



PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS - PDRH

BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DO LESTE:

Rio Buranhém – BU1

Rio Jucuruçu – JU1

Rio Itanhém – IN1

Rio Peruípe – PE1

Rio Itaúnas – IU1

Rio Itapemirim – IP1

Rio Itabapoana – IB1

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 DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DO LESTE.

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



EQUIPE

Governo do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto

Governador

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad

Marília Carvalho de Melo

Secretária

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Igam

Marcelo da Fonseca

Diretor Geral

Renata Batista Ribeiro

Chefe de Gabinete

Diretoria de Planejamento e Regulação

Jeane Dantas de Carvalho

Diretora

Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos

Allan de Oliveira Mota

Gerente

Fiscal

Túlio Bahia Alves

Colaboradores

Albert Antônio Andrade de Oliveira

Ana Julia Brum Moura

Andréia Rodrigues Fróis

Clarissa Bastos Dantas

Jackson Rodrigues Primo

Júlia Nunes Costa Gomes

Julia Amaral dos Santos

Katiane Cristina de Brito Almeida

Maria de Lourdes Amaral Nascimento

Maria Goretti Haussmann

Mariana Elissa Vieira de Souza

Matheus Duarte Santos

Micael de Souza Fraga

Michael Jacks de Assunção

Robson Ferreira Bastos Moreira

Robson Rodrigues dos Santos

Ronan Andrade Nogueira

Rosângela Pereira dos Santos

Viviane de Matos Silva

Wagner Antunes de Oliveira

Wyllian Giovanni de Moura Melo

Nominata do GAT – Rios do Leste

Carolina Lobello Lorensini (SEAPA) - COORDENADORA

Túlio Bahia Alves (IGAM)

Max Miller Fernandes da Silva (Prefeitura de São João do Manteninha)

Thais Mol Vinhal (Prefeitura de Belo Horizonte)

Carlos Alberto (FAEMG)

Thiago Migorance Queiroz (Secretaria de Meio Ambiente de Santo Antônio do Jacinto)

Odorico Pereira de Araújo (FIEMG)

Luiz Antônio Garcia (ANGÁ)

Wagner Goretti Villa Verde (Secretaria de Meio Ambiente de Espera Feliz)

CTEP

Arnaldo Correia da Silva Filho (SEDE)

Marcelo de Ávila Chaves (SEDE)

Laís Ione Araújo Fagundes (SEDE)

Ana Sílvia Gama Pereira Barbosa (SEE)

Jonathan Luiz Trindade de Carvalho (SEE)

Ivonice Maria da Rocha (SEE)

Carolina Lobello Lorensini (SEAPA)

Karla Jorge da Silva (SEAPA)

Lorena Gonçalves Brito (SEAPA)

Josias Gomes Ribeiro Filho (Prefeitura de Araçuaí)

Marcos Vinícius Luiz dos Santos (Prefeitura de Araçuaí)

Frederico Arthur Souza Leite (Prefeitura de Itabirito)

Maria Eduarda de Moraes Lana (Prefeitura de Itabirito)

Patryk Augusto de Lima Ferreira (Prefeitura de Itabirito)

Gilberto Gonçalves Quintão (Prefeitura de Rio Pomba)

Carolina Gonçalves (Prefeitura de Rio Pomba)

Aparecida Suely Alves de Oliveira (Prefeitura de Rio Pomba)

Renato Junio Constâncio (CEMIG)

Antônio Walter dos Santos Pinheiro Filho (ABRAGEL)

Thiago Salles de Carvalho (ABRAGEL)

Deivid Lucas de Oliveira (FIEMG)

Nelson Cunha Guimarães (COPASA)

Luís Fernando Oliveira Cuco (CESAMA Juiz de Fora)

Guilherme da Silva Oliveira (FAEMG)

Jadir Silva de Oliveira (SIAMIG)

Leonardo Romano (Associação de Aquicultores e Empresas Especializadas do Estado de Minas Gerais - Peixe MG)

Sylvio Luiz Andreozzi (UFU)

Edson de Oliveira Vieira (UFMG campus Montes Claros)

André Luís Teixeira Fernandes (UNIUBE)

Valter Vilela Cunha (ABES/MG)

Ricardo dos Santos Soares (CREA/MG)

José Antônio da Cunha Melo (ABES/MG)

José Hernando Oliveira Franco (Movimento Verde Paracatu – MOVER)

José de Castro Procópio (Instituto Guaicuy - SOS Rio das Vellhas)

Tobias Tiago Pinto Vieira (Movimento Verde Paracatu – MOVER)



PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A.

Coordenação Geral

Eng. M.e. Carlos Bortoli

Eng. M.e. Sidnei Gusmão Agra

Sociólogo Dr. Eduardo Antônio Audibert

Coordenação Executiva

Eng. M.e. Vinícius Melgarejo Montenegro Silveira

Equipe Técnica

Arq. Juliana Tonet

Biol. Dra. Mônica Amorim Gonçalves

Biol. Fabiane Moretto

Comunicação Social M.^a Karina Agra

Designer Vanessa Cardoso

Eng. Ana Raquel Pinzon

Eng. Luisa Heineck Neves

Eng. M.^a Luana Lavagnoli Moreira

Eng. M.^a Nathalia Chittes

Eng. M.^a Patrícia Cardoso

Eng. M.^a Paula Ivana Riediger

Eng. M.^a Tatiani Coletto

Eng. M.e Mauro Jungblut

Eng. M.e Rafael Kayser

Eng. Maria Paula Lopes Guerra

Eng. Meiri Satomi

Eng. Nathália Chites

Eng. Nicole Valentini Fedrizzi

Eng. Paola Marques Kuele

Geog. M.e Ananda Muller

Geog. M.e Fabrício Coelho

Geog. M.e Isabel Rekowsky

Geol. Iasser Helmicki

Geol. Laura Menezes da Silveira

Estág. Eng. Fernando Schuh Rorig



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.....	27
Figura 2.2 - Hidrografia detalhada das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	31
Figura 2.3 - Geologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	32
Figura 2.4 - Hidrogeologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	34
Figura 2.5 - Unidades Geomorfológicas das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	36
Figura 2.6 - Pedologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	37
Figura 2.7 - Áreas suscetíveis à inundação nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	39
Figura 2.8 - Vulnerabilidade do solo à erosão nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	40
Figura 2.9 – Classes de aptidão para irrigação nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	43
Figura 2.10 - Distribuição das Formações Vegetais Originais nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	45
Figura 2.11 - Percentual de florestas nativas por UHP.....	46
Figura 2.12 - Áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, situadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	48
Figura 2.13 - Unidades de Conservação e Áreas de Proteção na Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana.....	50
Figura 2.14 - Uso e ocupação do solo nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	51
Figura 2.15 - Renda média dos domicílios em salários mínimos (2010).....	54
Figura 2.16 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	56
Figura 2.17 - Índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	57
Figura 2.18 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.....	59
Figura 2.19 - Quantidade de resíduos em toneladas/dia por tipo de destinação nos municípios das bacias.....	62
Figura 2.20 - Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	63
Figura 2.21 - Integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais.....	65
Figura 2.22 - Comparativo entre a $Q_{7,10}$ observada e calculada nas estações fluviométricas utilizadas no estudo de regionalização da porção sudeste.....	69



Figura 2.23 - Disponibilidade hídrica nos trechos definidos das UHPs da porção nordeste e distribuição espacial dos erros relativos nas estações fluviométricas para a $Q_{7,10}$	70
Figura 2.24 - Potencialidade dos aquíferos nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.....	73
Figura 2.25 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IQA médio nas estações de monitoramento existentes nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	77
Figura 2.26 - Séries históricas anuais relativas ao indicador CT médio nas estações de qualidade da água existentes nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	78
Figura 2.27 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IET médio nas estações de qualidade da água existentes nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	80
Figura 2.28 - Frequência de ocorrência dos resultados de ecotoxicidade nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste ao longo da série histórica de monitoramento.	81
Figura 2.29 - Resultado dos valores de ICE obtidos para o conjunto de estações das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, considerando o período seco e o período chuvoso.	83
Figura 2.30 - Percentual de violações para os parâmetros analisados nas estações de qualidade da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste entre 2013 e 2018.	85
Figura 2.31 - Distribuição das vazões (L/s) para abastecimento nas UHPs em cada fonte de informação.	87
Figura 2.32 - Esquema ilustrando as etapas de cálculo das estimativas de carga gerada e lançada nas bacias.....	89
Figura 2.33 - Distribuição das vazões (L/s) para uso industrial nas UHPs em cada fonte de informação.	91
Figura 2.34 - Distribuição das vazões (L/s) para dessedentação animal nas UHPs em cada fonte de informação.	93
Figura 2.35 - Distribuição das vazões (L/s) para irrigação nas UHPs em cada fonte de informação..	95
Figura 2.36 - Distribuição das vazões (L/s) para mineração nas UHPs em cada fonte de informação.	96
Figura 2.37 - Distribuição das vazões (L/s) para pesca e aquicultura nas UHPs.....	97
Figura 2.38 - Comparação entre demandas (L/s) por estimativa e diferentes fontes de dados em cada setor usuário.	101
Figura 2.39 - Demandas totais nas bacias, considerando as vazões consolidadas.....	103
Figura 2.40 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS Tools.....	104
Figura 2.41 - Balanço hídrico no cenário atual considerando todos os setores usuários de água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	109



Figura 2.42 - Esquema de representação do modelo de qualidade da água: representação dos trechos em relação ao ordenamento.	110
Figura 2.43 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando a DBO.....	112
Figura 2.44 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando o fósforo total.....	112
Figura 3.1 - Balanço hídrico no cenário tendencial para a porção nordeste das bacias (cena atual e cena 2041).	129
Figura 3.2 - Balanço hídrico no cenário tendencial porção sudeste das bacias (cena atual e cena 2041).	130
Figura 3.3 - Balanço hídrico no cenário de contingência climática para as bacias da porção nordeste (cena atual e cena 2041).	132
Figura 3.4 - Balanço hídrico no cenário de contingência climática para as bacias da porção sudeste (cena atual e cena 2041).	133
Figura 3.5 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO; porção nordeste.	136
Figura 3.6 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO; porção sudeste.	137
Figura 3.7 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: OD; porção nordeste.	138
Figura 3.8 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: OD; porção sudeste.	139
Figura 3.9 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Coliformes Termotolerantes; porção nordeste.	140
Figura 3.10 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Coliformes Termotolerantes; porção sudeste.	141
Figura 3.11 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Fósforo Total; porção nordeste.	142
Figura 3.12 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Fósforo Total; porção sudeste.	143
Figura 4.1 - Organograma genérico da arquitetura do Plano de Ação.	156
Figura 4.2 - Organograma geral do Plano de Ação.	157
Figura 4.3 - Esquema geral da Componente 1 - Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.....	159
Figura 4.4 - Esquema geral da Componente 2 - Fortalecimento Institucional.....	163
Figura 4.5 - Esquema geral da Componente 4 – Saneamento.	169
Figura 4.6 - Esquema geral da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.....	173



Figura 4.7 - Divisão entre os investimentos do Sistema de Gestão e Investimentos Associados.	185
Figura 4.8 - Distribuição dos investimentos no período de elaboração do PDRH.	185
Figura 4.9 - Investimentos Associados na Componente Saneamento.	189



LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Distribuição dos municípios nas UHPs.....	28
Quadro 2.2 - Extensões de cursos d'água nas UHPs das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. ..	30
Quadro 2.3 - Áreas de terras pertencentes às diversas classes de aptidão para irrigação.....	43
Quadro 2.4 - População total dos municípios que fazem parte das UHPs (1991/2010).....	52
Quadro 2.5 - População estimada por UHP, taxa de urbanização e densidade demográfica (2010). ..	53
Quadro 2.6 - IDH Municipal e suas dimensões (2010).	54
Quadro 2.7 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	58
Quadro 2.8 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto.	60
Quadro 2.9 - Vazões absolutas nos exutórios de cada UHP definida para as bacias dos Rios do Leste.	71
Quadro 2.10 - Vazões produzidas em cada UHP as bacias dos Rios do Leste, desconsiderando as contribuições de outras bacias.	71
Quadro 2.11 - Volume anual total, de deflúvio subterrâneo e superficial médio nas bacias.	74
Quadro 2.12. Relação dos parâmetros constituintes do IQA e respectivos pesos.	75
Quadro 2.13 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.	76
Quadro 2.14 - Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados.	78
Quadro 2.15 - Classes do Índice de Estado Trófico (rios) e seu significado.	79
Quadro 2.16 - Classificação do Índice de Conformidade de Enquadramento.	82
Quadro 2.17 - Relação dos percentuais de população urbana em cada tipo de solução à destinação do esgotamento sanitário – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	88
Quadro 2.18 - Relação das cargas per capita e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.	89
Quadro 2.19 - Eficiências de tratamento adotadas para cada tipo de solução de destinação dos esgotos.	90
Quadro 2.20 – Estimativa de coleta de esgoto, tratamento de esgoto, carga orgânica potencial e lançada por UHP.....	90
Quadro 2.21 - Coeficientes técnicos de demanda específica de irrigação.	94
Quadro 2.22 - Principais atrativos turísticos na região.	97
Quadro 2.23 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Cadastro de Usos Insignificantes e Outorgas do IGAM (2018).....	99



Quadro 2.24 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Estimativas.....	100
Quadro 2.25 - Síntese das demandas hídricas das UHPs segundo o Manual de Usos Consuntivos.	101
Quadro 2.26 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Consolidação.....	103
Quadro 2.27 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.	105
Quadro 2.28 - Balanço hídrico por setor em relação aos exutórios de cada UHP – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	107
Quadro 2.29 - Percentual da demanda não atendida em relação à demanda total por setor – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	108
Quadro 2.30 - Déficit hídrico por setor nos exutórios de cada UHP – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	108
Quadro 3.1 - Taxas utilizadas para a projeção de demandas do cenário tendencial por UHP.	118
Quadro 3.2 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por UHP.....	118
Quadro 3.3 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por setor econômico.	119
Quadro 3.4 - Demandas projetadas para as cenas inicial e final do PDRH e o crescimento por UHP em cada setor usuário.	121
Quadro 3.5 - Relação das cargas <i>per capita</i> e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.	121
Quadro 3.6 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena atual (2021).	122
Quadro 3.7 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena de longo prazo (2041).	122
Quadro 3.8 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.	126
Quadro 3.9 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP considerando as cenas do cenário tendencial.....	127
Quadro 3.10 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no cenário tendencial.	128
Quadro 3.11 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP no Cenário de Contingência Climática.	131
Quadro 3.12 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no Cenário de Contingência Climática.	132
Quadro 3.13 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados em relação ao Cenário Tendencial para a cena atual (2021).	134



Quadro 3.14 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados em relação ao Cenário Tendencial para a cena de longo prazo (2041).....	135
Quadro 3.15 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Contingência Climática para a cena atual (2021).	144
Quadro 3.16 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Contingência Climática para a cena de longo prazo (2041).	144
Quadro 4.1 – Vazões outorgadas por setor produtivo nas bacias hidrográficas dos rios do leste	147
Quadro 4.2 – Vazões de captação consideradas como uso insignificantes divididas por setores usuários nas bacias hidrográficas dos rios do leste	148
Quadro 4.3 – Dispositivos legais que regulamentam o instrumento de enquadramento.....	150
Quadro 4.4 – Valores mínimos de PPU, de acordo com as finalidades e as zonas.....	152
Quadro 4.5 – Estimativa de arrecadação anual da cobrança pelo uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.	153
Quadro 4.6 – Programas e investimentos da Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.....	159
Quadro 4.7 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.1- Outorga.....	160
Quadro 4.8 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.2 - Cobrança.	160
Quadro 4.9 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.3 – Enquadramento.....	161
Quadro 4.10 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.4 – Sistema de Informações. ..	161
Quadro 4.11 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.5 – Plano de Recursos Hídricos.	162
Quadro 4.12 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 1.6 – Compensação, rateio e penalidades.....	162
Quadro 4.13 – Programas e investimentos da Componente 2 – Fortalecimento Institucional.	163
Quadro 4.14 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.1 – Integração das Bacias do Leste.	164
Quadro 4.15 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.2 – Comunicação Social.	164
Quadro 4.16 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.3 – Educação Ambiental.	165
Quadro 4.17 – Programas e investimentos da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.	165
Quadro 4.18 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.1 – Monitoramento Quali-Quantitativo.....	166
Quadro 4.19 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.2 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos.....	166



Quadro 4.20 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.3 – Segurança de Barragens.	167
Quadro 4.21 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.4 – Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico.	167
Quadro 4.22 – Programas e investimentos da Componente 4 – Saneamento.	169
Quadro 4.23 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.1 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água.	170
Quadro 4.24 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.2 – Esgotamento Sanitário.....	171
Quadro 4.25 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.3 – Drenagem Urbana.....	171
Quadro 4.26 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.4 – Saneamento Rural.	172
Quadro 4.27 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.5 – Resíduos Sólidos.	172
Quadro 4.28 – Programas e investimentos da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.	173
Quadro 4.29 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária.....	174
Quadro 4.30 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.2 – Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e Mineração.	174
Quadro 4.31 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 5.3 – Unidades de Conservação Ambiental.	174
Quadro 4.32 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.4 – Unidades de Conservação Ambiental.	175
Quadro 4.33 – Síntese do Plano de Ação.	176
Quadro 4.34 – Relação entre as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, as porções em outros estados, as bacias vizinhas, comitês de bacia, plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos d’água e integração sugerida.....	181
Quadro 4.35 - Valores de indicador de atingimento das metas.....	183
Quadro 4.36 - Investimentos anuais.	186
Quadro 4.37 - Investimentos de Gestão nos programas do PDRH.....	187
Quadro 4.38 - Investimentos Associados nos programas do PDRH.	188
Quadro 4.39 - Investimentos por bacia.....	189
Quadro 4.40 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém.....	190
Quadro 4.41 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Jucuruçu.....	191
Quadro 4.42 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itanhém.	192
Quadro 4.43 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Peruípe.....	193



Quadro 4.44 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.....	194
Quadro 4.45 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.....	195
Quadro 4.46 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana.	196



LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	NBR - Norma Brasileira
ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	NMP - Número mais provável
APA - Área de Proteção Ambiental	OD - Oxigênio Dissolvido
APP - Área de Preservação Permanente	ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
BNB - Banco do Nordeste do Brasil	P – Fósforo
CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica	PA – Plano de Ação
CCME - <i>Canadian Council of Ministers of the Environmental</i>	PAM - Produção Agrícola Municipal
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
CPRM - Serviço Geológico do Brasil	Re - Reserva explotável
CT - Contaminação por Tóxicos	Rr - Reserva renovável
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
De - Disponibilidade efetiva	SEGRH-MG – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais
Di - Disponibilidade instalada	SEMAD - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
DN - Deliberação Normativa	SI - Sistema de Informações
EMATER-MG - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural	SIAGAS - Sistema de informações das Águas Subterrâneas
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto	SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática
GIRH – Gestão Integrada de Recursos Hídricos	SIG - Sistema de Informações Geográficas
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
ICE - Índice de Conformidade ao Enquadramento	SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
ICH - Índice de Comprometimento Hídrico	SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
IDE-Sisema - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos	SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano	TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual
IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	UC - Unidade de Conservação
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	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	DIAGNÓSTICO	27
2.1	CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO.....	29
2.2	CARACTERIZAÇÃO GERAL	30
2.2.1	CONDIÇÕES FÍSICAS E BIÓTICAS	30
2.2.2	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	49
2.2.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	50
2.2.4	POPULAÇÃO E INDICADORES DEMOGRÁFICOS	52
2.2.5	SANEAMENTO	55
2.2.6	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS.....	63
2.3	DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS	67
2.3.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....	67
2.3.2	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA.....	71
2.3.3	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	74
2.4	DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS	86
2.4.1	SANEAMENTO	87
2.4.2	INDÚSTRIA	91
2.4.3	AGROPECUÁRIA	91
2.4.4	IRRIGAÇÃO	93
2.4.5	MINERAÇÃO.....	95
2.4.6	GERAÇÃO DE ENERGIA	96
2.4.7	PESCA E AQUICULTURA	96
2.4.8	TURISMO E RECREAÇÃO.....	97
2.4.9	PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....	98
2.4.10	SÍNTESE DAS DEMANDAS HÍDRICAS	98
2.5	BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO	104



2.5.1	BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	104
2.5.2	BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO	109
3	PROGNÓSTICO	113
3.1	CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO.....	113
3.2	PROJEÇÕES DE DISPONIBILIDADE E DEMANDA.....	114
3.2.1	DISPONIBILIDADE DE ESCASSEZ RECORRENTE	115
3.2.2	PROJEÇÃO DE DEMANDA TENDENCIAL.....	116
3.2.3	PROJEÇÃO DE CARGA POLUIDORA.....	121
3.3	CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO.....	123
3.4	BALANÇO HÍDRICO	126
3.4.1	BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	126
3.4.2	BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO	133
4	PLANO DE AÇÕES	145
4.1	CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	145
4.2	DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO	146
4.2.1	OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	146
4.2.2	ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES.....	149
4.2.3	COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	151
4.2.4	SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	154
4.2.5	COMPENSAÇÃO À MUNICÍPIOS, EXPLOTAÇÃO E RESTRIÇÃO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	154
4.2.6	RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO.....	155
4.2.7	PENALIDADES	155
4.3	PLANO DE AÇÕES.....	155
4.3.1	ARQUITETURA DO PLANO DE AÇÃO	155
4.3.2	COMPONENTES, PROGRAMAS E AÇÕES.....	158
4.3.3	SÍNTESE DO PLANO DE AÇÕES.....	175
4.4	ANÁLISE GERENCIAL	178



4.4.1	ARRANJO INSTITUCIONAL.....	178
4.4.2	ACOMPANHAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PDRH.....	183
4.4.3	PROGRAMA DE INVESTIMENTOS	184
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	199
6	REFERÊNCIAS.....	201



1 INTRODUÇÃO

O processo de elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste encontra-se na etapa de consolidação, na qual os resultados das etapas anteriores – diagnóstico, prognóstico e plano de ação – são reapresentados de forma consolidada. 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

As etapas de Diagnóstico e de Prognóstico foram elaboradas visando subsidiar a elaboração do PDRH 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 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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 3, iniciando pela projeção das tendências de evolução tanto das disponibilidades, quanto das demandas. Com base em análises teóricas e dos principais riscos e tendências nas bacias são definidos três cenários de planejamento, que, então, fundamentam os balanços hídricos elaborados para as cenas futuras. O plano de ações do PDRH é apresentado no capítulo 4, esse contém as diretrizes que guiam o plano de ações, os componentes, programas e ações desenvolvidos para as bacias, 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 as sete Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste como área de estudo, as quais são constituídas pelas bacias hidrográficas do Rio Buranhém, Rio Itabapoana, Rio Itanhém, Rio Itapemirim, Rio Itaúnas, Rio Jucuruçu e do Rio Peruípe, as quais



englobam rios de domínio da União. Tratando-se da divisão hidrográfica nacional, as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste estão inseridas na Região Hidrográfica do Atlântico Leste - que compreende territórios dos estados do Sergipe, Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais - e na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste - que compreende territórios dos estados do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais.

Tendo em vista que estas bacias hidrográficas não constituem Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) definidas pelo Estado de Minas Gerais, conforme disposto pela Deliberação Normativa CERH/MG nº 36/2010 (CERH/MG, 2010), nem foram definidas como Circunscrição Hidrográfica (CH) na Deliberação Normativa CERH/MG nº 66/2020 (CERH/MG, 2020), as áreas de estudo, as quais estão localizadas na porção Leste do Estado de Minas Gerais, foram divididas em duas porções (nordeste e sudeste).

As bacias hidrográficas dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas (porção nordeste) estão contidas na Unidade Hidrográfica Litorânea ES BA, juntamente com as bacias hidrográficas dos Rios Mucuri e São Mateus. Na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, as bacias hidrográficas dos rios Itapemirim e Itaúnas (porção sudeste) estão contidas na Unidade Hidrográfica Litorânea RJ ES, respectivamente (ANA, 2015).

Apesar das sete bacias hidrográficas ocuparem áreas de mais de uma Unidade da Federação, a área sobre qual se debruça este estudo é a contida no estado de Minas Gerais. Assim sendo, neste plano a denominação Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é referente à porção Mineira das bacias, excluindo-se as áreas à jusante que estão contidas em outras Unidades da Federação.

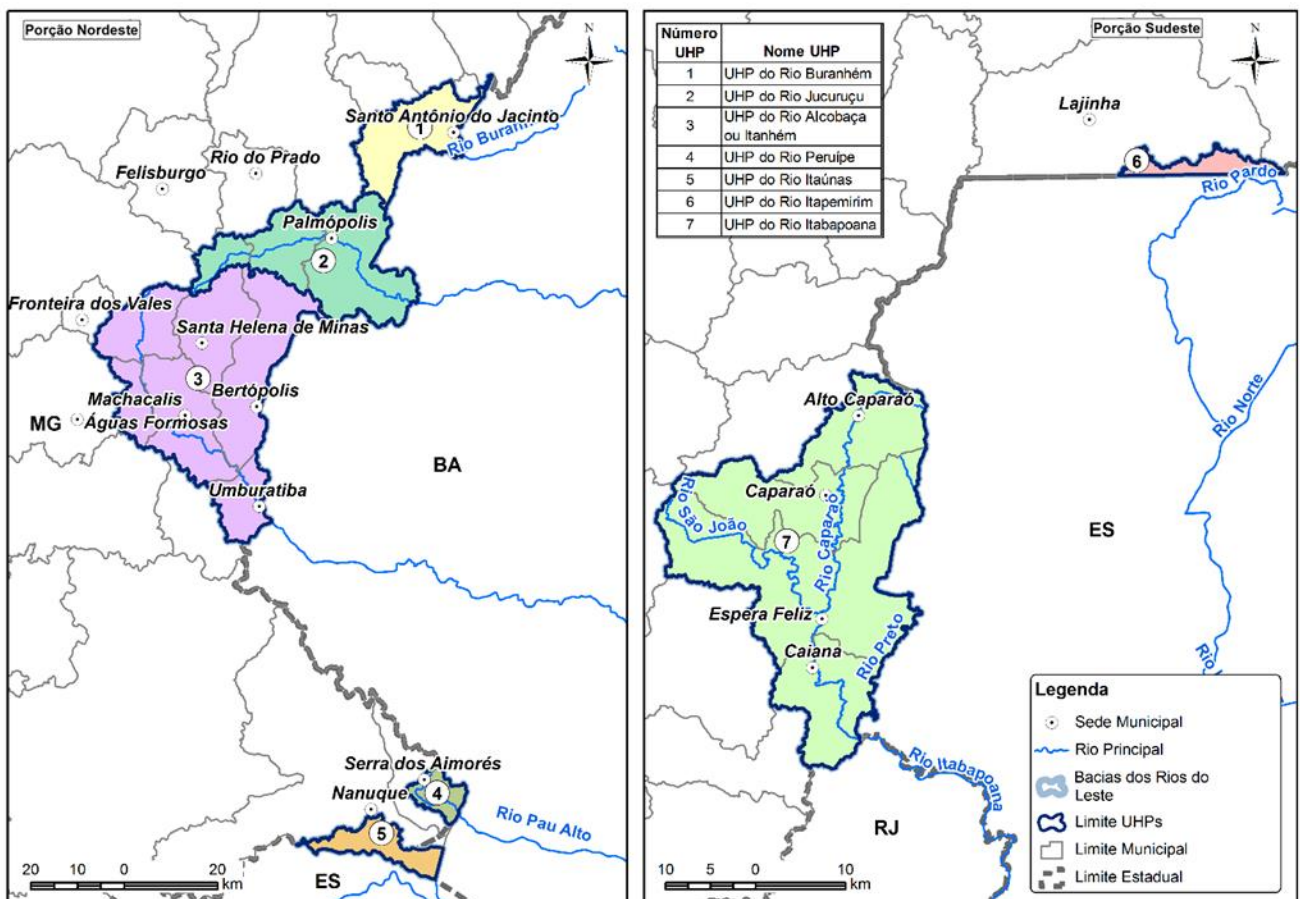


2 DIAGNÓSTICO

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 das bacias.

A estruturação das informações deste diagnóstico se dá, principalmente, a partir de dois recortes espaciais: o primeiro, de caráter político-administrativo, são os municípios que possuem área no interior das bacias; o segundo, voltado à elaboração do PDRH e proposto no âmbito da realização desse estudo, é formado pelas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs). As UHPs e municípios das bacias podem ser observados na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.



Fonte: elaboração própria.

As Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste possuem uma área não contínua de 3.477,76 km², inserida no Estado de Minas Gerais e são divididas em sete Unidades Hidrológicas de Planejamento. A porção nordeste intercepta 12 municípios, a saber: Santo Antônio do Jacinto, Rio do Prado, Felisburgo, Fronteira dos Vales, Águas Formosas, Nanuque, Palmópolis, Santa Helena de

Minas, Machacalis, Bertópolis, Umburatiba e Serra dos Aimorés, sendo os sete últimos com sede nas bacias. A porção sudeste, por sua vez, abrange cinco municípios a saber: Lajinha, Alto Caparaó, Caparaó, Espera Feliz, Caiana, sendo os quatro últimos com sede na UHP do Rio Itabapoana

As UHPs têm suas áreas distribuídas nos municípios 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)	Percentual do município na UHP (%)
UHP-1 - Rio Buranhém	324,34	Santo Antônio do Jacinto*	324,92	65%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	704,27	Felisburgo	87,44	15%
		Palmópolis*	432,50	100%
		Rio do Prado	185,92	39%
UHP-3 - Rio Itanhém	1.516,00	Águas Formosas	114,02	14%
		Bertópolis*	429,14	100%
		Fronteira dos Vales	222,65	69%
		Machacalis*	332,39	100%
		Santa Helena de Minas*	276,42	100%
		Umburatiba*	147,75	36%
UHP-4 - Rio Peruípe	84,00	Serra dos Aimorés	84,60	34%
UHP-5 - Rio Itaúnas	148,29	Nanuque*	148,29	10%
UHP-6 - Rio Itapemirim	30,45	Lajinha	30,69	7%
UHP-7 - Rio Itabapoana	670,41	Alto Caparaó*	104,81	100%
		Caiana*	107,33	100%
		Caparaó*	130,90	100%
		Espera Feliz*	326,10	100%
Fora área de estudo	4.003,60	Águas Formosas**	706,30	86%
		Felisburgo**	508,81	85%
		Fronteira dos Vales**	98,16	31%
		Lajinha**	400,30	93%
		Nanuque	1.396,04	90%
		Rio do Prado**	293,84	61%
		Santo Antônio do Jacinto**	178,23	35%
		Serra dos Aimorés	161,42	66%
Umburatiba	260,50	64%		
Total Geral	-	-	7.489,47	-

Fonte: elaboração própria.

* Municípios com sede na Unidade Hidrológica de Planejamento.

** Municípios com sede fora das bacias.

Nota: em virtude de divergências entre limites político-administrativos e limites físicos, as áreas das UHPs não correspondem, necessariamente, às áreas dos municípios nas UHPs, entretanto, as diferenças são inferiores a 1%.

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 de Recursos Hídricos, está prevista nas leis das águas federal e estadual e devem ser realizadas 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foram realizadas três Consultas Públicas, em novembro de 2019, nos municípios de: Nanuque, abrangendo também o município de Serra dos Aimorés, referente às bacias do Rio Itaúnas e do Rio Peruípe; Águas Formosas, abrangendo as bacias do Rio Buranhém, do Rio Jucuruçu e do Rio Itanhém; Espera Feliz, abrangendo a bacia do Rio Itabapoana. O objetivo das Consultas Públicas foi apresentar os resultados preliminares do Diagnóstico do PDRH, além de ouvir demandas e contribuições dos participantes e envolver a sociedade na elaboração dos instrumentos de gestão.

Os atores envolvidos nas Consultas Públicas do Diagnóstico do processo de elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos dos Rios do Leste, 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 de Recursos Hídricos.

Na consulta de Nanuque foram discutidos os assuntos de manejo de solos e proteção de nascentes, também se notou durante todo o evento a percepção dos participantes de que as Bacias do Rio Peruípe e do Rio Itaúnas não são dissociadas ou percebidas como áreas não incluídas no Comitê do Rio Mucuri. Em Águas Formosas comentou-se, principalmente, sobre a articulação das bacias interestaduais, com presença do Comitê de Bacia dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, nas porções pertencentes ao território da Bahia. Na Consulta Pública de Espera Feliz, por sua vez, discutiu-se sobre o assoreamento e as cheias dos rios nas áreas urbanas, entre outros assuntos.

As Consultas Públicas nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste contaram, de maneira geral, com poucos participantes, tendo em vista não possuírem Comitê de Bacia que pudesse contribuir para uma maior representação, bem como o não envolvimento do Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG, que não teve participação ativa no processo. Das discussões surgiu a indicação da realização de uma reunião de articulação, buscando estabelecer uma agenda de ações comuns entre os órgãos gestores estaduais e visando maior envolvimento da ANA, que tem como atribuição realizar a gestão de recursos hídricos no âmbito da dominialidade federal dessas bacias.



2.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL

A caracterização física das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é realizada a partir da apresentação dos corpos hídricos para cada uma das UHPs.

A porção mineira das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste possui, segundo IGAM (2010), mais de 4.973,27 mil km de extensão de cursos d'água. No Quadro 2.2 é apresentada a extensão total dos cursos d'água e a área de cada UHP, na Figura 2.2 é ilustrada a hidrografia das bacias.

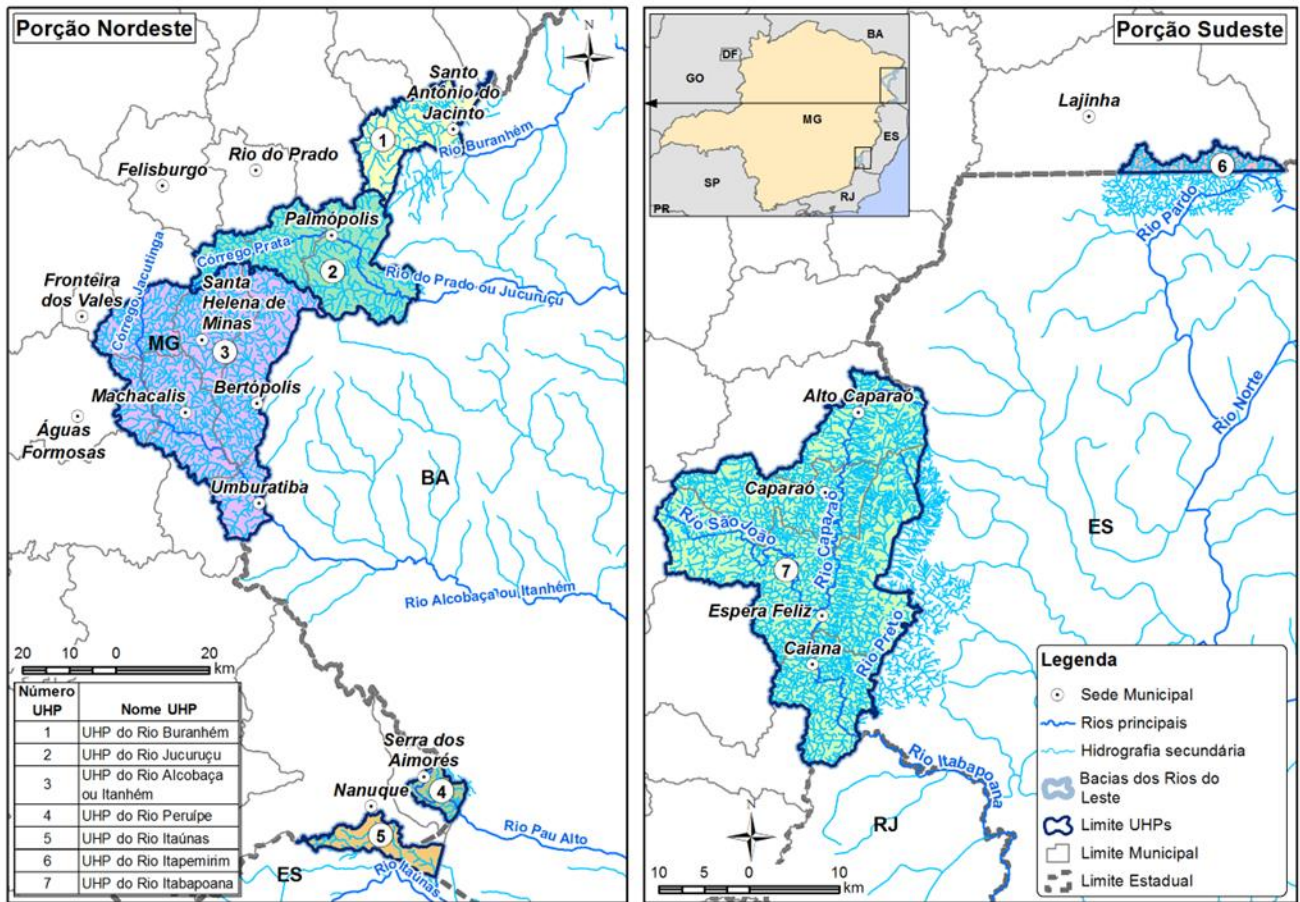
Quadro 2.2 - Extensões de cursos d'água nas UHPs das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

Nome da UHP	Extensão dos cursos d'água (km)	Área da UHP (km ²)	Corpos hídricos principais
UHP-1 - Rio Buranhém	303,95	324,34	Córrego Manuel Santos, Rio do Peixe, Córrego Tabocal e Córrego Sete Ranchos
UHP-2 - Rio Jucuruçu	669,46	704,27	Rio Jucuruçu, Córrego Prata e Córrego do Prado
UHP-3 - Rio Itanhém	1.811,44	1.516,00	Rio Itanhém, Córrego Alcobaça e Córrego Jacutinga
UHP-4 - Rio Peruípe	81,24	84,00	Rio Pau Alto
UHP-5 - Rio Itaúnas	105,97	148,29	Córrego Barreado
UHP-6 - Rio Itapemirim	89,95	30,45	-
UHP-7 - Rio Itabapoana	1.911,26	670,41	Rio São João, Rio Preto e Rio Caparaó
Total Geral	4.973,27	3.477,76	

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



Figura 2.2 - Hidrografia detalhada das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: elaboração própria.

A UHP que possui maior extensão de cursos d'água é a UHP do Rio Itabapoana, com um total superior a 1.911,26 km, distribuídos em uma área de 670,41 km². Esta UHP possui como cursos d'água principais os Rios São João, Preto e Caparaó. Por outro lado, as UHPs do Rio Peruípe e do Rio Itapemirim têm as menores extensões, na ordem de 80 km, e são as menores em área também, sendo que essa segunda não possui nenhum curso d'água significativo.

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, as análises ficam comprometidas já que as áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste são porções de cabeceiras das bacias e não possuem delimitação completamente física, pois em parte são limitadas pelo Estado de Minas Gerais com outras unidades da federação. De maneira geral, pode-se afirmar que, de acordo com a metodologia proposta, as UHPs apresentam textura da topografia grosseira, com baixa suscetibilidade a inundações e vulnerabilidade à degradação mais elevada na UHP-3, UHP-6 e, destacadamente, na UHP-7.

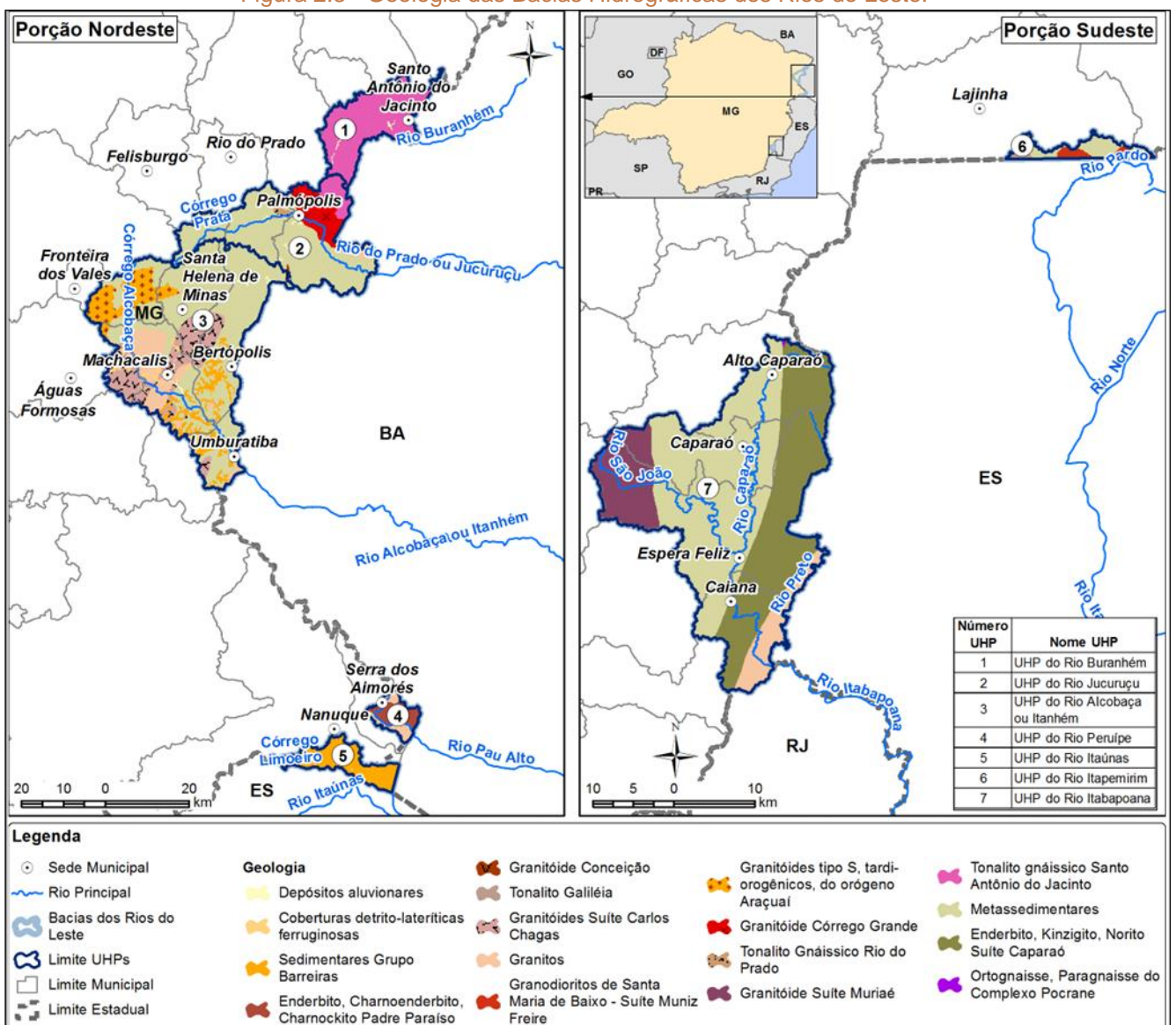


2.2.1.2 Geologia

Na geologia aflorante nas bacias, 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 estão localizadas as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste está situada principalmente sobre as rochas inseridas no Orógeno Araçuaí/Ribeira, do neoproterozoico ao paleozoico, e em menor ocorrência sobre rochas do embasamento arqueano e paleoproterozoico, e sobre as coberturas sedimentares cenozoicas (MACHADO *et al.*, 2010). As unidades geológicas das bacias podem ser observadas na Figura 2.3.

Figura 2.3 - Geologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas é a única que se situa totalmente sobre rochas sedimentares.

O Mapa Hidrogeológico do Brasil (CPRM, 2014), em escala 1:5.000.000, caracteriza a região das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste como predominantemente Embasamento Fraturado Indiferenciado, cujo correspondente litológico são as rochas ígneas e metamórficas citadas no item 2.2.1.2, sendo, dentre as 7 bacias, somente a do Rio Itaúnas classificada como Formação Barreiras (aquífero granular), composta pelas rochas sedimentares do Grupo Barreiras.

As bacias do Rio Buranhém, Rio Jucuruçu, Rio Itanhém, Rio Peruípe e aproximadamente 15% da área da bacia do Rio Itabapoana fazem parte do Embasamento Fraturado Indiferenciado, apresentando 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 m³/h. A bacia do Rio Itapemirim e os 85% restantes da bacia do Rio Itabapoana também são classificadas como Embasamento Fraturado Indiferenciado, porém apresentam produtividade mais elevada que as demais, e juntamente com a bacia do Rio Itaúnas, classificada como Formação Barreiras (granular), apresentam valores de vazão específica entre 0,4 e 1 m³/h/m, transmissividade entre 10⁻⁵ e 10⁻⁴ m²/s, condutividade hidráulica entre 10⁻⁷ e 10⁻⁶ m/s, e vazão entre 10 e 25 m³/h.

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.

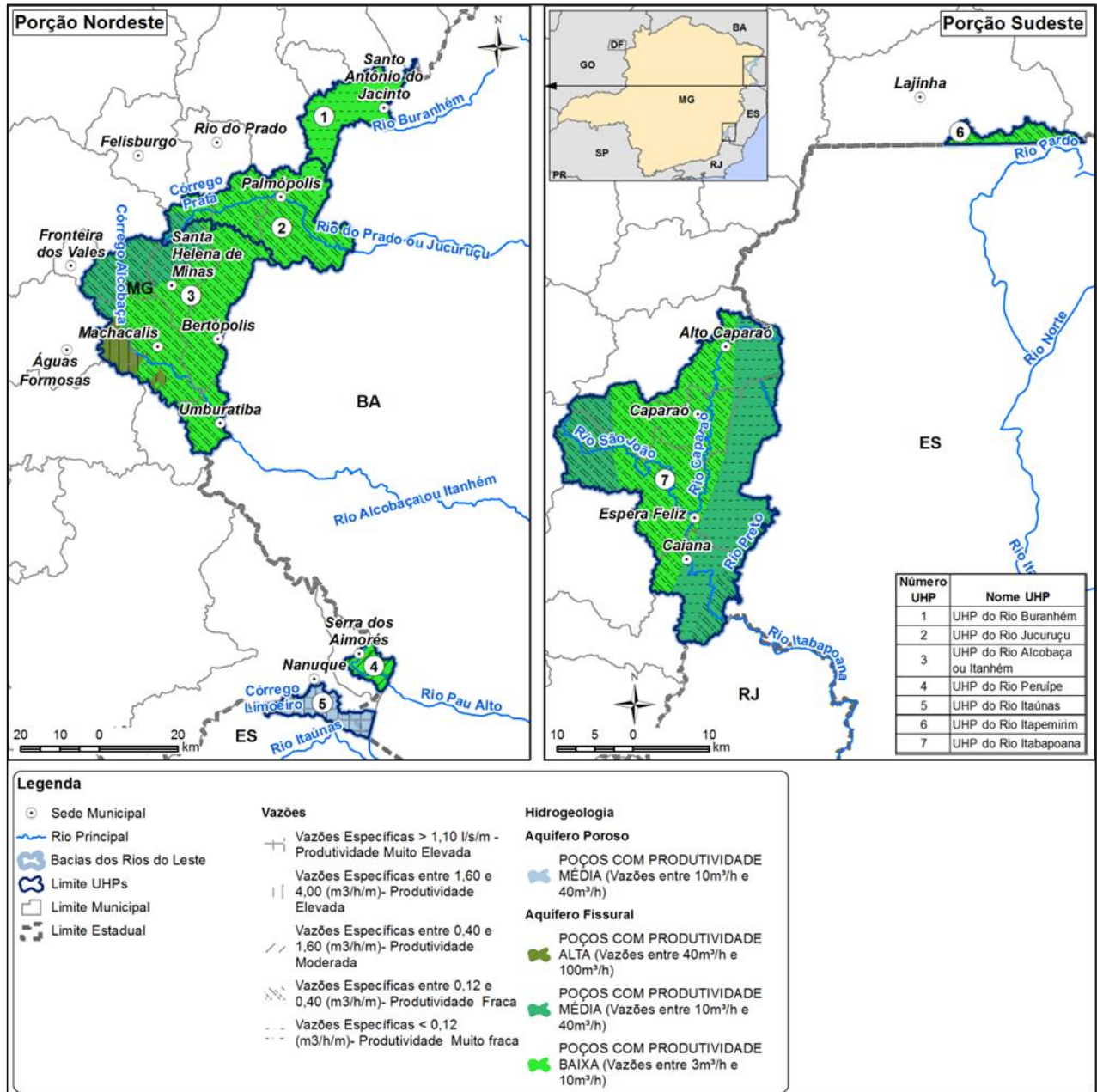
Segundo IBGE (2015), os aquíferos fraturados presentes nas bacias estão inseridos no Domínio Hidrogeológico Fissural, abrangendo rochas ígneas e metamórficas. Os aquíferos granulares, que são as coberturas sedimentares, fazem parte do Domínio Hidrogeológico Poroso, ocupando somente a área da UHP-5 abrangida neste plano.

Em termos de potencialidade para água subterrânea, IBGE (2015) classifica os aquíferos da região por intervalos de vazão (m³/h) e por vazão específica (m³/h/m). Dentre as 7 UHPs, a UHP do Rio Itanhém (UHP-3) é a única que apresenta áreas com alta potencialidade (considerando intervalos de vazão) para águas subterrâneas, representando somente 7% de sua área. No geral, as bacias apresentam predominância de aquíferos com baixa potencialidade (considerando os intervalos de vazão) ou possui predomínio de aquíferos com potencialidade fraca e muito fraca (considerando as



vazões específicas). A potencialidade dos aquíferos, bem como sua distribuição na região, estão representadas na Figura 2.4.

Figura 2.4 - Hidrogeologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Essa falta de informação é retomada no item 4.3.2.3 pelas ações 3.4.1 - Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas nas bacias e 3.4.3 - Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento. Segundo CPRM (2016), a qualidade da água de aquíferos fraturados na região sudeste é conceitualmente de baixa mineralização, ou seja, de agradável paladar, no entanto, apresenta os maiores valores de



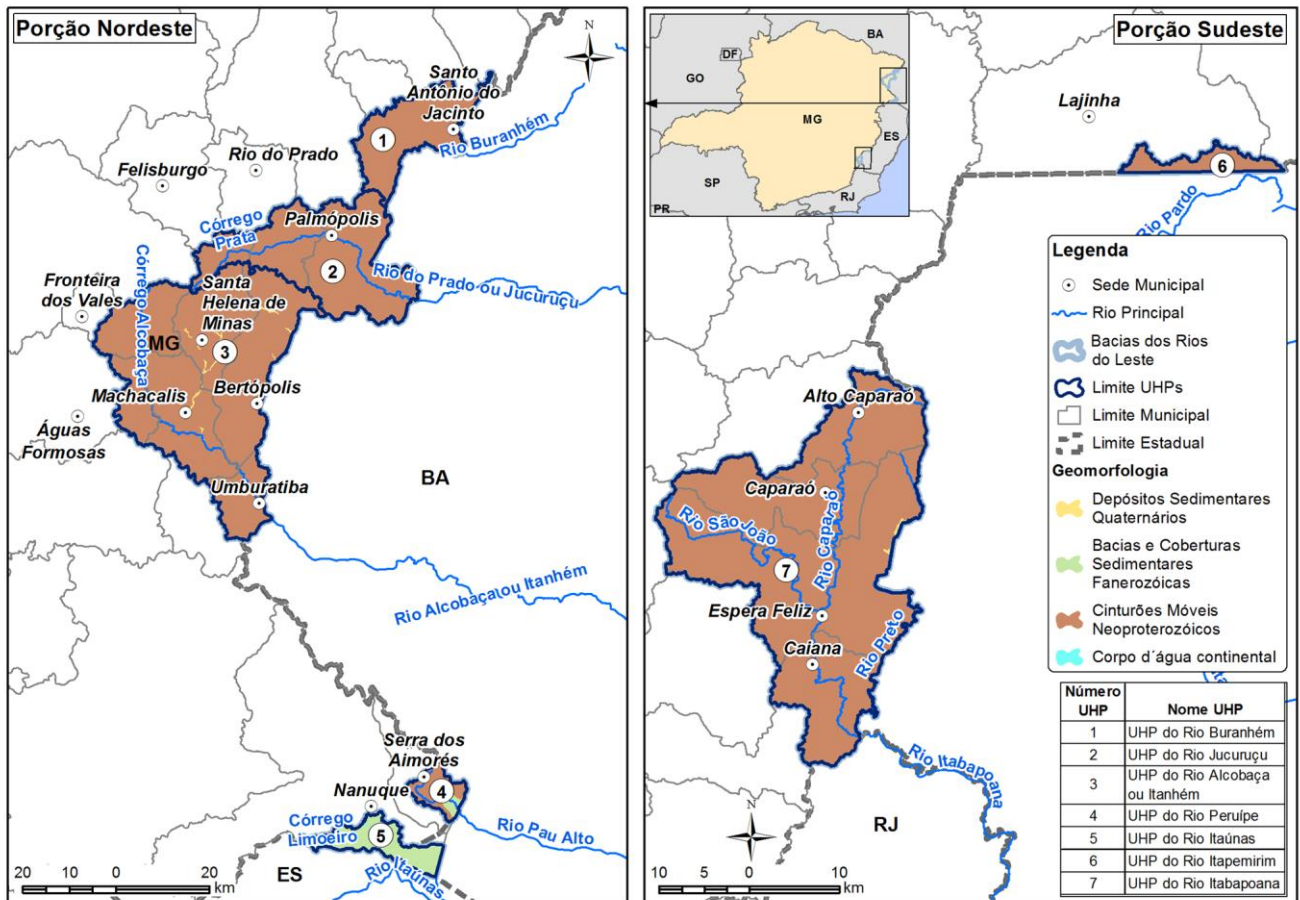
condutividade elétrica da folha (SE.24 Rio Doce), com média de 426 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Já as águas subterrâneas da Formação Barreiras apresentam-se ligeiramente ácidas, com pH variando de 3,85 a 4,61 e condutividade elétrica consideravelmente mais baixa, entre 56 a 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.2.1.4 Geomorfologia

As bacias são caracterizadas 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 maior ocupação territorial é do domínio geomorfológico de Cinturões Móveis Neoproterozoicos, com 3.289,7 km² (94%) da área total das bacias. O domínio Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas ocupa 165,4 km², cerca de 5% da área das bacias, enquanto o domínio Depósitos Sedimentares Quaternários preenche apenas 22,7 km², equivalente a 1% da área total das bacias, como é apresentado na Figura 2.5.



Figura 2.5 - Domínios geomorfológicos das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: adaptado de IBGE, 2009.

2.2.1.5 Pedologia

Nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste ocorrem três classes de solo: o Latossolo vermelho-amarelo distrófico, que ocupa 2.947,2 km², representando 84,7% da área total das bacias, o Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, que ocupa 419,5 km² e representa 12,1% da área das bacias e o Neossolo lítico, que ocupa 35,3 km² e representa 1% da área das bacias. Os 2,2% restantes, 75,7 km² de área, 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, também ocorrem em relevos mais acidentados, principalmente nas Zonas da Mata e Sul, abrangendo a porção sudeste das bacias (DO AMARAL, 2004). Regem-se a solos pouco produtivos devido à baixa fertilidade e a presença de alumínio tóxico para as plantas (DO AMARAL, 2004).

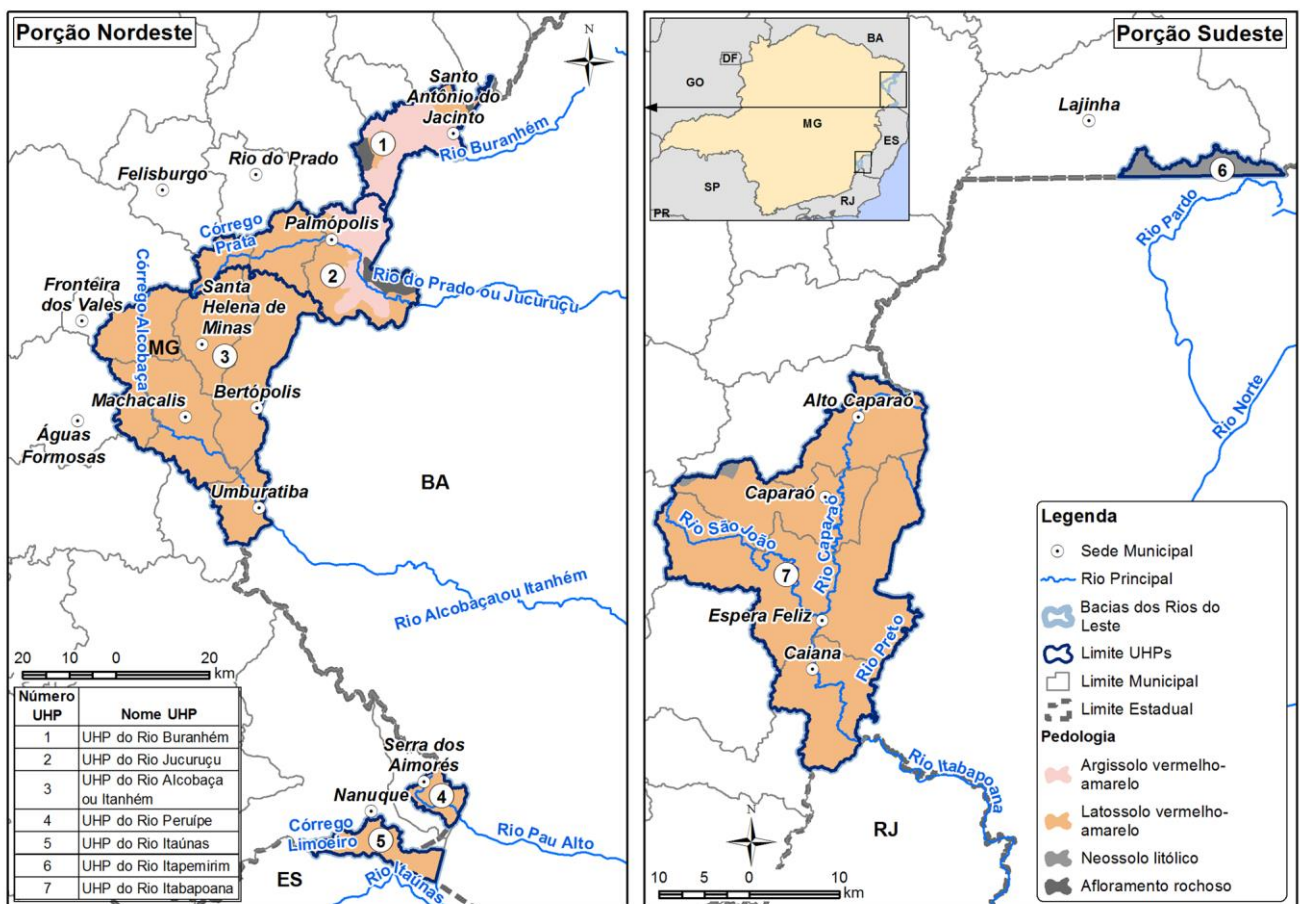
As características dos argissolos locais são: solos profundos a pouco profundos, bem drenados, ocorrendo eventualmente solos rasos, com transição abrupta e argila de atividade alta. Esses ocupam relevos fortemente ondulados e ondulados. As restrições agrícolas abrangem o relevo



movimentado, a baixa fertilidade natural e, na Zona da Mata, alguns solos apresentam fases preenchidas por cascalho (DO AMARAL, 2004).

Os neossolos apresentam pedregulhos, cascalhos e concreções com a natureza do material originário, sendo presentes em relevos fortemente ondulados e montanhosos, associados a afloramentos rochosos. Suas limitações ao uso agrícola referem-se ao relevo movimentado e a frequente presença de rochas e pedregulhos. Na Figura 2.6 é apresentada a abrangência de cada classe de solo nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

Figura 2.6 - Pedologia das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: adaptado de UFV, 2010.

2.2.1.6 Clima

As bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas possuem, em geral, clima do tipo Aw, segundo a classificação climática Köppen-Geiger, caracterizado como clima tropical, seco no inverno e chuvoso no verão (ALVARES, 2013). É o clima predominante nas bacias 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. Na região das bacias dos rios Itapemirim e Itabapoana o clima é do tipo Cwa, segundo a classificação climática Köppen-Geiger, caracterizado como subtropical ou tropical de altitude, com inverno seco e verões quentes.



A distribuição espacial das temperaturas nas bacias foi analisada segundo as normais climatológicas produzidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As temperaturas médias anuais nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas apresentam temperaturas médias de 22°C a 24°C, tendo a bacia do Rio Itanhém uma pequena parte a Oeste em que as temperaturas médias vão de 24°C a 26°C. Na bacia do Rio Itapemirim as temperaturas médias ficam entre 22°C e 24°C, enquanto na bacia do Rio Itabapoana ficam entre 20°C e 22°C, à exceção de uma porção ao Sul, onde vão de 22°C a 24°C (INMET, 2020).

O regime pluviométrico nas bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas, segundo o Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM), é marcado por precipitação média anual de 1.000 a 1.100 mm, aumentando de norte a sul e do oeste das bacias para o leste. Já nas bacias dos rios Itapemirim e Itabapoana, as precipitações médias anuais são mais elevadas, variando de 1.200 mm e podendo superar 1.400 mm (CPRM, 2013). O período de maior pluviosidade é de novembro a março e o período seco vai de abril a outubro.

➤ Eventos extremos

Nas bacias, os eventos extremos de inundações são frequentes. As bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu e Itanhém, por exemplo, estão sujeitas a inundações, mas principalmente em zonas rurais, causando pouco impacto para a população. De acordo com Caderno da região hidrográfica do Atlântico Leste do Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006), especificamente no rio Buranhém, existem mais registros desse tipo, principalmente na zona rural, onde o DNOS atuou realizando dragagem do rio para diminuir os problemas de inundações causados pela ocupação desordenada das áreas adjacentes ao rio. Na bacia do rio Itanhém também existem registros de inundações em uma zona ocupada por pescadores (foz do rio) na cidade de Alcobaça.

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 41 registros de 2003 até 2016 nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste (DEFESA CIVIL, 2003 a 2016)¹. No mesmo período foram contabilizados 30 decretos de situação de emergência referentes a eventos críticos de inundações, enxurradas e enchentes nos municípios das bacias.

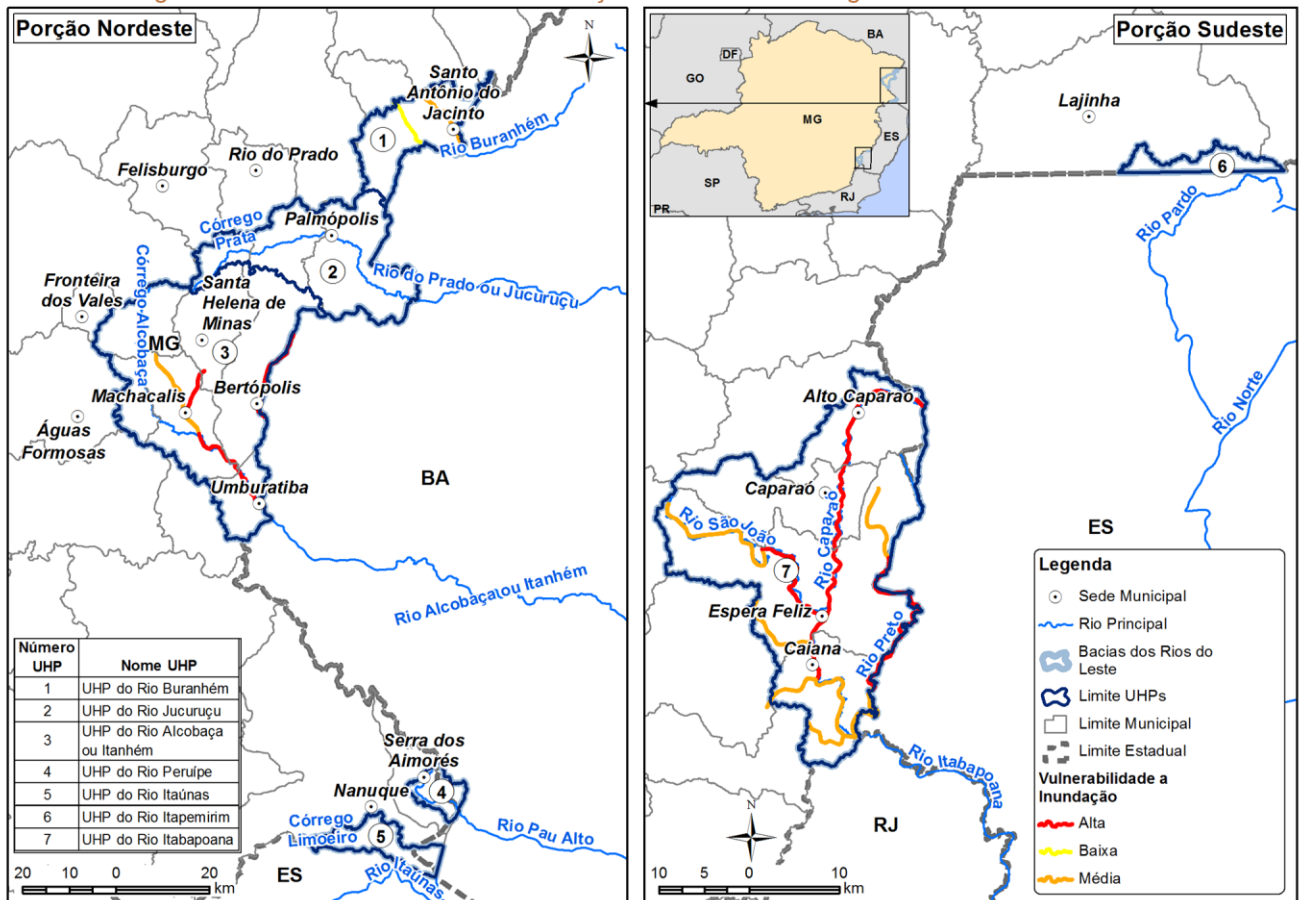
Na Figura 2.7 são apresentadas as áreas suscetíveis a inundações obtidas através de modelagem e validada pelo CPRM em campo entre os anos de 2012 e 2014 e por meio do Atlas de

¹ O programa 3.2 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos, apresentado no item 4.3.2.3, 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.



Vulnerabilidade a Inundações elaborado pela ANA em 2014, para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

Figura 2.7 - Áreas suscetíveis à inundação nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: adaptado de ANA, 2014.

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 mês. Doze das 17 cidades das bacias dos Rios do Leste declararam situação de emergência devido às chuvas intensas. Entre esses municípios, foi reconhecido um total de 843 pessoas desabrigadas e 5.407 desalojadas.

Quanto a vulnerabilidade e planejamento de adaptação às mudanças climáticas, as bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas estão localizadas em regiões classificadas como de vulnerabilidade muito forte e as bacias dos rios Itapemirim e Itabapoana em região classificadas como de vulnerabilidade forte, segundo o Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (FEAM,2015).

Para as bacias dos rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas o mesmo estudo indica como principais desafios para os recursos hídricos: disponibilidade de água para setores econômicos e abastecimento de água potável para consumo humano. Também existem riscos



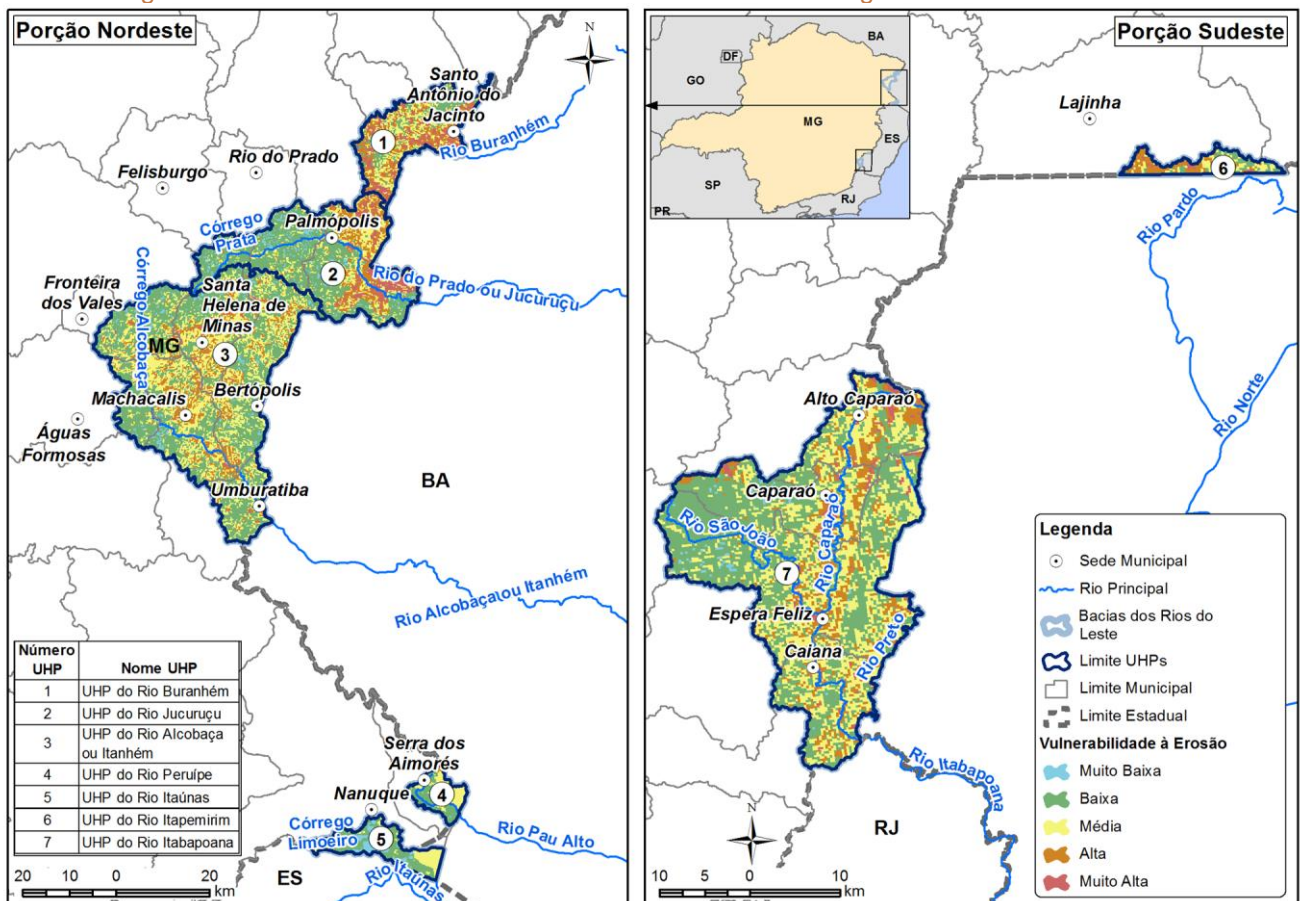
ambientais ligados ao processo de savanização e desertificação e desafios associados à capacitação institucional (FEAM, 2015).

Já para a região onde estão inseridas as bacias dos rios Itapemirim e Itabapoana, o estudo aponta como principais desafios: serviços de tratamento de esgotos sanitários; riscos de desastres naturais (inundações, deslizamentos de terreno); capacitação institucional; e impactos sobre a Mata Atlântica e a biodiversidade (FEAM, 2015).

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, apresentado na Figura 2.8.

Figura 2.8 - Vulnerabilidade do solo à erosão nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: adaptado de Minas Gerais, 2008.

As Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste possuem 1.612 km² da superfície com baixa vulnerabilidade dos solos à erosão, que equivale a 46,4% da área das bacias. Dos 1.866 km² restantes, 31,1% apresentam média vulnerabilidade, 14,5% apresentam alta vulnerabilidade, 4,9% muito alta e 3,1% apresentam muito baixa vulnerabilidade dos solos à erosão.



Comparando as 7 UHPs, a UHP do Rio Buranhém é a que apresenta a maior porcentagem de área com muito alta vulnerabilidade, com quase 20%. Ainda, é a segunda a apresentar maior porcentagem de área com vulnerabilidade alta, com 26,6%, sendo a mais vulnerável à erosão dos solos. A UHP do Rio Itapemirim possui 41,0% de sua área apresentando alta vulnerabilidade, podendo ser considerada a segunda mais vulnerável. A UHP do Rio Itaúnas, por sua vez, apresenta 60,3% de sua área com baixa vulnerabilidade, 20,7% com média, 18,4% com muito baixa vulnerabilidade e somente 0,7% de sua área com alta vulnerabilidade dos solos à erosão. Dentre as 7 UHPs, esta é a menos vulnerável à erosão dos solos.

Em relação à perda de solo, 70% da área das bacias possui perdas superiores a 10 t/ha/ano, o que pode ser explicado pelas áreas com produção agrícola, pelos altos valores de erodibilidade da chuva e do fator topográfico, além da presença de Argissolos e Neossolos que aumentam os valores de erodibilidade do solo. Os resultados obtidos nesse estudo indicam que **as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, com exceção das áreas da UHP do Rio Itaúnas e do Rio Peruípe, estão sujeitas a processos erosivos críticos**. Dessa forma, os resultados apontam para a **necessidade de adoção de práticas conservacionistas²**, com especial atenção para as áreas das UHPs do Rio Itapemirim e do Rio Itabapoana, na porção sudeste, e da UHP do Rio Buranhém, na porção nordeste.

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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste e na classe de solo dominante em cada associação de solos. Predominam nas bacias 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 nas bacias 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. Ocorrem ainda os Neossolos Litólicos, que são solos minerais, não hidromórficos, pouco evoluídos e rasos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha sã, coerente e dura ou, em alguns casos, sobre horizonte C pouco espesso. Por serem solos muito

² A ação 5.1.4 – Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural do programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária, além de outras ações do programa 5.4 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias, buscam reduzir os processos erosivos nas bacias.



rasos e situados em relevo muito declivoso, são solos com pouca aptidão agrícola e com alta suscetibilidade à erosão hídrica.

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 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.

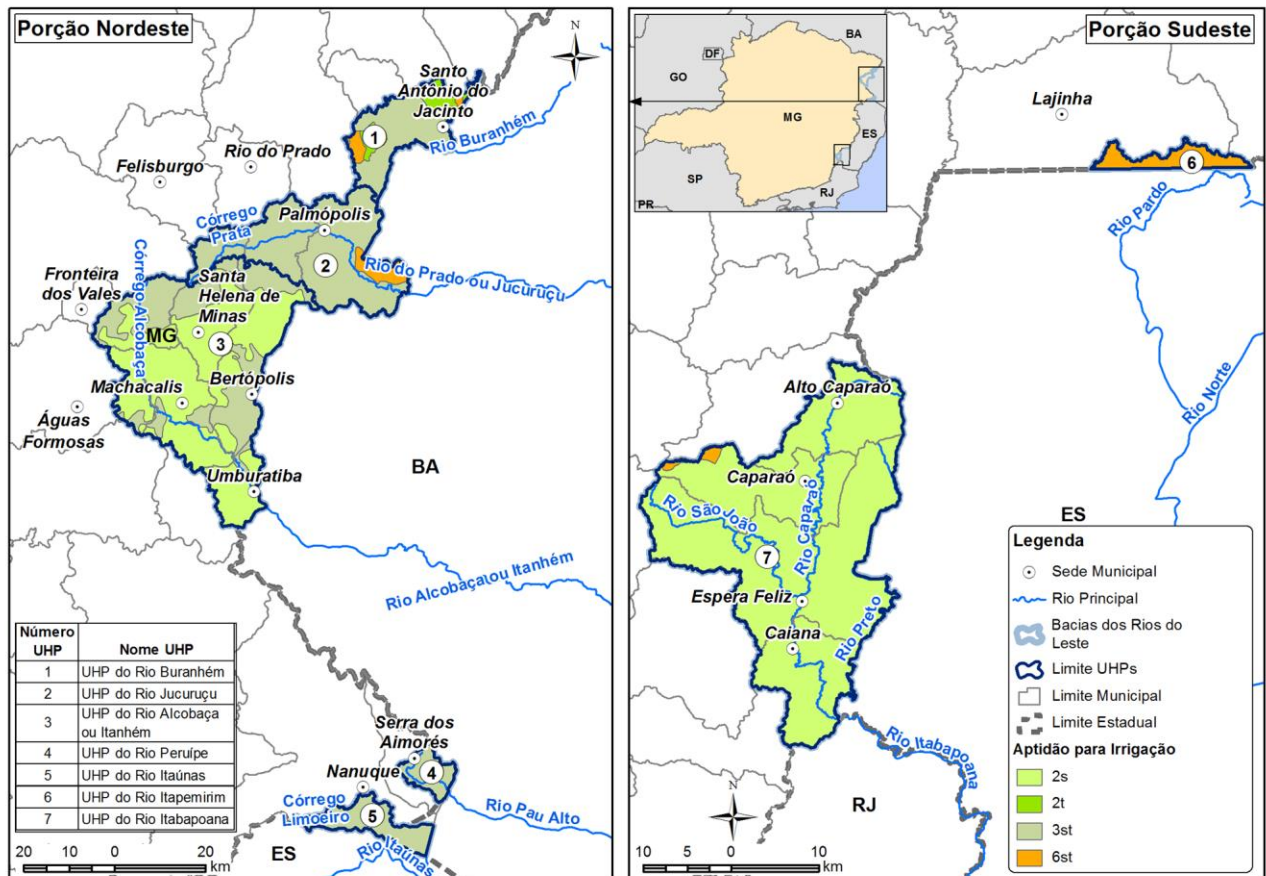
As razões que determinam a colocação das terras em classes inferiores são citadas através de subscritos, dispostos após o número correspondente à classe da terra. Os subscritos básicos são:



- s: corresponde às características relacionadas com profundidade efetiva, textura, fertilidade, transição, erosão, salinidade, alcalinidade (que pode ser representado separadamente por horizonte).
- d: corresponde a características relacionadas com a drenagem (permeabilidade, drenagem, risco de inundação).
- t: corresponde à topografia.
- i: terras isoladas.
- h: terras altas.
- l: terras baixas.

A Figura 2.9 e o Quadro 2.3 demonstram os resultados de classificação de aptidão para irrigação.

Figura 2.9 – Classes de aptidão para irrigação nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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	166.958,5	48,0
2st	7.512,6	2,2
3st	162.198,5	46,6
6st	11.106,4	3,2
Total	347.776,0	100,0

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) (50,2% da área) e aptidão restrita para irrigação (3st) (46,6% da área). Somente 3,2% 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

As Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste encontram-se integralmente inseridas no Bioma Mata Atlântica, subdivididas em três regiões fitoecológicas, 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 72,8% das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

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 10,7% das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

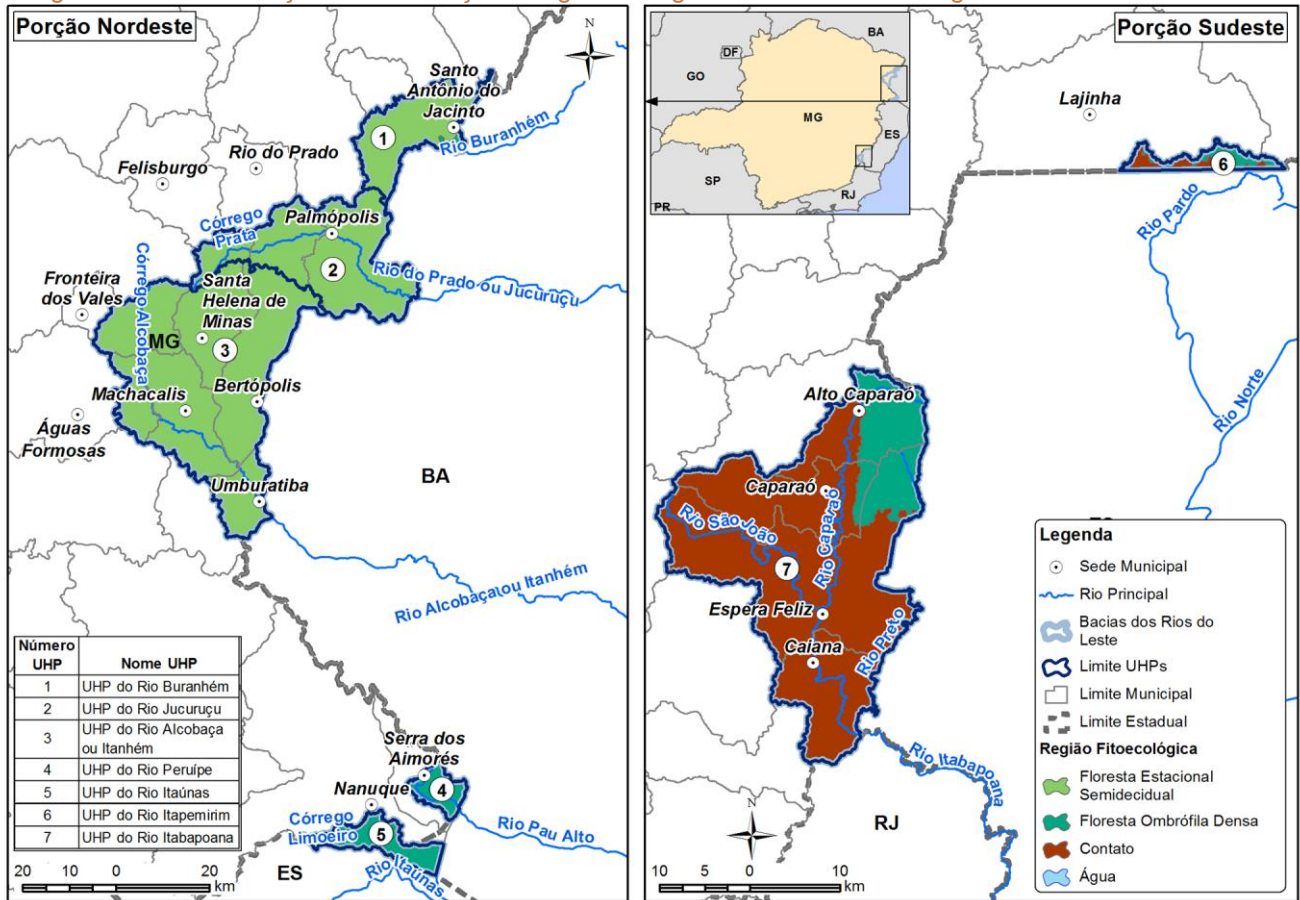
Região de Contato (também denominado Área de Tensão Ecológica) – regiões de contato ocorrem quando a flora de duas ou mais regiões fitoecológicas se interpenetram. Constituem assim os ecótonos (transições florísticas) ou encraves (no qual cada formação guarda sua identidade ecológica, sem se misturar). Corresponde a 16,5% das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

Quanto aos remanescentes florestais, nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste predominam fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, porém, as UHPs 1, 2 e 3 não apresentam cobertura vegetal protegida legalmente por Unidades de Conservação. A porção central das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste (UHPs 4 e 5), por sua vez, apresenta fragmentos florestais raros e esparsos, nas bacias do Córrego Barreado e Rio Pau Alto. A alta taxa de desmatamento na bacia do córrego Barreado deve-se à sua posição geográfica estratégica, no limite entre os estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo (Felippe *et al.*, 2009). Adistrição das



formações vegetais originais nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é apresentada na Figura 2.10.

Figura 2.10 - Distribuição das Formações Vegetais Originais nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: elaboração própria.

Ainda que as margens dos cursos d'água sejam protegidas pela legislação ambiental vigente como Áreas de Preservação Permanente (APPs), no interior das APPs das bacias destacam-se áreas com uso para pastagem e agricultura.

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 as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é 74,12%**³, sendo este um percentual expressivo.

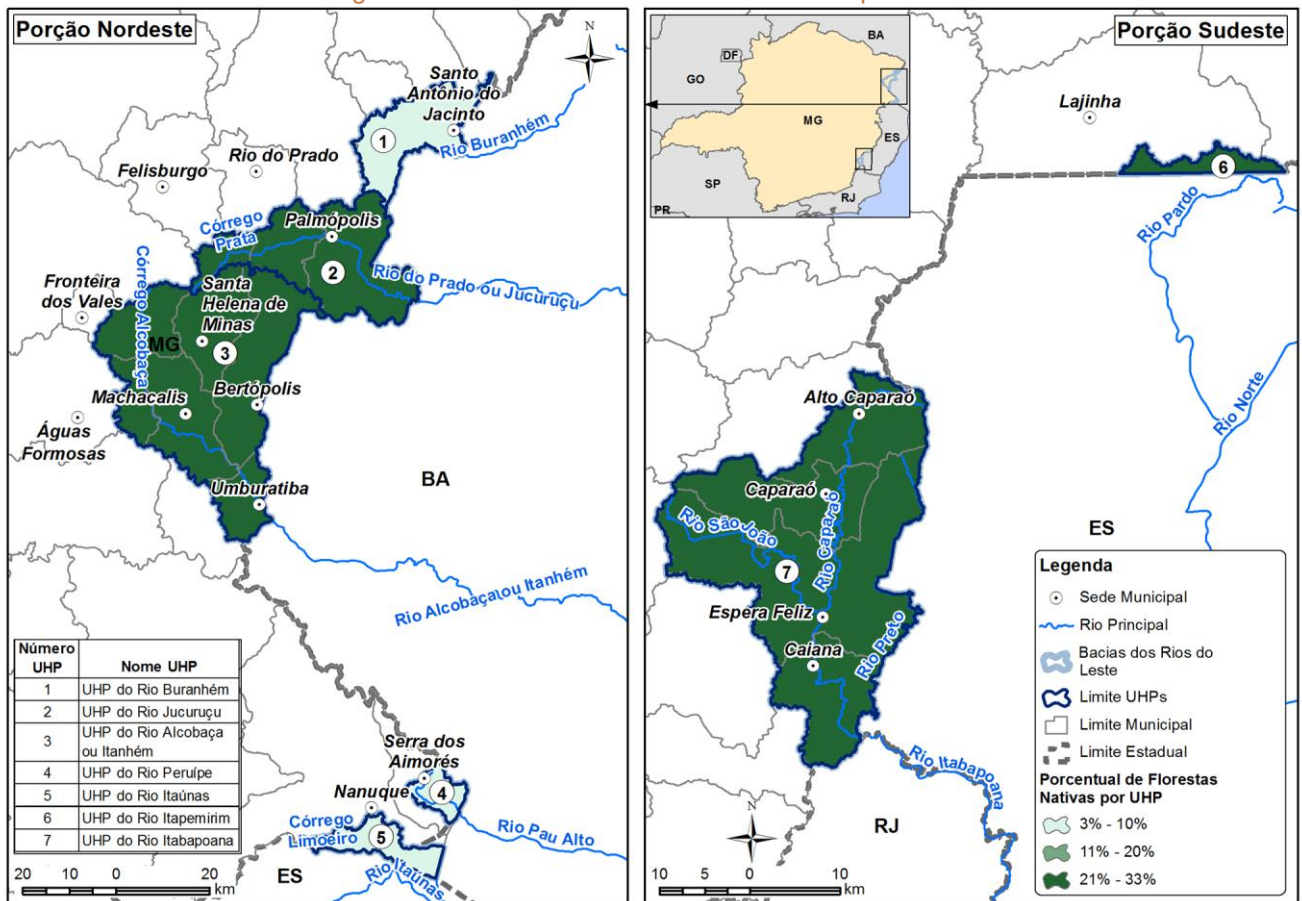
Nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, entre as formações vegetais, 48% são Formações Florestais, ou seja, remanescentes florestais da Floresta Ombrófila Densa, Floresta

³ A ação 5.4.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga busca reduzir essa deficiência das bacias.

Estacional Semidecidual ou Região de Contato entre ambas as formações. Destacam-se a UHP do Rio Itanhém (UHP-3), UHP do Rio Itabapoana (UHP-7) e UHP do Rio Jucuruçu (UHP-2), em ordem decrescente de área ocupada por vegetação florestal. A classe Floresta Plantada representa 1,8% do total de formações vegetais, e a Formação Savânica 0,3%.

O Plano de Manejo do Parque Caparaó descreve diferentes ambientes agrupados em duas principais tipologias vegetais: *floresta* (montana e aluvial), situadas nos pontos de menor altitude; e *campos de altitude* (afloramentos rochosos com vegetação e brejos de altitude) situados geralmente acima dos 1.600 m de altitude. Estes ambientes são característicos das UHPs 6 e 7. A região onde se situa o Parque é altamente antropizada, devido ao histórico de ocupação que sofreu ao longo dos tempos. No entanto, tem presença de pequenos fragmentos, considerados extremamente importantes para a conservação da flora. O percentual das UHPs coberto por fragmentos florestais é ilustrado através de classes, na Figura 2.11.

Figura 2.11 - Percentual de florestas nativas por UHP.



Fonte: elaboração própria.

Há oito espécies ameaçadas de extinção em Minas Gerais presentes no Parque Nacional do Caparaó. Com base em ICMBio (2015), há 20 táxons raros ou endêmicos registrados nas bacias em estudo.



2.2.1.10 Fauna

Dentre os objetivos do diagnóstico da fauna das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 do Parque Nacional do Caparaó e de um estudo realizado na bacia do Jucuruçu, não foram identificados estudos que caracterizam a fauna na região das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, assim, primeiramente são apresentadas 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). 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. As florestas de altitude apresentam endemismos devido ao isolamento geográfico; na Serra do Caparaó podem ser encontradas espécies exclusivas. Das 650 espécies de répteis conhecidas para o Brasil, 197 (42%) estão representadas na Mata Atlântica.

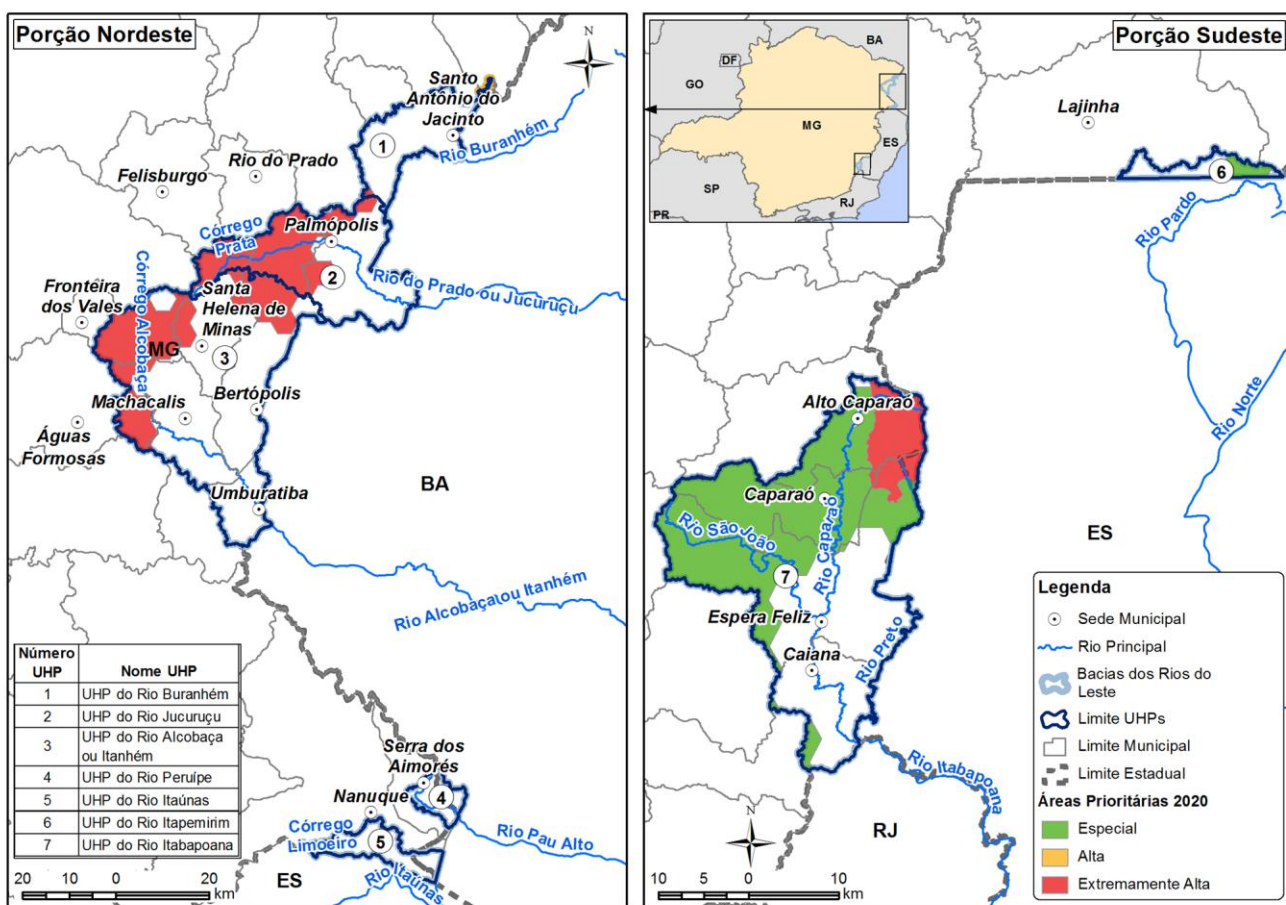
O fato de Minas Gerais se localizar em uma região geográfica que engloba parte dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, faz com que o Estado abrigue uma fauna de aves e mamíferos bastante rica e diversificada. São 785 espécies de aves levantadas para o estado, ou seja,

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

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 hábitat) o principal fator de ameaça. Os grupos com maior risco de extinção são espécies de grande porte (ex. carnívoros e primatas).

O conjunto de áreas indicadas à preservação resulta na Figura 2.12, onde observa-se a sobreposição de áreas de interesse para a biodiversidade aquática.

Figura 2.12 - Áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, situadas nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: adaptado de IEF, 2021.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque Nacional do Caparaó (ICMBio, 2015), há cinco espécies na lista oficial dos mamíferos brasileiros ameaçados de extinção, a saber: *Brachyteles hypoxanthus* (muriqui-do-norte), *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Puma concolor* (suçuarana), *Panthera onca* (onça-pintada) e *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira). Ainda, algumas espécies de mamíferos podem ser consideradas raras, sendo a perda de habitat e a caça as principais ameaças. Duas espécies raras de aves foram registradas para o Parque e outras espécies ameaçadas de extinção.



Em estudo realizado na bacia do Jucuruçu (Sarmiento-soares *et al.*, 2009) foram registradas 51 espécies de peixes, distribuídas em 30 famílias e nove ordens, em 14 pontos amostrais, das nascentes até a foz. As ordens com maior riqueza são Ostariophysi (58,8% da riqueza total), Perciformes (23,5%), Clupeiformes (5,9%), Cyprinodontiformes e Pleroneuctiformes (3,9% cada) e Lophiiformes e Gasterosteiformes (2,0% cada).

Os principais pontos de pressões e ameaças à fauna são o desmatamento e a fragmentação das florestas, o que resulta em redução de habitats e isolamento genético das populações. Além da perda de habitats, a ocupação de mata ciliar e seus efeitos sobre os corpos d'água, geram pressões não apenas sobre as populações de insetos, peixes e anfíbios, afetando todos os grupos terrestres, visto que a água é essencial para a manutenção da biodiversidade. Ainda, é importante destacar a caça/pesca predatória e a introdução de espécies exóticas como fatores de ameaça à biodiversidade da fauna regional.

2.2.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

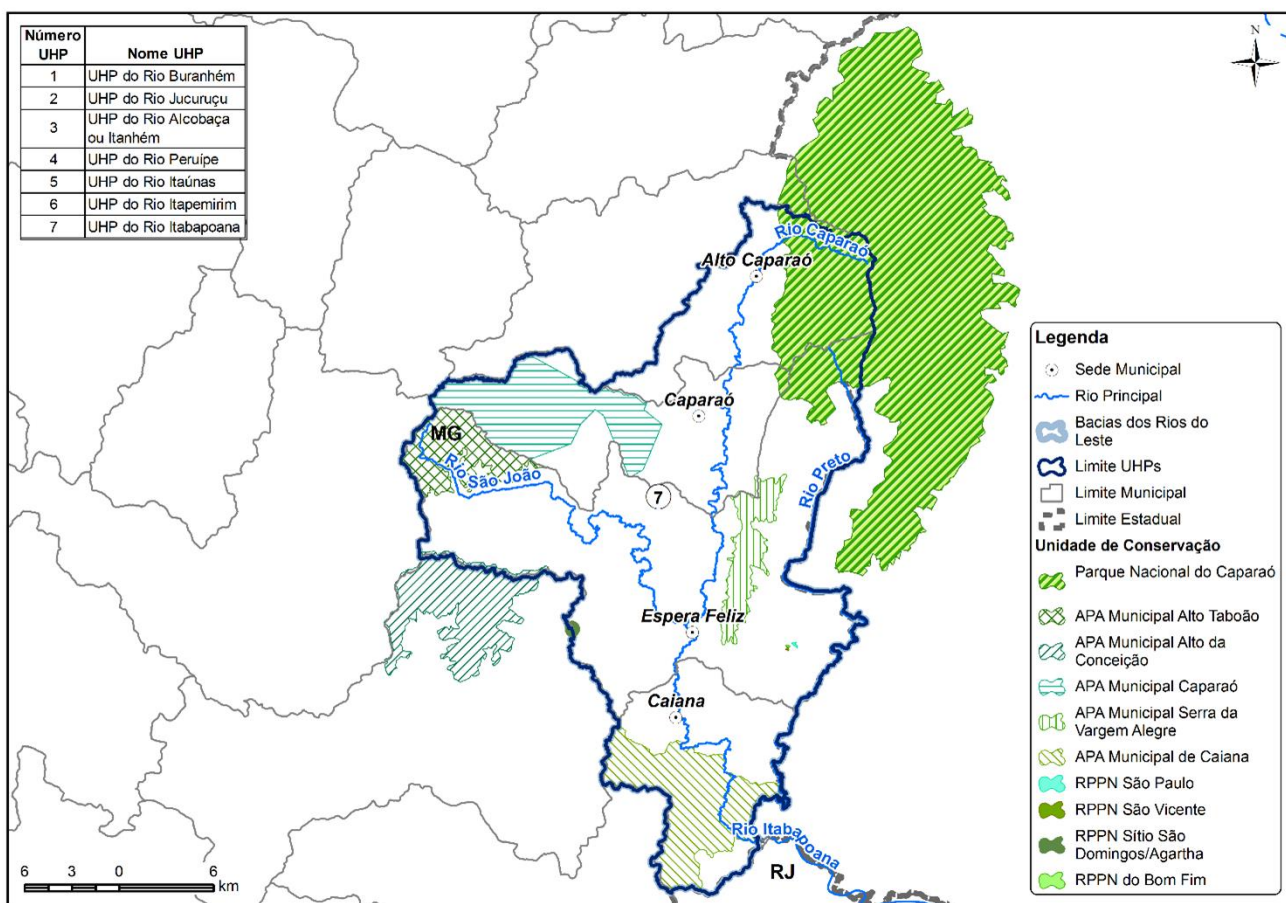
O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) estabelece que a criação e consolidação das Unidades de Conservação (UCs) são ações prioritárias para a conservação da diversidade biológica e sociocultural, e dos recursos naturais (Decreto Federal nº 5.758/06). O Sistema Nacional de Unidades de 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.

Em relação à totalidade das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 6% do território é coberto por UCs, o que significa uma área de 209,3 km², estando todas as UCs inseridas somente na UHP-7 – Rio Itabapoana, e representando 31% da área da UHP. A Figura 2.13 apresenta a localização dessas áreas.



Figura 2.13 - Unidades de Conservação e Áreas de Proteção na Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana.



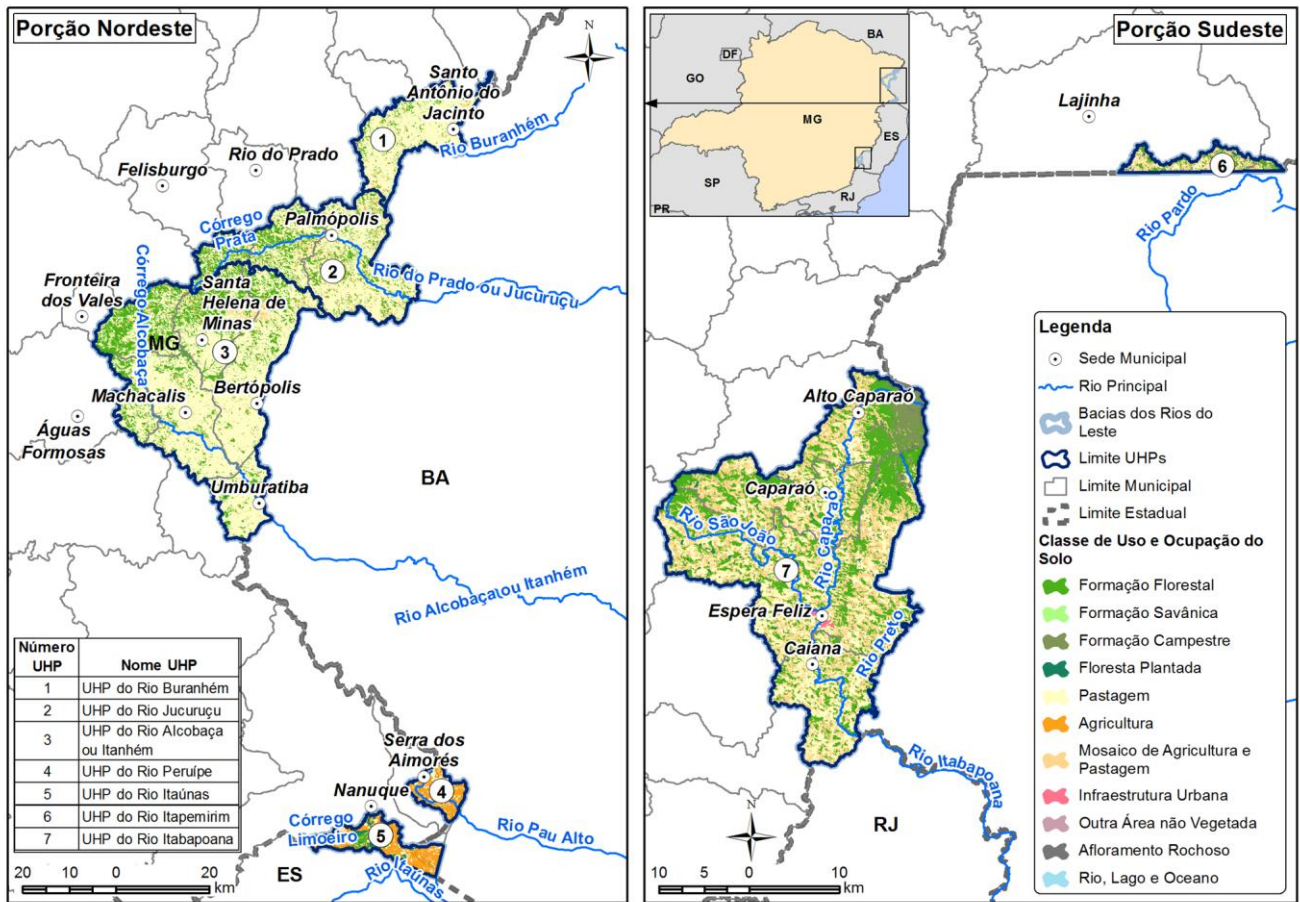
Fonte: adaptado de MapBiomias, 2015.

2.2.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A caracterização dos padrões de uso e cobertura do solo nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foi realizada com o recorte pelo limite das bacias 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 2.14 é apresentada a distribuição das classes de uso do solo na área das bacias.



Figura 2.14 - Uso e ocupação do solo nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 76% da área total das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Apesar de estarem sendo tratadas em conjunto, por não serem contíguas, as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste possuem características bastante distintas. As áreas de pastagem estão mais concentradas nas UHP-1-Rio Buranhém, UHP-2-Rio Jucuruçu e UHP-3-Rio Itanhém; as áreas de lavouras estão concentradas nas UHP-4-Rio Peruípe e UHP-5-Rio Itaúnas; enquanto as áreas classificadas como mosaico de agricultura e pastagem estão mais concentradas nas UHP-6-Rio Itapemirim e UHP-7-Rio Itabapoana.

De acordo com dados preliminares do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2018a), nos municípios localizados nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, os usos agropecuários mais representativos são pastagens, seguidos por lavouras permanentes e por fim lavouras temporárias. As maiores áreas de pastagem, conforme o Censo Agropecuário (IBGE, 2018a) estão localizadas nos municípios de Nanuque, Águas Formosas, Bertópolis, Santo Antônio do Jacinto e Machacalis. Ao analisar os dados de produtos da lavoura permanente, observa-se que o café é o cultivo de maior

destaque na região, ocupando 99% da área ocupada por cultivos permanentes. Os cultivos temporários predominantes são o milho, a cana-de-açúcar, o feijão e a mandioca, respectivamente.

As áreas com floresta natural (formação florestal e formação savânica) recobrem 22% da área total das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Este tipo de uso, no geral, encontra-se bem distribuído por toda a área analisada, contudo, podem ser observados alguns locais de maior concentração, como as regiões mais elevadas, próximas aos divisores de água, e dentro de unidades de conservação, como no Parque Nacional do Caparaó. A preservação dessas áreas de cabeceira é de grande importância para a segurança hídrica das bacias. 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 2% da área total das bacias.

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 nas bacias. Com base em informações dos censos demográficos serão analisadas a distribuição e características populacionais nas bacias hidrográficas.

A população total nas bacias era de 88.613 pessoas em 2010, que representavam 48,9% da população total dos municípios que fazem parte das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste (181.385 pessoas). O maior município em tamanho da população era Nanuque, com 40,8 mil pessoas residentes, representando 22,5% da população do conjunto dos municípios inseridos nas bacias. O segundo município em tamanho da população era Espera Feliz (12,6%), seguido de Lajinha (10,8%). Umburatiba é o menor município do grupo, com apenas 2,7 mil habitantes em 2010 (1,5% do conjunto de municípios das bacias). O conjunto dos municípios que fazem parte das bacias participavam, em 1991, com 1,1% da população do estado de Minas Gerais, participação essa que se reduziu a 1,0% em 2000 e a 0,9% em 2010. Essas informações são apresentadas no Quadro 2.4.

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

Unidade territorial	1991		2000		2010	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Águas Formosas	16.687	9,5	17.845	10,0	18.479	10,2
Alto Caparaó	3.393	1,9	4.673	2,6	5.297	2,9
Bertópolis	4.883	2,8	4.436	2,5	4.498	2,5
Caiana	4.583	2,6	4.367	2,4	4.968	2,7
Caparaó	4.530	2,6	5.000	2,8	5.209	2,9
Espera Feliz	19.543	11,1	20.528	11,5	22.856	12,6
Felisburgo	6.001	3,4	6.241	3,5	6.877	3,8
Fronteira dos Vales	5.103	2,9	4.902	2,7	4.687	2,6

⁵ Tema abordado na ação 5.3.2 - Articular e apoiar a criação e gestão de Unidades de Conservação, apresentada no item 4.3.

Unidade territorial	1991		2000		2010	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Lajinha	17.231	9,8	19.528	10,9	19.609	10,8
Machacalis	6.870	3,9	6.917	3,9	6.976	3,8
Nanuque	43.090	24,4	41.619	23,2	40.834	22,5
Palmópolis	7.173	4,1	8.886	5,0	6.931	3,8
Rio do Prado	6.228	3,5	5.390	3,0	5.217	2,9
Santa Helena de Minas	5.690	3,2	5.753	3,2	6.055	3,3
Santo Antônio do Jacinto	12.093	6,9	12.144	6,8	11.775	6,5
Serra dos Aimorés	10.224	5,8	8.182	4,6	8.412	4,6
Umburatiba	2.945	1,7	2.872	1,6	2.705	1,5
Total	176.267	100,0	179.283	100,0	181.385	100,0
Minas Gerais	15.743.152	1,1 ¹	17.891.494	1,0 ¹	19.597.330	0,9 ¹

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

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

O conjunto dos municípios das UHPs registraram um processo de urbanização um pouco mais intenso entre 1991, cuja taxa de urbanização era de 59,7%, e 2000, com taxa de 66,9%. Entretanto, de 2000 para 2010 a taxa de urbanização cresceu menos, registrando 70,8% para o conjunto da população dos municípios. Em relação ao estado de Minas Gerais, portanto, as taxas de urbanização dos municípios das UHPs são bem menores, o que aponta para um padrão regional com perfil rural.

No período 2000/2010 a taxa de crescimento da população dos municípios que fazem parte das UHPs foi de apenas 0,1% a.a. De maneira geral, as taxas de crescimento da população rural são negativas. Em contrapartida, somente quatro 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 nas bacias é de 25,8 hab/km².

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

Unidade territorial	Rural		Urbano		Total		Urbani-zação (%)	Densi-dade (hab/km ²)
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%		
UHP-1-Rio Buranhém	3.910	7,4	6.358	5,0	10.268	5,7	61,9	31,5
UHP-2-Rio Jucuruçu	4.739	8,9	4.488	3,5	9.227	5,1	48,6	13,1
UHP-3-Rio Itanhém	7.219	13,6	13.807	10,8	21.026	11,6	65,7	13,8
UHP-4-Rio Peruípe	513	1,0	5.994	4,7	6.507	3,6	92,1	115,7
UHP-5-Rio Itaúnas	260	0,5	2.369	1,8	2.629	1,4	90,1	20,5
UHP-6-Rio Itapemirim	626	1,2	-	0,0	626	0,3	0,0	19,4
UHP-7-Rio Itabapoana	15.568	29,4	22.762	17,7	38.330	21,1	59,4	58,1
Somatório UHPs	32.835	62,0	55.778	43,4	88.613	48,9	62,9	25,8
Fora das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste	20.148	38,0	72.625	56,6	92.773	51,1	78,3	23,3
Total municípios	52.983	100	128.403	100	181.386	100	70,8	24,4

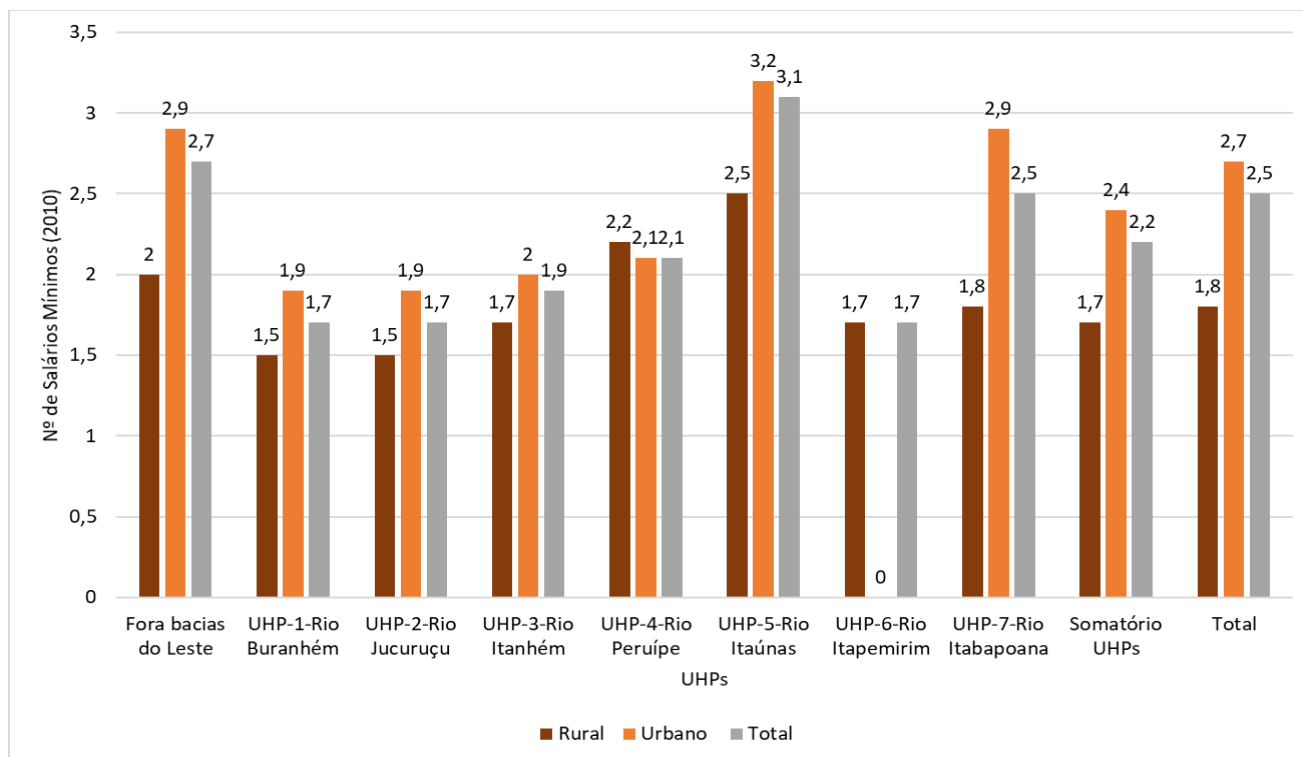
Fonte: adaptado de IBGE, 2010, Censo Demográfico.

Nota: estimativa proporcional a área dos setores censitários.



Conforme apresentado na Figura 2.15, é possível observar a renda média dos domicílios urbanos e rurais por UHP. O rendimento médio das famílias em domicílios localizados em áreas rurais era notadamente menor que os em áreas urbanas.

Figura 2.15 - Renda média dos domicílios em salários mínimos (2010).



Fonte: adaptado de IBGE, 2010, Censo Demográfico.
Nota: estimativa proporcional a área dos setores censitários.

O IDH Municipal 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. O IDH Municipal dos municípios das bacias são apresentados no Quadro 2.6.

Quadro 2.6 - IDH Municipal e suas dimensões (2010).

Município	IDHM	IDHM Longevidade	IDHM Renda	IDHM Educação		
				Geral	Subíndice de escolaridade	Subíndice de frequência escolar
Nanuque	0,701	0,850	0,666	0,609	0,483	0,684
Espera Feliz	0,663	0,846	0,663	0,520	0,347	0,636
Alto Caparaó	0,661	0,842	0,666	0,514	0,323	0,648
Lajinha	0,661	0,810	0,659	0,541	0,360	0,663
Serra dos Aimorés	0,651	0,784	0,653	0,539	0,408	0,619
Águas Formosas	0,645	0,811	0,624	0,531	0,368	0,638
Machacalis	0,640	0,783	0,607	0,552	0,356	0,688
Umburatiba	0,638	0,815	0,599	0,531	0,364	0,641
Caiana	0,633	0,833	0,631	0,483	0,289	0,625
Caparaó	0,624	0,836	0,614	0,473	0,300	0,594
Rio do Prado	0,605	0,807	0,573	0,479	0,313	0,593



Município	IDHM	IDHM Longevidade	IDHM Renda	IDHM Educação		
				Geral	Subíndice de escolaridade	Subíndice de frequência escolar
Bertópolis	0,594	0,799	0,576	0,455	0,284	0,575
Fronteira dos Vales	0,592	0,813	0,556	0,460	0,293	0,577
Felisburgo	0,583	0,744	0,577	0,462	0,281	0,593
Santo Antônio do Jacinto	0,574	0,772	0,575	0,427	0,239	0,570
Santa Helena de Minas	0,567	0,723	0,531	0,474	0,315	0,582
Palmópolis	0,565	0,738	0,559	0,437	0,242	0,587
Minas Gerais	0,731	0,838	0,730	0,638	0,514	0,710

Fonte: PNUD; IPEA; FJP, 2013.

Em 2010, a dimensão que mais contribuiu positivamente para o IDHM dos municípios das bacias 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 das bacias, sendo composto pelos indicadores de escolaridade da população adulta e fluxo escolar da população jovem.

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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, estruturado em quatro eixos: abastecimento de água; esgotamento sanitário; resíduos sólidos; e drenagem de águas pluviais.

2.2.5.1 Abastecimento de água

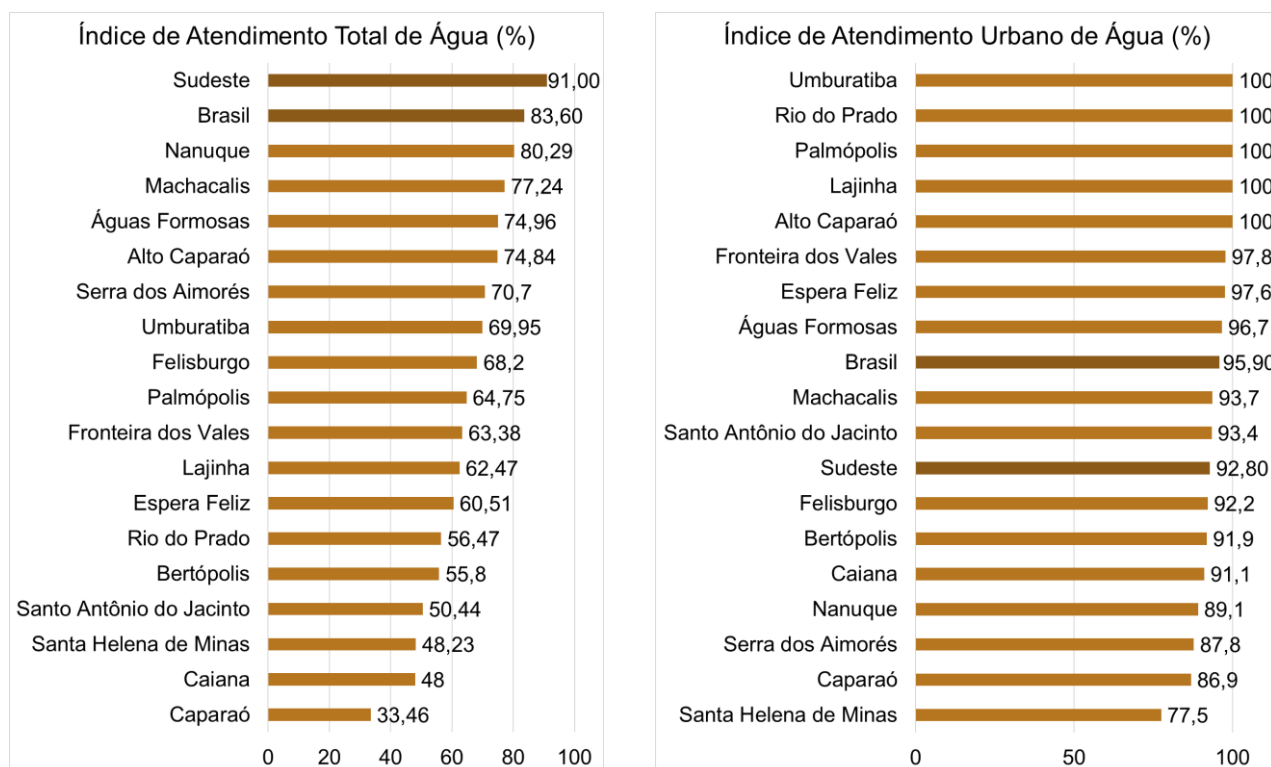
Os indicadores provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2018 dão base para avaliação da cobertura de atendimento de água, consumo e a eficiência da operação do sistema de abastecimento de água. A cobertura de atendimento dos serviços de saneamento básico afeta o bem-estar 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 nas bacias**, 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 2.16. 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 77,0% nos municípios das bacias, a taxa de atendimento total é menor que 80,0% em muitos municípios. Por exemplo, no município de Caiana, a taxa de atendimento urbana de água é de 91,1%, em contraste com a taxa de atendimento total igual a 48%, 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 2.16 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: SNIS, 2018.

Com relação aos índices de perdas do sistema de distribuição de água, apresentados na Figura 2.17, a maioria dos municípios apresenta valores menores que a média do Brasil (38,5%) e da região Sudeste (34,4%), exceto Serra dos Aimorés, Rio do Prado e Bertópolis. Apesar dos baixos valores dos índices, é necessário estabelecer medidas para o combate a ligações clandestinas e/ou sanar os problemas de aferição de hidrômetros, visando reduzir ainda mais o índice de perdas nos municípios⁷. 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

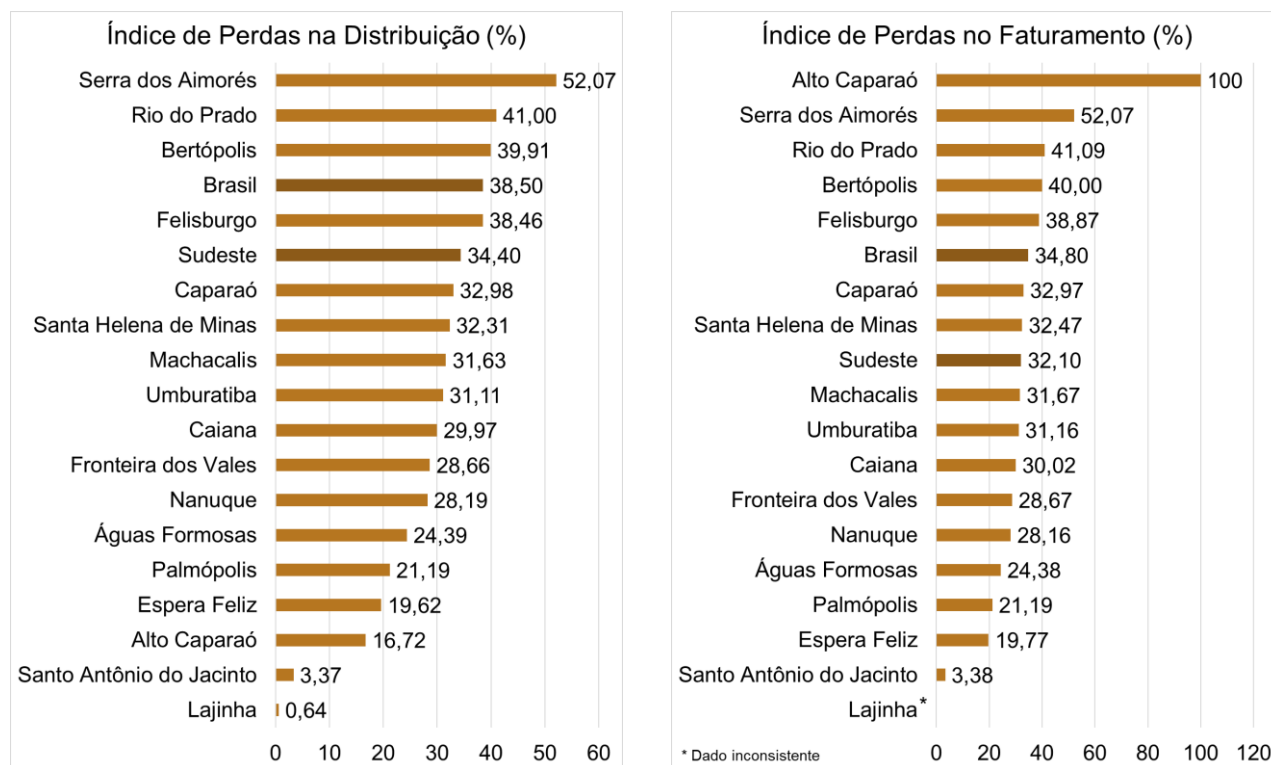
⁶ Necessidade que pode ser suprida com a implementação da ação 4.1.4 - Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural, apresentada no item 4.3.

⁷ Esses assuntos são contemplados nas ações 4.1.1 - Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento e 4.1.2 - Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento, apresentadas no item 4.3.



desenvolvimento econômico e social dos municípios das bacias, o que indica um potencial crescimento do consumo na situação de maior desenvolvimento quando não associado à ação de uso eficiente da água.

Figura 2.17 - Índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: SNIS, 2018.

Os serviços de abastecimento de água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste são administrados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), pelo Serviço de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais (COPANOR) e por Serviços Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). 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 Caiana (PMC, 2017). O Quadro 2.7 apresenta uma síntese das informações sobre os sistemas de abastecimento.



Quadro 2.7 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

Município	UHPs	Prestador de Serviço	Consumo per capita (l/hab.dia)	Índice de atendimento abastecimento de água (%)		Índice de perdas (%)	
				Total	Urbano	Distribuído	Faturado
Águas Formosas	UHP-3 - Rio Itanhém	COPANOR/ COPASA	126,6	74,96	96,70	24,39	24,38
Alto Caparaó	UHP-7 - Rio Itabapoana	Prefeitura Municipal	163,5	74,84	100,00	16,72	100,00
Bertópolis	UHP-2 - Rio Jucuruçu e UHP-3 - Rio Itanhém	COPANOR	105,1	55,80	91,90	39,91	40,00
Caiana	UHP-7 - Rio Itabapoana	COPASA	92,70	48,00	91,10	29,97	30,02
Caparaó	UHP-7 - Rio Itabapoana	COPASA	118,00	33,46	86,90	32,98	32,97
Espera Feliz	UHP-7 - Rio Itabapoana	COPASA	137,40	60,51	97,60	19,62	19,77
Felisburgo	UHP-3 - Rio Itanhém e UHP-2 - Rio Jucuruçu	COPANOR	111,70	68,20	92,20	38,46	38,87
Fronteira dos Vales	UHP-3 - Rio Itanhém e UHP-2 - Rio Jucuruçu	COPANOR	99,70	63,38	97,80	28,66	28,67
Lajinha	UHP-6 - Rio Itapemirim	SAAE	127,90	62,47	100,00	0,64	*
Machacalis	UHP-3 - Rio Itanhém	COPASA	120,40	77,24	93,70	31,63	31,67
Nanuque	UHP-5 - Rio Itaúnas	COPASA	123,80	80,29	89,10	28,19	28,16
Palmópolis	UHP-1 - Rio Buranhém, UHP-2 - Rio Jucuruçu e UHP-3 - Rio Itanhém	COPASA	142,30	64,75	100,00	21,19	21,19
Rio do Prado	UHP-2 - Rio Jucuruçu e UHP-3 - Rio Itanhém	COPANOR	108,90	56,47	100,00	41,00	41,09
Santa Helena de Minas	UHP-2 - Rio Jucuruçu e UHP-3 - Rio Itanhém	COPANOR	91,20	48,23	77,50	32,31	32,47
Santo Antônio do Jacinto	UHP-1 - Rio Buranhém e UHP-2 - Rio Jucuruçu	COPASA	120,70	50,44	93,40	3,37	3,38
Serra dos Aimorés	UHP-4 - Rio Peruípe	COPANOR/ COPASA	109,80	70,70	87,80	52,07	52,07
Umburatiba	UHP-3 - Rio Itanhém	COPANOR	137,20	69,95	100	31,11	31,16

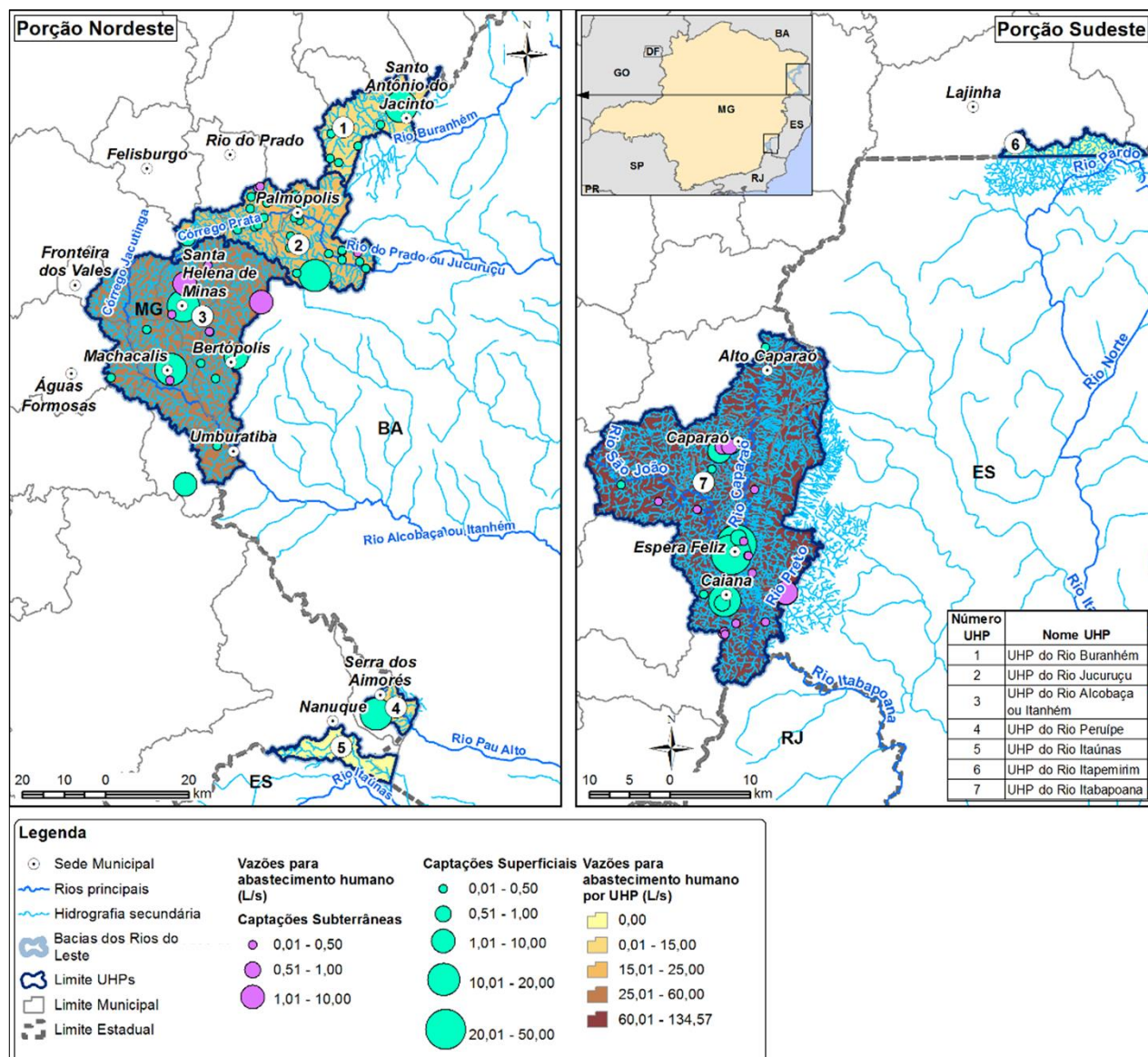
Fonte: SNIS, 2018.

* O valor informado pelo SNIS para Lajinha é discrepante (-40%) e isso impede sua utilização.

As captações para abastecimento público são majoritariamente provenientes de fontes superficiais, representando 50,4% do número total de captações, porém 83% da vazão captada. 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 2.18.



Figura 2.18 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.



Fonte: adaptado de ANA, 2010; IGAM, 2018a; PMC, 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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**

⁸ O programa 4.1 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água, apresentado no item 4.3, tem o objetivo de universalização do acesso à água segura para a população urbana e rural das bacias.

relação ao atendimento de esgoto nas bacias, uma vez que mais da metade dos municípios apresentam valores abaixo da média nacional (53,2%) e apenas quatro estão acima da média da região Sudeste (79,2%) (SNIS, 2018).

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 Santo Antônio do Jacinto, Palmópolis, Machacalis, Espera Feliz, e Caiana. Há também municípios que declaram tratar 100% do esgoto, porém coletam muito abaixo do nível nacional e regional, como por exemplo Bertópolis que coleta apenas 9,47%, e assim trata 100% do esgoto coletado.

Os dados referentes às condições de esgotamento sanitário nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foram obtidos pelo Atlas Esgotos (ANA, 2013) e pelo Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Caiana (PMC, 2017). No Quadro 2.8 estão elencadas informações técnicas sobre as estações de tratamento de esgotos dos servidores de saneamento básico nas bacias.

Quadro 2.8 - 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/COPASA	-	-	Rio Pampa
Alto Caparaó	Não há	Prefeitura Municipal	-	-	Rio Caparaó
Bertópolis	Não há	COPANOR	-	-	Rio das Umburanas
Caiana	Não há	COPASA	-	-	Rio São João
Caparaó	Não há	COPASA	-	-	Ribeirão da Fama
Espera Feliz	Não há	COPASA	-	-	Rio São João
Felisburgo	Não há	COPANOR	-	-	Córrego José Ferreira e Rio Rubim do Sul
Fronteira dos Vales	Não há	COPANOR	-	-	Rio Pampa
Lajinha	Não há	SAAE	-	-	Ribeirão São Domingos
Machacalis	Não há	COPASA	-	-	Córrego Água-Branca e Rio do Norte
Nanuque	Não há	COPASA	-	-	Rio Mucuri e Córregos Guaribas e São Mateus
Palmópolis	Não há	COPASA	-	-	Rio do Pardo ou Jucuruçu
Rio do Prado	Não há	COPANOR	-	-	Rio Barracão
Santa Helena de Minas	Não há	COPANOR	-	-	Rio do Norte
Santo Antônio do Jacinto	Não há	COPASA	-	-	Córregos Oliveira e Manuel Santos
Serra dos Aimorés	ETE de Serra dos Aimorés	COPANOR/COPASA	UASB	65,00	Córrego da Estiva (ETE) e Córrego do Barroso (sem tratamento)
Umburatiba	Não há	COPANOR	-	-	Rio Itanhém

Fonte: adaptado de ANA, 2013; PMC, 2017.

Nota: - Sinal indicativo de que não há ETE.

A partir das informações do Quadro 2.8, observa-se uma realidade preocupante nas bacias, já que apenas o município de Serra dos Aimorés é atendido por estação de tratamento de esgoto. Complementarmente, verifica-se que esta ETE adota 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 nas bacias, 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. 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 existentes, 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.

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 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 Nanuque se

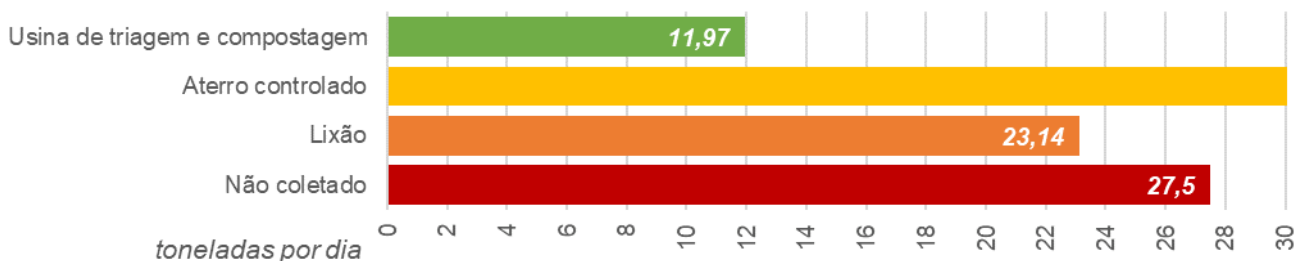
⁹ As ações indicadas para esses objetivos são apresentadas no Programa 4.2 – Esgotamento Sanitário Urbano, no item 4.3.

¹⁰ Programa 2.3 – Educação Ambiental apresentado no item 4.3.



destaca na maior geração de resíduos, contribuindo com cerca de 30% dos resíduos sólidos gerados nas bacias (35,5 toneladas diárias) - desconsiderando o município onde não há dados informados. Na Figura 2.19 são apresentadas as quantidades de resíduos (em ton/dia) dos municípios das bacias por tipo de destinação.

Figura 2.19 - Quantidade de resíduos em toneladas/dia por tipo de destinação nos municípios das bacias.



Fonte: elaboração própria, com base em SNIS, 2018.

Destaca-se a existência de lixões e aterros controlados desativados nos municípios das bacias. 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 são frequentes nas bacias dos Rios



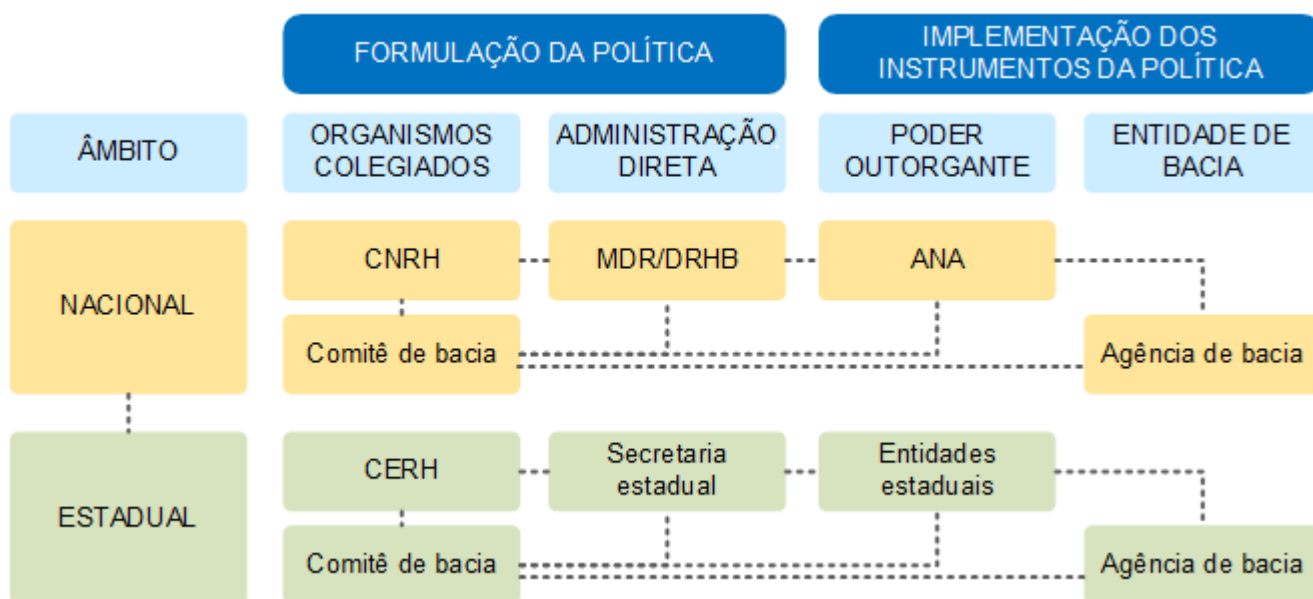
do Leste e demandam ações referentes à drenagem¹¹. Ainda, entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022 foi registrado um evento crítico devido às chuvas intensas que afetou pelo menos doze das 17 cidades das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

2.2.6 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH foi instituída através da Lei Federal nº 9.433/1997, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH. Esse diploma legal configurou um marco de profunda mudança valorativa em relação aos usos múltiplos da água, às prioridades desses usos, ao seu valor econômico, à sua finitude e à participação popular na gestão.

A Figura 2.20 apresenta o Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos no âmbito nacional.

Figura 2.20 - Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.



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

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

¹¹ Ações para a drenagem de águas pluviais são apresentadas no item 4.3, com o Programa 4.3 – Drenagem Urbana.



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) foi criado através da Lei Federal nº 9.433/1997, a mesma que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo vinculado originalmente ao MMA, contudo, atualmente, encontra-se vinculado 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. Compete à ANA 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 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; 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 2.21.

Figura 2.21 - Integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais.



Fonte: elaborado com base em IGAM, 2020.

Dos núcleos regionais do IGAM, destaca-se o de Governador Valares e, dos Núcleos Regionais da SEMAD, o do Leste, como os que atendem a região das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

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

2.2.6.1 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), do qual é a entidade gestora do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, 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 destacam: a Unidade Regional de Gestão das Águas Jequitinhonha - URGA JEQ, situada em Diamantina - MG, que atende as Bacias Hidrográficas do Rio Buranhém e do Rio Jucuruçu; a Unidade Regional de Gestão das Águas Leste Mineiro - URGA LM, localizada em Governador Valadares - MG, que atende as Bacias Hidrográficas do Rio Itanhém (ou Alcobaça), do Rio Peruípe e do Rio Itaúnas e a Unidade Regional de Gestão das Águas Zona da Mata - ZM, situada em Juiz de Fora - MG, que atende as Bacias Hidrográficas do Rio Itapemirim e do Rio Itabapoana.

2.2.6.2 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.

2.2.6.3 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.

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 Circunscrições Hidrográficas e para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

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, primeiramente, as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foram divididas em dois conjuntos, a porção nordeste, englobando as UHPs dos rios Itanhém, Jucuruçu, Buranhém, Peruípe e Itaúnas e a porção sudeste, com as UHPs dos rios Itapemirim e Itabapoana. Para a porção nordeste foram analisados três diferentes cenários, o cenário com o melhor resultado representa aquele com a utilização dos postos do Rio Mucuri em conjunto com alguns postos do rio Jequitinhonha. Na porção sudeste foram obtidas equações de ajuste para as bacias considerando apenas as estações fluviométricas localizadas nas UHPs do conjunto.

No presente estudo, as estações fluviométricas utilizadas para a avaliação foram agrupadas em dois conjuntos: o primeiro, com a relação das estações dos cenários selecionados, 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.

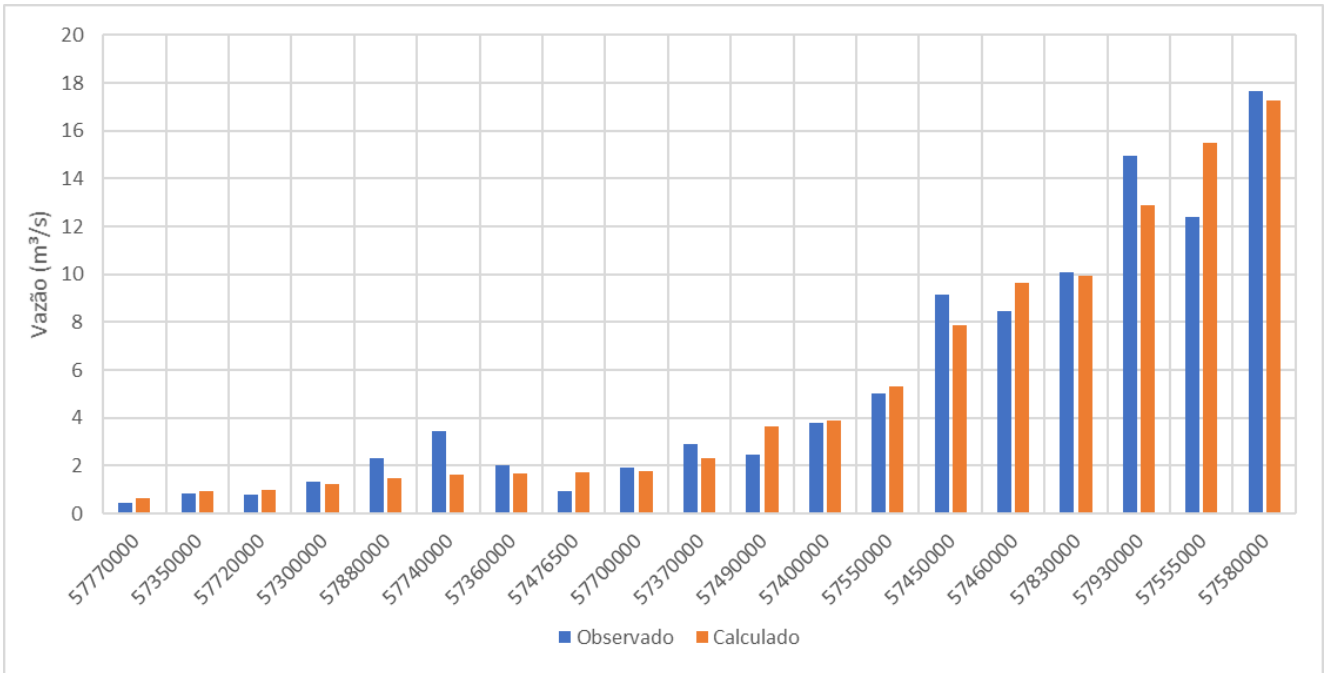
Considerando-se a Q_{mlp} , a Q_{95} e a $Q_{7,10}$ analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que as variáveis explicativas que possibilitaram o melhor ajuste estatístico foram a precipitação equivalente, para a porção nordeste, e a área de drenagem, para a porção sudeste. 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 das UHPs de cada porção, além da distribuição espacial dos erros relativos nas estações fluviométricas para a $Q_{7,10}$ ¹².

¹² A ação 3.1.1 – Ampliar a rede de monitoramento quantitativo, apresentada no item 4.3.2.3, prevê a expansão da rede de monitoramento, o que pode contribuir com observações mais precisas em estudos futuros.



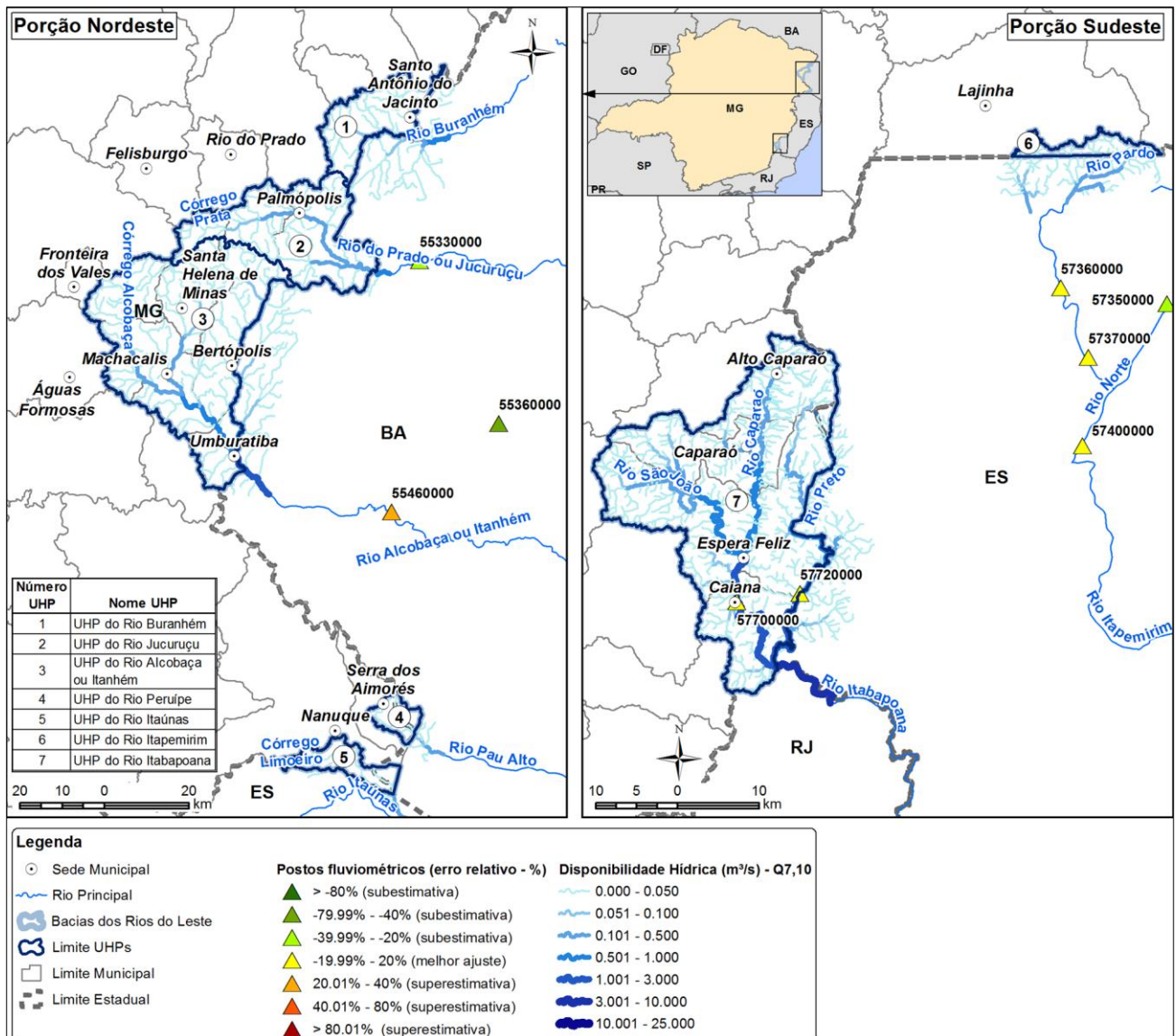
Figura 2.22 - Comparativo entre a $Q_{7,10}$ observada e calculada nas estações fluviométricas utilizadas no estudo de regionalização da porção sudeste.



Fonte: elaboração própria.



Figura 2.23 - Disponibilidade hídrica nos trechos definidos das UHPs da porção nordeste e distribuição espacial dos 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 das bacias em estudo são apresentados no Quadro 2.9. Como algumas UHPs recebem contribuições de outras UHPs de montante, além do caso de entrada de contribuintes de outros Estados, considerou-se também apenas as vazões incrementais produzidas em cada unidade, isto é, desconsiderando contribuições de montante e externas, o que é colocado no Quadro 2.10.

Quadro 2.9 - Vazões absolutas nos exutórios de cada UHP definida para as bacias dos Rios do Leste.

UHPs	Curso d'água	Vazões (m ³ /s)		
		Q _{mlp}	Q ₉₅	Q _{7,10}
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	3,68	0,68	0,37
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Jucuru	4,77	0,87	0,48
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Itanhém	13,75	2,48	1,34
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	0,58	0,11	0,06
UHP-5 - Rio Itaúnas	Carrego Barreado	1,32	0,25	0,14
UHP-6 - Rio Itapemirim	Córrego Vista Alegre, Córrego Monte Cristo, Córrego São José	0,71	0,23	0,15
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Preto, Rio São João	20,68	4,62	3,24
Contribuições externas UHP-1	Córrego Manoel Antônio, Córrego Umburaninha	1,24	0,23	0,13
Contribuições externas UHP-1	Córrego da Onça	0,66	0,12	0,07
Contribuições externas UHP-4	sem nome	0,18	0,03	0,02
Contribuições externas UHP-7	Rio Caparaózinho, Córrego da Piedade, Córrego Azul, Córrego da Redonda	2,19	0,63	0,43

Fonte: elaboração própria.

Quadro 2.10 - Vazões produzidas em cada UHP as bacias dos Rios do Leste, desconsiderando as contribuições de outras bacias.

UHPs	Curso d'água	Vazões (m ³ /s)		
		Q _{mlp}	Q ₉₅	Q _{7,10}
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	3,02	0,55	0,30
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Jucuru	4,77	0,87	0,48
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Itanhém	12,51	2,25	1,21
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	0,40	0,07	0,04
UHP-5 - Rio Itaúnas	Carrego Barreado	1,32	0,25	0,14
UHP-6 - Rio Itapemirim	Córrego Vista Alegre, Córrego Monte Cristo, Córrego São José	0,71	0,23	0,15
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Preto, Rio São João	18,49	3,99	2,82

Fonte: elaboração própria.

A avaliação do estudo de regionalização de vazão realizado para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais demonstrou que os valores de regionalização obtidos para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste estão razoáveis, dentro das limitações e oferta de dados disponíveis. Cabe ressaltar que a grande maioria dos ototrechos definidos como unidade de balanço são muito pequenos, dificultando a avaliação destes segmentos.

2.3.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

Os dados utilizados na confecção deste capítulo são oriundos dos Cadastros de uso insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a), Cadastro de Outorgas subterrâneas (IGAM, 2018b), esses dois somando dados de 88 pontos de captação, e do banco de dados do SIAGAS (2019).

O uso das águas subterrâneas nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é efetuado através da exploração de poços tubulares profundos, poços manuais (cisternas) e captações em nascentes, e representam significativa parcela no suprimento hídrico das bacias. Considerando as



demandas de abastecimento público, mineração, indústria, irrigação, aquicultura e agropecuária, as águas subterrâneas contribuem com 10% da captação total, chegando a satisfazer 70% da captação de água para a indústria.

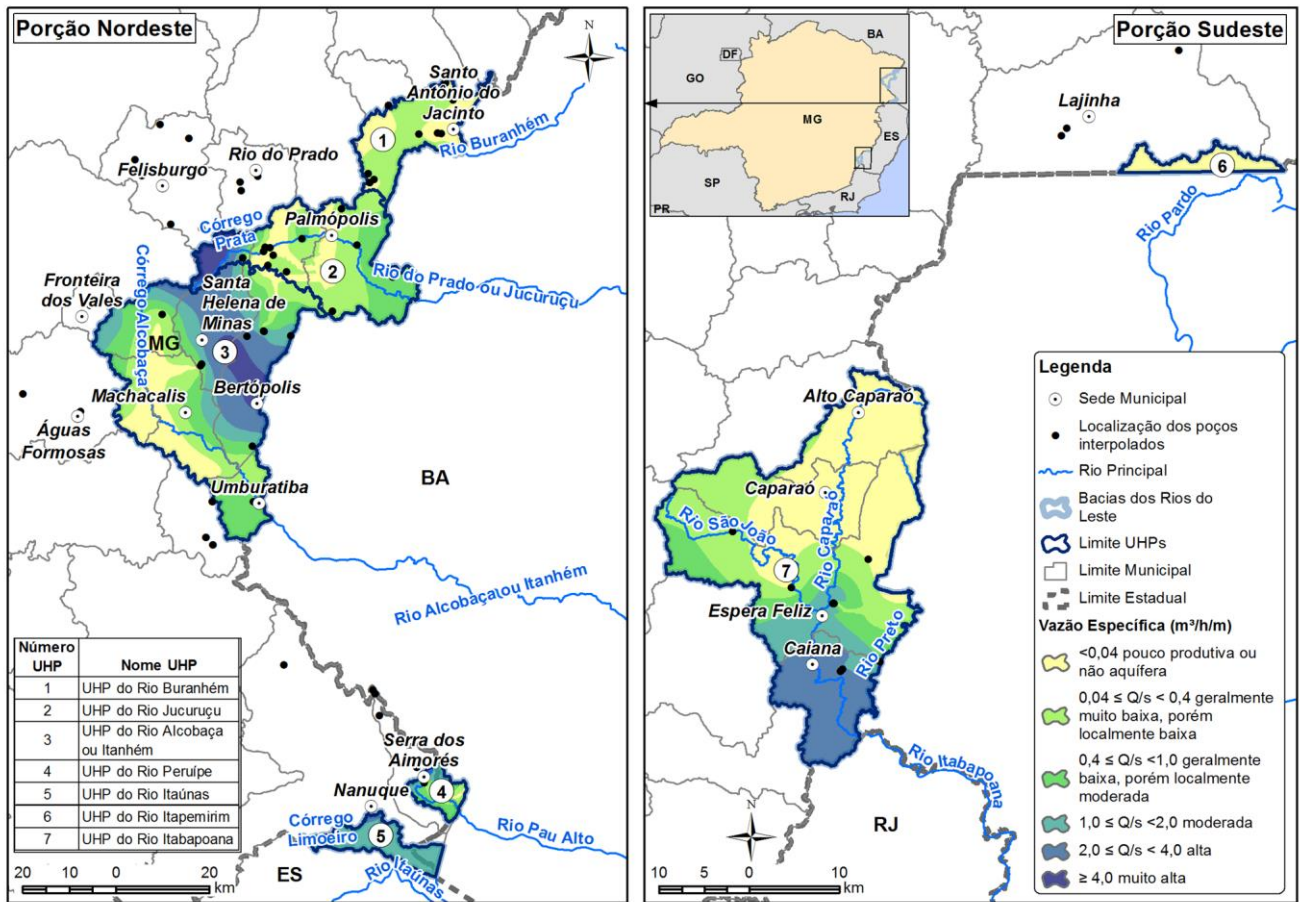
As condições de utilização das águas subterrâneas serão analisadas considerando as disponibilidades efetivas e instaladas existentes nas bacias, cujos resultados serão posteriormente comparados com as reservas renováveis estimadas. A disponibilidade efetiva representa o volume subterrâneo total passível 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 as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é de 1.494,95 m³/dia, ou 545.656,75 m³/ano, e a disponibilidade instalada (D_i) total é 1.080.984,00 m³/ano.

A avaliação da potencialidade aquífera das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foi realizada através da análise de poços tubulares provenientes do banco de dados do SIAGAS. Dos 132 poços existentes, 81 apresentaram o dado de vazão específica. Para as bacias dos rios Itanhém, Jucuruçu e Buranhém foi constatado que, aproximadamente, 40% dos poços apresentam potencialidade “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”. No caso das bacias dos rios Peruípe e Itaúnas 63% dos poços apresentaram potencialidade “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”. Para a porção sudeste das bacias predominaram os poços com potencialidade “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”, com 30,8%. A Figura 2.24 apresenta a distribuição da potencialidade dos aquíferos com os dados de vazão específica do SIAGAS interpolados para as bacias, sendo possível definir as áreas mais favoráveis a ocorrência de água subterrânea.



Figura 2.24 - Potencialidade dos aquíferos nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 2.11.



Quadro 2.11 - Volume anual total, de deflúvio subterrâneo e superficial médio nas bacias.

Bacias	Período	Fluxo de Base (m ³ /s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Volume total anual (m ³)	Volume deflúvio subterrâneo (m ³)	Volume superficial (m ³)
Itanhém, Jucuruçu e Buranhém	Seco	2,952	9,31×10 ⁷	2,79×10 ⁷	9,44×10 ⁷	6,10×10 ⁷	3,34×10 ⁷
	Úmido	13,277	4,19×10 ⁸	1,26×10 ⁸	4,94×10 ⁸	2,79×10 ⁸	2,15×10 ⁸
Peruípe e Itaúnas	Seco	10,614	3,35×10 ⁸	1,00×10 ⁸	7,68×10 ⁸	3,35×10 ⁸	4,33×10 ⁸
	Úmido	115,232	3,63×10 ⁹	1,09×10 ⁹	5,80×10 ⁹	3,63×10 ⁹	2,17×10 ⁹
Itapemirim e Itabapoana	Seco	1,933	6,10×10 ⁷	1,83×10 ⁷	1,88×10 ⁸	9,31×10 ⁷	9,46×10 ⁷
	Úmido	8,859	2,79×10 ⁸	8,38×10 ⁷	1,20×10 ⁹	4,20×10 ⁸	7,75×10 ⁸

Fonte: elaboração própria.

A Reserva Explorável (R_e) 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 ($5,46 \times 10^5$ m³/ano) corresponde a menos de 1% da reserva renovável das bacias nos períodos mais secos registrados. Mesmo que o bombeamento fosse realizado 24 horas por dia (disponibilidade instalada), o percentual com relação a reserva renovável para o período seco seria menor de 2%. Como esperado, os percentuais de D_e e D_i sobre a reserva renovável média para o período mais úmido são ainda menos representativos, resultando em máximos de 0,2% para D_e/R_r e 0,4% para D_i/R_r .

A porção sudeste apresentou as maiores relações entre disponibilidade e reserva renovável e as bacias dos rios Perúipe e Itaúnas as menores. Os aquíferos das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste não apresentam risco de superexploração considerando tanto um cenário de inexistência de poços não cadastrados ou clandestinos, quanto uma clandestinidade de 90% do total de poços¹³.

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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

A rede de monitoramento do IGAM conta com 11 estações localizadas ao longo das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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

¹³ Observa-se a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as águas subterrâneas nas bacias, assim, no Plano de Ação é proposto estudo específico com esse fim, na ação 3.4.1 – Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas nas bacias.



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 2.12.

Quadro 2.12. 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

¹⁴ A ação 3.1.2 – Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água, apresentada no item 4.3.2.3, tem o objetivo de contribuir com a avaliação da qualidade das águas nas bacias.

Parâmetro	Unidade	Peso (wi)
Fosfato total	mg/L	0,1
Varição 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 2.13.

Quadro 2.13 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.

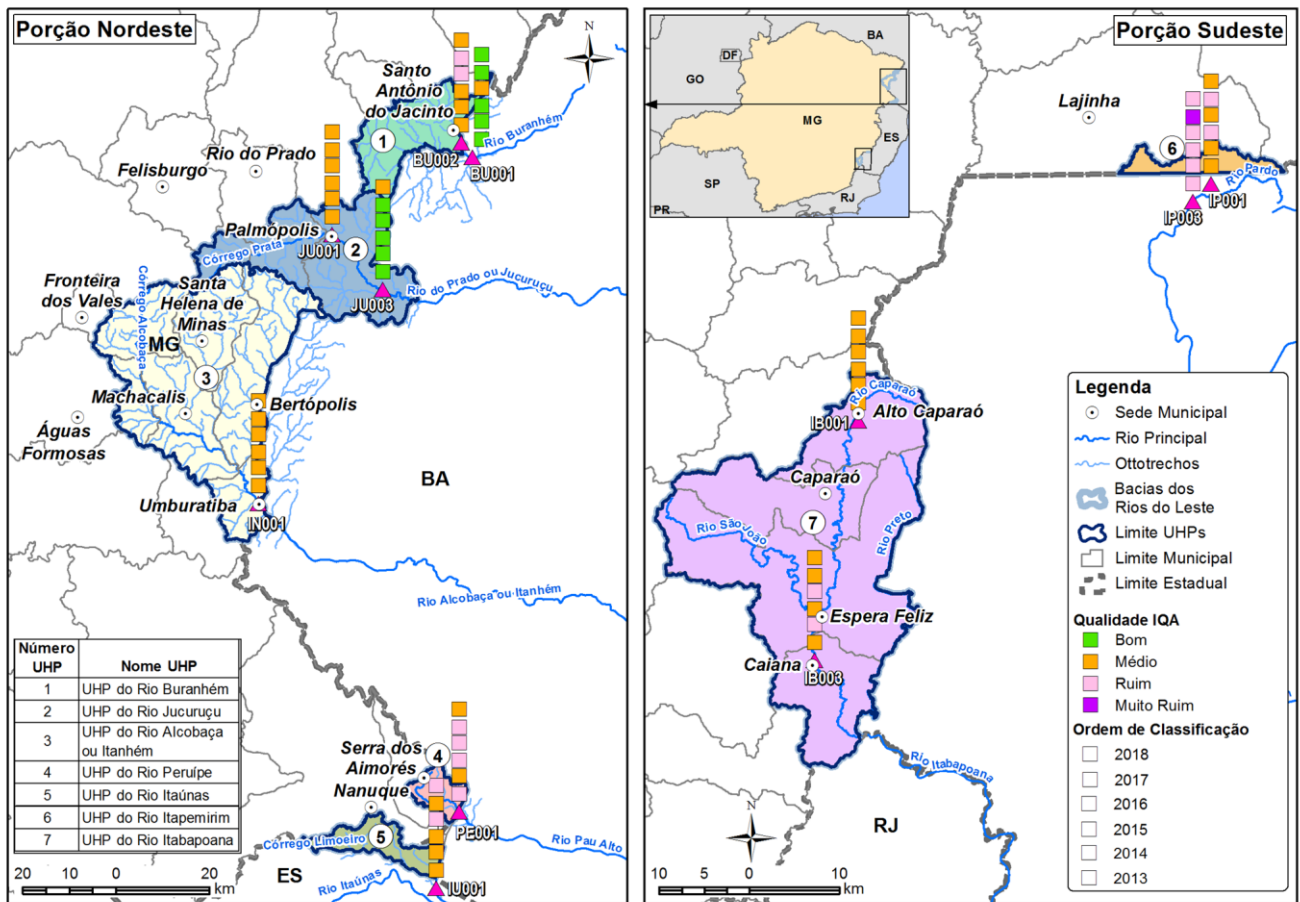
Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA ≤ 100	Excelente	Águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público.
70 < IQA ≤ 90	Bom	
50 < IQA ≤ 70	Médio	
25 < IQA ≤ 50	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público, sendo necessários tratamentos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

Fonte: IGAM, 2019.

Oito das onze estações mantiveram-se na faixa de IQA Médio ou superior na maior parte do período analisado. Em uma das estações houve tendência de decréscimo do IQA. 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, onde é possível verificar valores na faixa entre 50 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 2.14 apresenta as três faixas de classificação para o indicador Contaminação por Tóxicos, bem como o significado de cada uma delas.



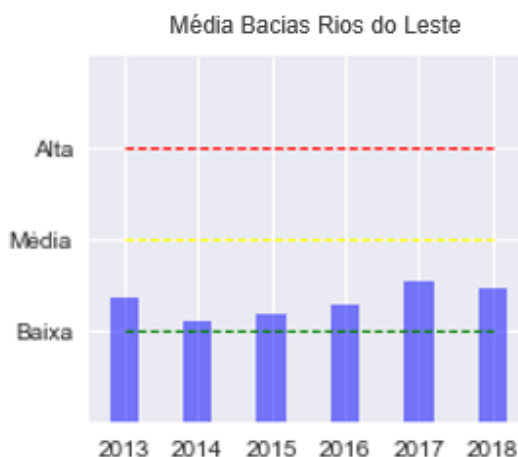
Quadro 2.14 - Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados.

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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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 2.15.

Quadro 2.15 - Classes do Índice de Estado Trófico (rios) e seu significado.

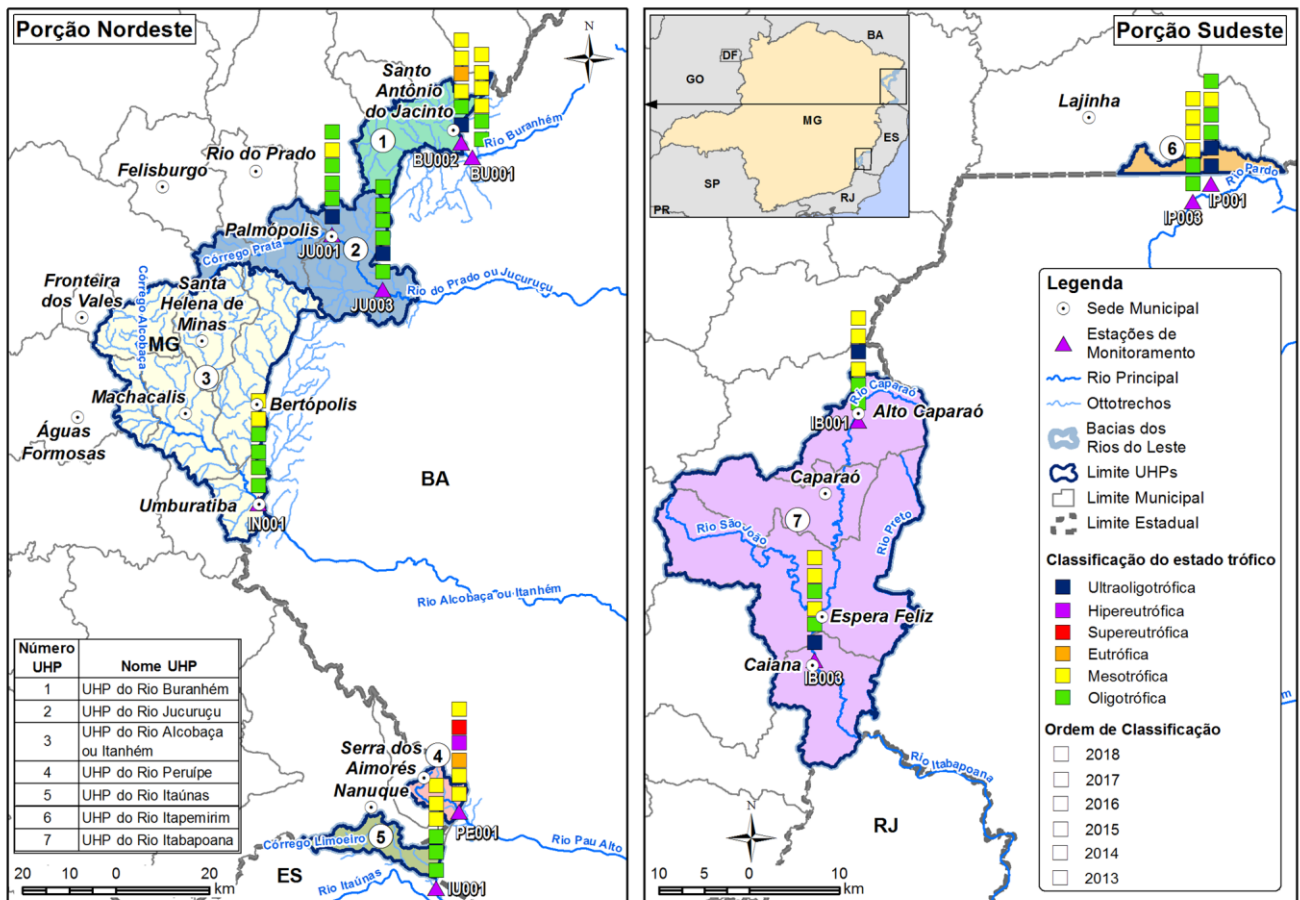
Valor IET	Classes	Significado
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem 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. Nenhuma estação apresentou tendência crescimento ou decréscimo do IET. A maioria dos indicadores ficou situada entre os níveis oligotrófico e mesotrófico, com exceção da estação na UHP-5, onde foram verificadas condições hipereutróficas e supereutróficas entre os anos de 2016 e 2017.



Figura 2.27 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IET médio nas estações de qualidade da água existentes nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



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

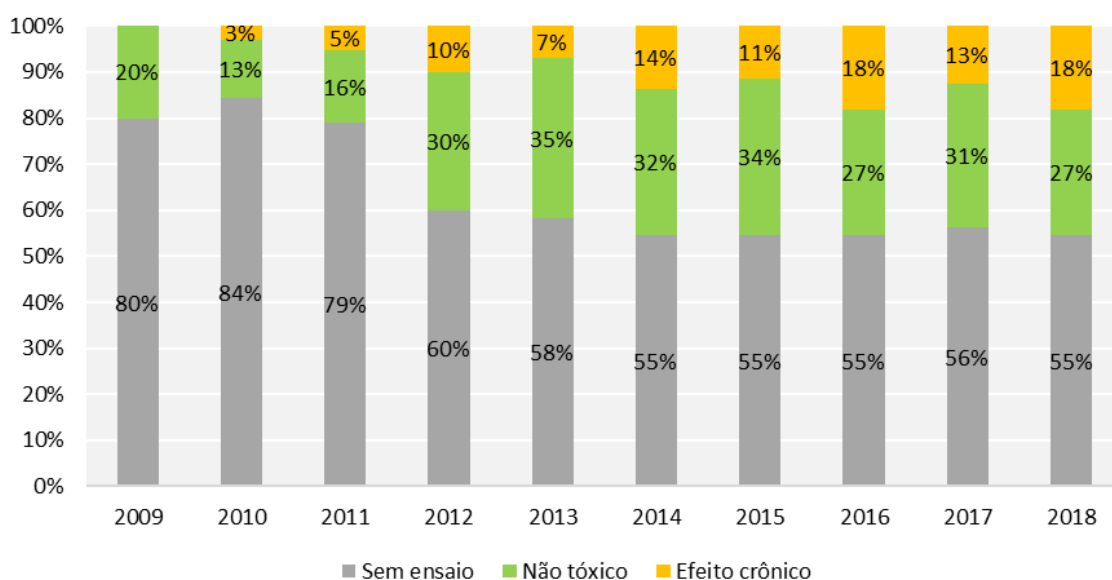
A ecotoxicologia pressupõe o uso de testes de toxicidade com organismos, também chamados bioensaios. Bioensaios são testes feitos em laboratório que determinam o grau ou o efeito biológico de uma substância desconhecida ou de uma substância-teste (como drogas, hormônio, químicos, etc); o teste é feito 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 nas estações existentes nas UHPs a partir do ano de 2009. A Figura 2.28 apresenta o percentual de ensaios em relação ao total de amostras anuais realizadas nas UHPs. Considerando o total de amostras, verifica-se que em cerca de 30% os ensaios não demonstraram nenhum efeito tóxico e em cerca de 15% das amostras anuais houve detecção de efeito crônico nos ensaios ecotoxicológicos. Cabe destacar que em nenhuma amostra foi detectado efeito de toxicidade aguda nas estações analisadas.

Figura 2.28 - Frequência de ocorrência dos resultados de ecotoxicidade nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 2.16 - 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.

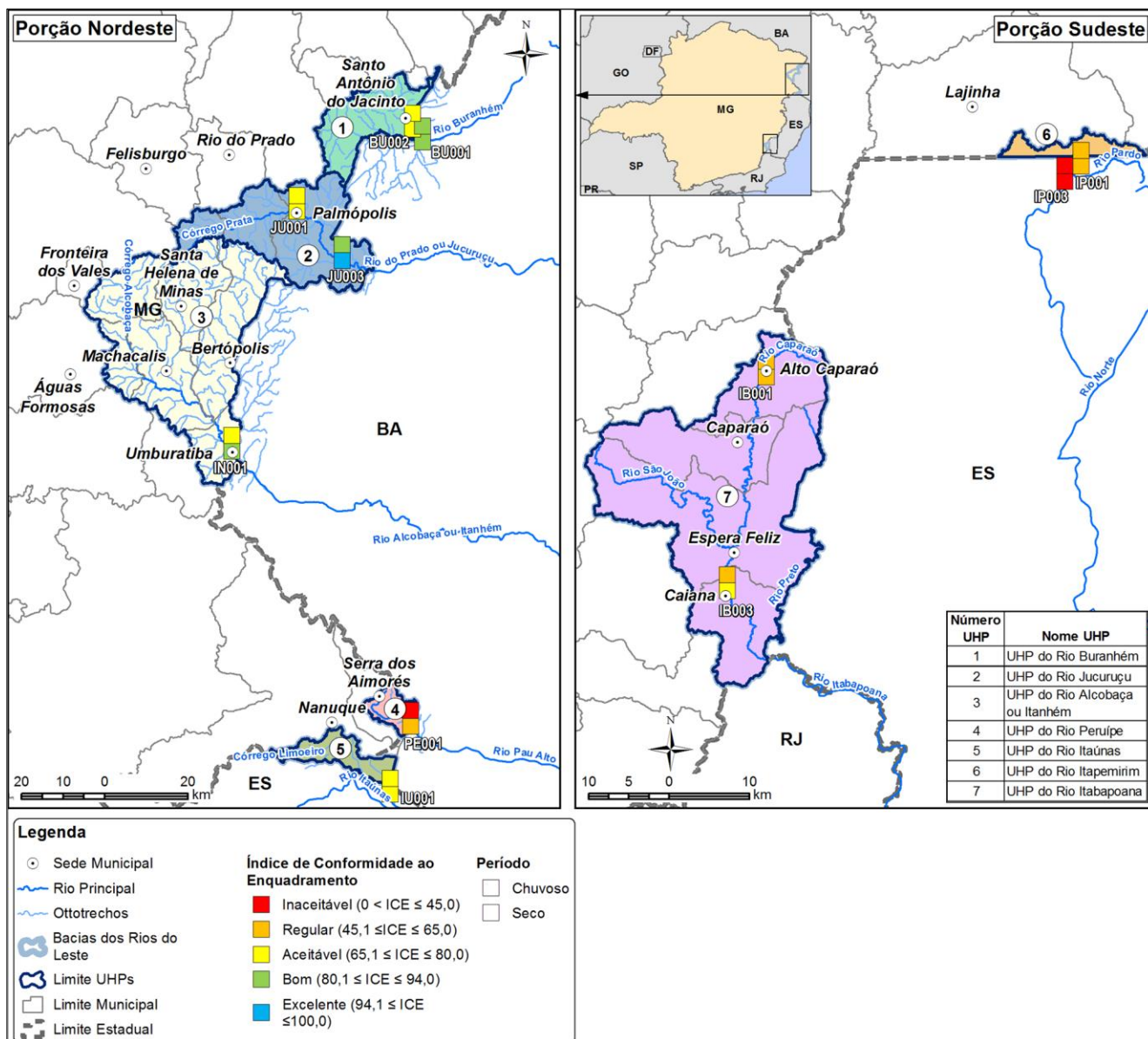
O índice ICE foi aplicado no conjunto de estações localizadas nas UHPs dos rios do Leste, considerando o período base de análise do diagnóstico, entre 2015 e 2018, distinguindo-se entre as amostragens realizadas no período seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março). Foram selecionados um total 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 as UHPs que compõem as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste ainda não possuem 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 das UHPs, considerando o período seco e o período chuvoso. 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 podemos verificar que as UHPs Itanhém, Jucuruçu e Buranhém possuem as condições de qualidade mais próximas ao enquadramento vigente, enquanto as UHPs Peruíbe e Itapemirim registram as condições qualitativas mais distantes à classe 2.

Figura 2.29 - Resultado dos valores de ICE obtidos para o conjunto de estações das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, considerando o período seco e o período chuvoso.



Fonte: elaboração própria.

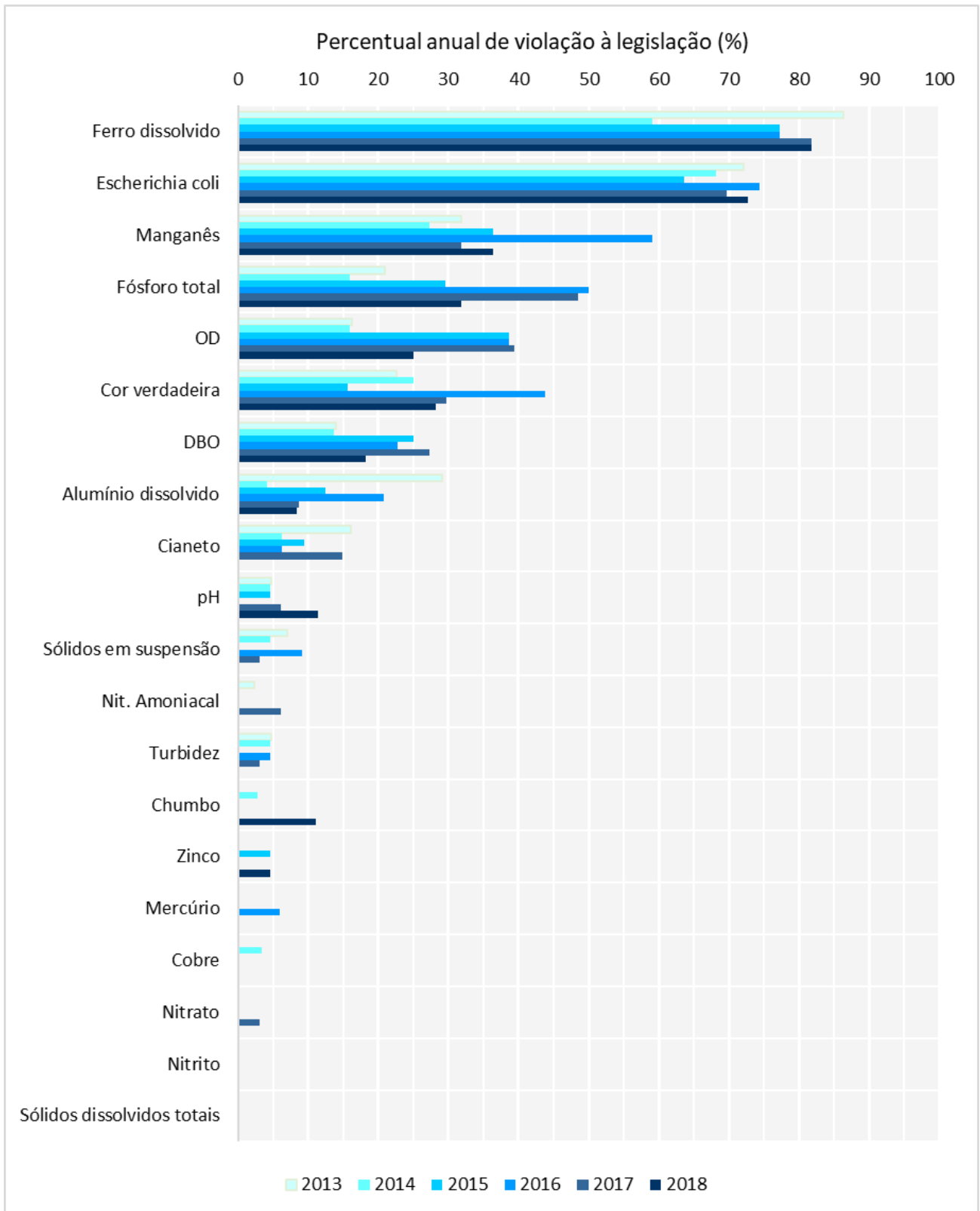
2.3.3.2 Análise da conformidade à legislação

Considerando os resultados anuais entre 2013 e 2018 para as estações de amostragem das UHPs, 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 nas UHPs entre 2013 e 2018. É possível verificar que os parâmetros que apresentaram o maior número de violações foram ferro dissolvido (77,3 %), Escherichia coli (70,1 %), manganês (37,1 %), fósforo total (32,8 %) e oxigênio dissolvido (28,9 %). 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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, na JU1 e na IN1 as captações e derivações de águas superficiais com vazão máxima de 0,5 L/s são consideradas como usos insignificantes, nas demais Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste essa vazão máxima passa a ser 1 L/s. 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 – que inclui a JU1 e a IN1 – 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

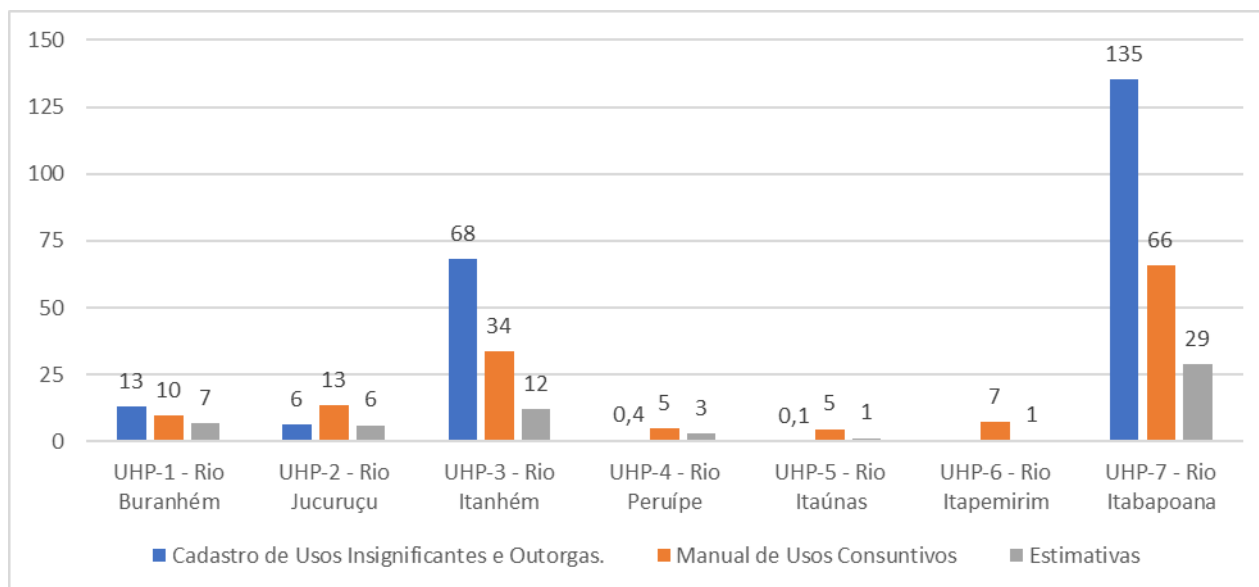
2.4.1.1 Abastecimento

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 nas bacias é de aproximadamente 223,30 L/s. Por outro lado, verifica-se que pela estimativa de ANA (2017b), a demanda do setor apresenta-se em torno de 139,53 L/s. Constata-se, de forma geral, que os valores de demandas das diferentes bases de dados estão relativamente próximos.

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 do Rio Itabapoana.

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 2.17 a seguir:

Quadro 2.17 - Relação dos percentuais de população urbana em cada tipo de solução à destinação do esgotamento sanitário – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

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	Fora das bacias	11,23%	0,34%	88,43%	0,00%
Alto Caparaó	UHP-7 - Rio Itabapoana	21,22%	0,43%	78,36%	0,00%
Bertópolis	UHP-3 - Rio Itanhém	45,44%	2,49%	52,07%	0,00%
Caiana	UHP-7 - Rio Itabapoana	14,48%	1,83%	83,69%	0,00%
Caparaó	UHP-7 - Rio Itabapoana	26,17%	0,00%	73,83%	0,00%
Espera Feliz	UHP-7 - Rio Itabapoana	18,90%	1,03%	80,07%	0,00%
Felisburgo	Fora das bacias	11,52%	0,65%	87,83%	0,00%
Fronteira dos Vales	Fora das bacias	31,63%	1,68%	66,69%	0,00%
Lajinha	Fora das bacias	37,00%	0,42%	62,58%	0,00%
Machacalis	UHP-3 - Rio Itanhém	8,38%	0,16%	91,46%	0,00%
Nanuque	Fora das bacias	18,59%	0,53%	80,88%	0,00%
Palmópolis	UHP-2 - Rio Jucuruçu	45,45%	0,38%	54,17%	0,00%
Rio do Prado	Fora das bacias	17,25%	0,66%	82,09%	0,00%
Santa Helena de Minas	UHP-3 - Rio Itanhém	33,83%	0,00%	66,17%	0,00%
Santo Antônio do Jacinto	UHP-1 - Rio Buranhém	30,62%	0,00%	69,38%	0,00%
Serra dos Aimorés	UHP-4 - Rio Peruípe	66,86%	3,19%	0,00%	29,95%
Umburatiba	UHP-3 - Rio Itanhém	9,24%	0,19%	90,56%	0,00%

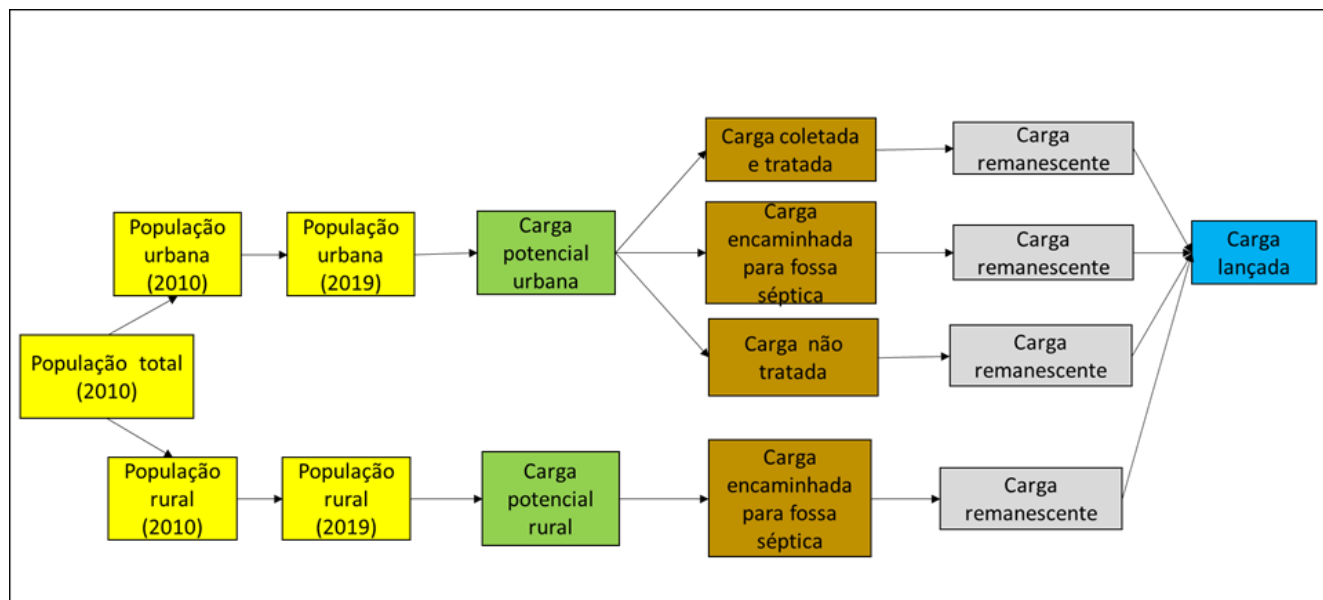
Fonte: ANA, 2013.

Os dados apresentados no Quadro 2.17 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 2.8, 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 nas bacias, 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 2.18. 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 as bacias, o que será respondido posteriormente com a aplicação do modelo e a calibração a partir dos dados observados.

Quadro 2.18 - 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 2.19 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 2.19 - 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 ETEs

A seguir, o Quadro 2.20 apresenta a estimativa de carga potencial e lançada em cada UHP nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste com base na população estimada.

Quadro 2.20 – Estimativa de coleta de esgoto, tratamento de esgoto, carga orgânica potencial e lançada por UHP.

UHP	População			Carga potencial (kg/d)			Abatimento (%)		Carga lançada (kg/d)		
	Urb.	Rur.	Tot.	Urb.	Rur.	Tot.	Urb.	Rur.	Urb.	Rur.	Tot.
UHP-1 - Rio Buranhém	6286	3865	10151	339,44	208,71	548,15	0,0%	0,0%	339,44	208,71	548,15
UHP-2 - Rio Jucuruçu	3568	4257	7825	192,67	229,88	422,55	0,0%	0,3%	192,67	229,27	421,94
UHP-3 - Rio Itanhém	14122	7373	21495	762,59	398,14	1160,73	8,0%	0,5%	701,79	396,19	1097,98
UHP-4 - Rio Peruípe	6199	531	6730	334,75	28,67	363,42	12,5%	1,6%	292,95	28,22	321,17
UHP-5 - Rio Itaúnas	2364	259	2623	127,66	13,99	141,64	7,4%	0,3%	118,22	13,95	132,17
UHP-6 - Rio Itapemirim	0	637	637	0	34,40	34,40	0,0%	0,2%	0	34,33	34,33
UHP-7 - Rio Itabapoana	24840	16893	41733	1341,36	912,22	2253,58	0,0%	0,4%	1341,36	908,13	2249,49
Total	57379	33815	91194	3098,47	1826,01	4924,48	3,6%	0,4%	2986,44	1818,78	4805,22

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

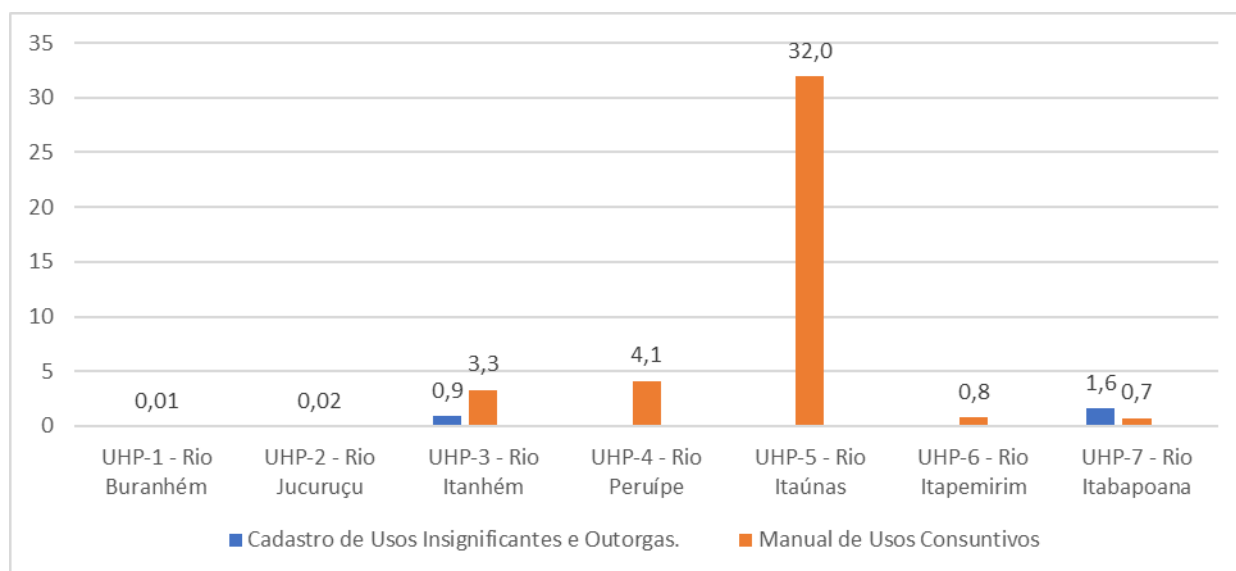


2.4.2 INDÚSTRIA

Para caracterização das demandas industriais nas bacias, verificou-se os Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos (IGAM, 2018a, 2018b). Realizada a verificação, percebeu-se a existência de dois processos registrados e não outorgados, totalizando em uma vazão de 0,75 L/s para mananciais superficiais. Para os subterrâneos, constataram-se seis processos registrados e uma vazão total de 1,74 L/s.

A partir dos valores de IGAM (2018a), verifica-se que a demanda para o setor industrial nas bacias é de aproximadamente 2,50 L/s. Em contrapartida, observa-se que pela estimativa de ANA (2017b), a demanda do setor apresenta-se em torno de 41,00 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

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 às bacias, foi considerada apenas a parcela que se encontra dentro das UHPs, distribuindo-se os rebanhos proporcionalmente à porção da área rural do município localizada nas bacias.

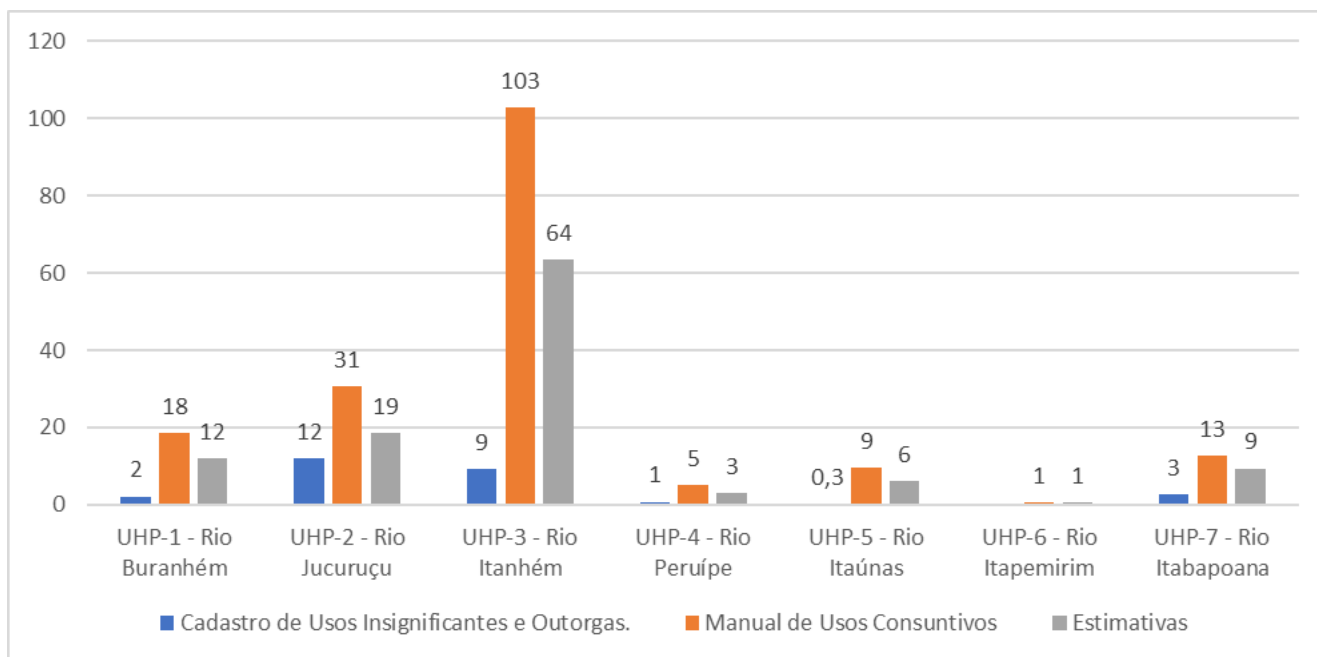
O cálculo da estimativa das demandas do setor de criação animal foi realizado com os dados obtidos no SIDRA, nos quadros da Pesquisa Pecuária Municipal. De posse dos dados de número de cabeças por rebanho, foram definidos os coeficientes de demanda per capita a serem utilizados nas estimativas. Os coeficientes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

Além das estimativas de demandas para dessedentação animal nas bacias, verificou-se também os Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos (IGAM, 2018a, 2018b). Pode-se observar 84 processos referentes à dessedentação animal, totalizando em uma vazão de 23,88 L/s para mananciais superficiais. Para subterrâneos, constatou-se 27 processos e uma vazão de 3,13 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 112,76 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 179,88 L/s. Em contrapartida, observa-se que por IGAM (2018a), a demanda do setor apresenta-se em torno de 27,00 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

Com relação ao setor de irrigação, a UHP-4 - Rio Peruípe, UHP-5 - Rio Itaúnas, UHP-6 - Rio Itapemirim e UHP-7 - Rio Itabapoana estão inseridas em uma região onde a base econômica da população está ligada ao setor primário, especialmente no ramo agrícola (principalmente pelo cultivo de café e pecuária leiteira). A silvicultura também é forte na região, com predomínio do uso do eucalipto para celulose.

Para realizar a estimativa das demandas para a agricultura irrigada nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste foram utilizadas informações dos seguintes estudos:

- Censo Agropecuário 2006 e 2018.
- 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 das bacias. Diante destas informações foi possível verificar que há uma redução pouco significativa 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 255 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 2.21. 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 às bacias.

Quadro 2.21 - 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.

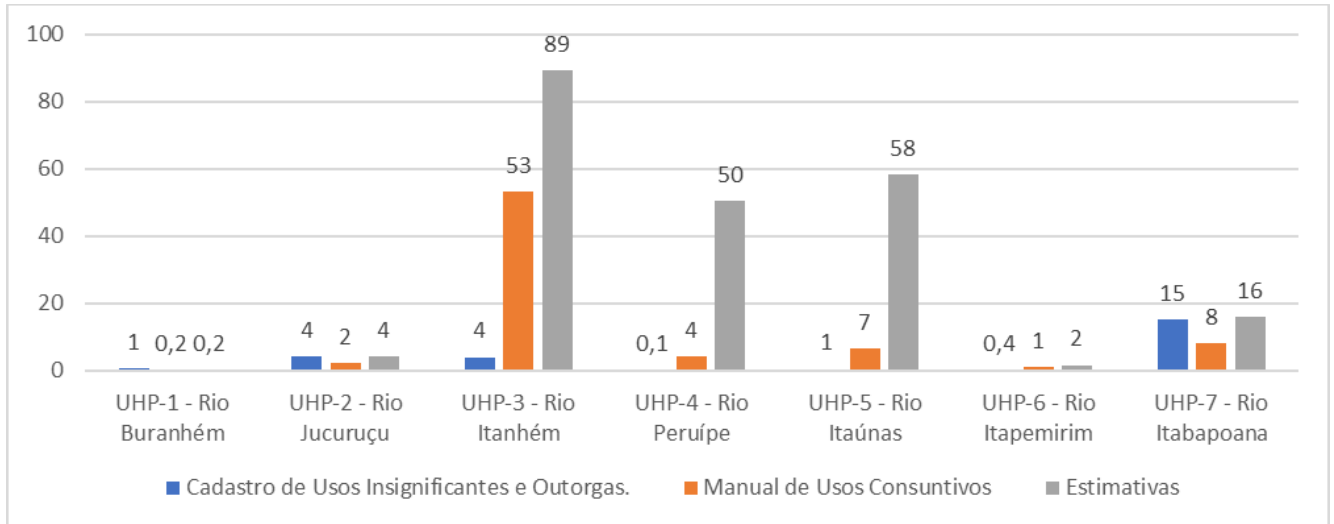
Além das estimativas de demandas para irrigação nas bacias, verificou-se também o Cadastro de usos insignificantes. Pode-se observar 43 processos referentes à irrigação, totalizando em uma vazão de 10,47 L/s para mananciais superficiais. Para subterrâneos, constatou-se seis processos e uma vazão de 0,54 L/s. Por sua vez, no Cadastro de Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a), havia apenas um processo para manancial superficial com uma vazão de 13,9 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 219,83 L/s. Por outro lado, conforme



IGAM (2018), a vazão demandada pelo setor é de 24,92 L/s e, por ANA (2017b) é de 75,93 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.

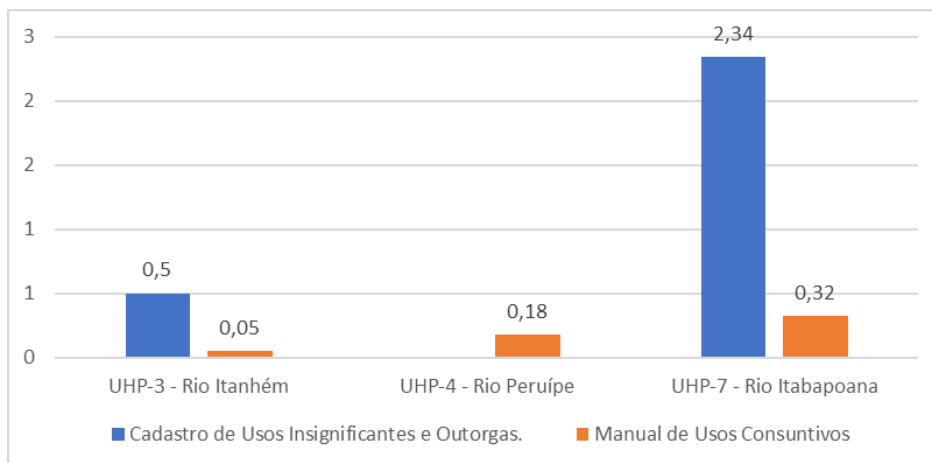
2.4.5 MINERAÇÃO

Para caracterização das demandas da mineração nas bacias, analisou-se os Cadastros de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos (IGAM, 2018a, 2018b), feita a verificação, foi possível constatar a existência de processos apenas na UHP-3 - Rio Itanhém e na UHP-7 - Rio Itabapoana. 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 maior, de 2,84 L/s, quando comparado com o valor obtido por ANA (2017b), de 0,55 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

Ao consultar o banco de dados da ANEEL (2020), constatou-se a existência de dois empreendimentos hidrelétricos em operação nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, a saber: (i) Central Geradora Hidrelétrica - CGH São João (potência de 960 kw), localizada no rio São João; e (ii) Pequena Central Hidrelétrica - PCH Fumaça IV (potência de 4.500 kw), situada no rio Preto, na divisa com o ES. Ambos os empreendimentos estão localizados na UHP-7 - Rio Itabapoana.

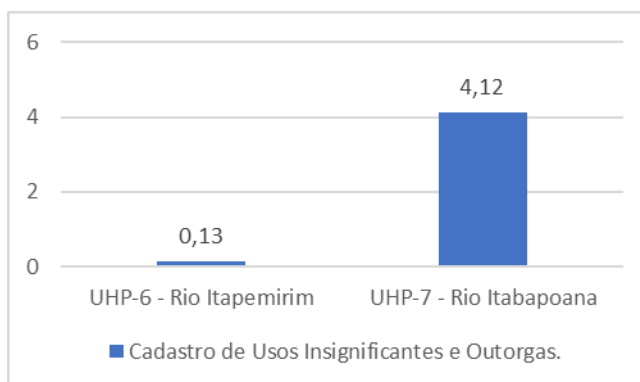
2.4.7 PESCA E AQUICULTURA

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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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 seis processos registrados e não outorgados, totalizando em uma vazão de 4,24 L/s para mananciais superficiais. Não foram observadas vazões outorgadas relacionadas ao uso de pesca e aquicultura em mananciais superficiais, tampouco em mananciais subterrâneos. 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 2.22 apresenta os atrativos por município, segundo dados retirados da Secretaria de Turismo do Estado de Minas Gerais - SETUR (2019).

Quadro 2.22 - Principais atrativos turísticos na região.

Município	Atrativos
Águas Formosas	Rio Pampã e a Cachoeira da Zuada.
Alto Caparaó	Destaca-se pelo turismo ecológico. O principal atrativo do destino é o Parque Nacional do Caparaó. O município oferece também cachoeiras como a do Poço do Egito – com piscinas de águas cristalinas, da Pedra Roxa, das Andorinhas e também o maravilhoso Vale Encantado. Dentre atrativos culturais estão a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Imaculada Conceição e o Observatório Astronômico. A cidade também integra o Roteiro Caminho da Luz.
Bertópolis	A paisagem deslumbrante de Bertópolis encanta os olhos dos viajantes, e a presença dos índios Maxakali.
Caiana	Cachoeira da Fumaça, com 80 m de queda livre. Cerca de 12 dos 180 km do roteiro Caminho da Luz passam por Caiana.
Caparaó	Pertence ao Circuito Turístico do Pico da Bandeira e é um dos portais de entrada para o Parque Nacional do Caparaó. O Parque é seu principal atrativo turístico onde estão localizados a Cachoeira Bonita, os vales: Verde e Encantado, o Pico da Bandeira, o Pico do Cristal entre outros.
Espera Feliz	Atrativos naturais: o Parque Nacional do Caparaó, as Cachoeiras Chiador e Vale a Pena e o Mirante da Serra. Dentre os atrativos culturais destacam-se a Praça Cira Rosa de Assis, a Igreja Matriz de São Sebastião e o Estádio Municipal de Espera Feliz.
Lajinha	A cidade conta com grandes fortalezas de rocha como cercanias naturais que podem ser exploradas como turismo ecológico. No centro da cidade encontra-se o Santuário de Nossa Senhora Aparecida instalada sobre a "Pedra da Baleia". O marco da cidade é a "Pedra Torta".
Nanuque	Passeios de caiaque pelo rio Mucuri, cachoeiras, passeio de barco no belo Lago de Santa Clara, trekking na Pedra do Fritz, final de tarde na Lagoa dos Namorados.
Serra dos Aimorés	Belíssimas paisagens formadas por impressionantes montanhas. Dentre os pontos mais famosos estão o Morro das Torres e a Pedra do Fritz, muito utilizada para trekking, e até mesmo para o radical esporte conhecido como base jump, ou paraquedismo de montanha.

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”.

As Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste possuem uma biota diversa e significativa, localizada no bioma Mata Atlântica, que possui grande importância da conservação dos remanescentes 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 2.26), 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 2.23 apresenta as demandas obtidas por meio do Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos do IGAM (2018a) para os diferentes setores usuários de água das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. De acordo com as informações apresentadas, a demanda total de água captada dos corpos hídricos das bacias é de 284,81 L/s, deste total o setor usuário de abastecimento público apresenta as maiores retiradas (78,4%), seguido dos setores de dessedentação animal (9,5%), irrigação (8,7%), pesca e aquicultura (1,5%), mineração (1,0%) e indústria (0,9%).

Em relação às demandas por UHPs, nota-se que a UHP-7 - Rio Itabapoana apresentou o maior percentual (56,5%), da demanda total de água retirada dos corpos hídricos das bacias hidrográficas, seguida pela UHP-3 - Rio Itanhém (29,1%) e UHP-2 - Rio Jucuruçu (7,9%).

Quadro 2.23 - Síntese das demandas hídricas das UHPs

UHP	Abastecimento humano ¹	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Pesca e Aquicultura	Total	
	(L/s)							(%)
UHP-1 - Rio Buranhém	13,07	0,00	2,13	0,62	0,00	0,00	15,82	5,6
UHP-2 - Rio Jucuruçu	6,32	0,00	11,85	4,19	0,00	0,00	22,36	7,9
UHP-3 - Rio Itanhém	68,13	0,92	9,20	4,03	0,50	0,00	82,78	29,1
UHP-4 - Rio Peruípe	0,44	0,00	0,74	0,09	0,00	0,00	1,27	0,4
UHP-5 - Rio Itaúnas	0,14	0,00	0,33	0,50	0,00	0,00	0,97	0,3
UHP-6 - Rio Itapemirim	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,13	0,55	0,2
UHP-7 - Rio Itabapoana	135,20	1,58	2,75	15,07	2,34	4,12	161,06	56,5
Total (L/s)	223,30	2,50	27,00	24,92	2,84	4,25	284,81	
Total (%)	78,4	0,9	9,5	8,7	1,0	1,5	-	100,0

Fonte: adaptado de ANA (2010); IGAM (2018^a); IGAM (2018b) e PMC (2017).

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

Já o Quadro 2.24 apresenta as demandas obtidas por meio de estimativas para alguns dos setores usuários de água das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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 2.24, considerando-se apenas os setores com estimativas calculadas, o setor usuário de irrigação apresenta as maiores retiradas (56,2%), seguido dos setores de dessedentação animal (28,8%), e abastecimento humano (15,0%).



Em relação às demandas por UHPs, para os três usos estimados, percebe-se que a UHP-3 - Rio Itanhém apresentou o maior percentual, aproximadamente 42,1% da demanda total de água retirada dos corpos hídricos das bacias hidrográficas, seguida pela UHP-5 - Rio Itaúnas (16,8%) e pela UHP-4 - Rio Peruípe (14,4%).

Quadro 2.24 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Estimativas.

UHP	Abastecimento humano	Dessedentação animal	Irrigação	Total	
	(L/s)			(%)	
UHP-1 - Rio Buranhém	6,68	11,84	0,19	18,71	4,8
UHP-2 - Rio Jucuruçu	6,07	18,52	4,24	28,83	7,4
UHP-3 - Rio Itanhém	12,06	63,50	89,19	164,75	42,1
UHP-4 - Rio Peruípe	2,87	2,94	50,45	56,26	14,4
UHP-5 - Rio Itaúnas	1,29	6,09	58,17	65,55	16,8
UHP-6 - Rio Itapemirim	0,69	0,51	1,66	2,86	0,7
UHP-7 - Rio Itabapoana	29,05	9,36	15,90	54,31	13,9
Total (L/s)	58,71	112,76	219,80	391,27	
Total (%)	15,0	28,8	56,2		100,0

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 2.25 contém as demandas obtidas por meio do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017b) para os diferentes setores usuários de água das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 das bacias é de 436,90 L/s, deste total o setor usuário da dessedentação animal apresenta as maiores retiradas (41,2%), seguido do abastecimento público (31,9%), da irrigação (17,4%), indústria (9,4%) e mineração (0,1%).

Em relação às demandas por UHPs observa-se que a UHP do Rio Itanhém apresentou o maior percentual, aproximadamente 44,3% da demanda total de água retirada dos corpos hídricos das bacias hidrográficas, seguida pela UHP-7 - Rio Itabapoana (20,1%) e UHP-5 - Rio Itaúnas (12,1%).



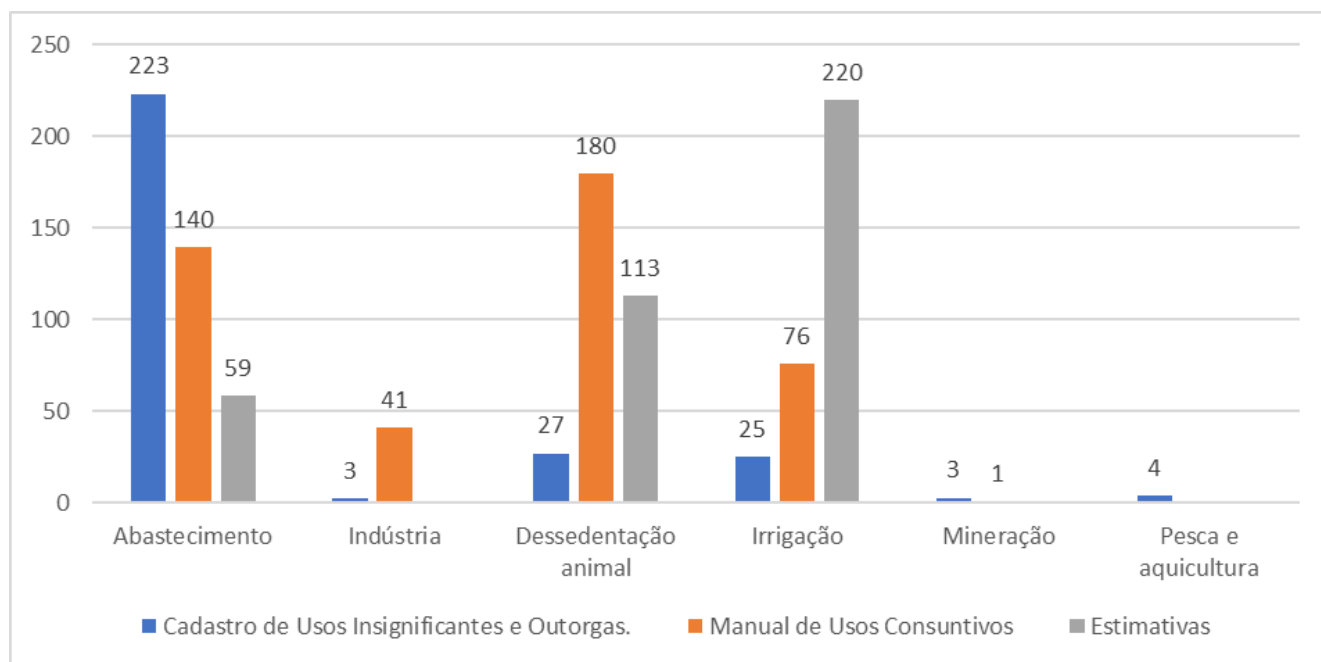
Quadro 2.25 - Síntese das demandas hídricas das UHPs segundo o Manual de Usos Consuntivos.

UHP	Abastecimento humano	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Total	
						(L/s)	(%)
UHP-1 - Rio Buranhém	9,66	0,01	18,49	0,18	0,00	28,34	6,5
UHP-2 - Rio Jucuruçu	13,47	0,02	30,70	2,26	0,00	46,45	10,6
UHP-3 - Rio Itanhém	33,79	3,33	102,91	53,33	0,05	193,41	44,3
UHP-4 - Rio Peruípe	4,88	4,14	5,16	4,26	0,18	18,62	4,3
UHP-5 - Rio Itaúnas	4,67	31,96	9,44	6,67	0,00	52,74	12,1
UHP-6 - Rio Itapemirim	7,15	0,80	0,60	1,08	0,00	9,63	2,2
UHP-7 - Rio Itabapoana	65,92	0,74	12,58	8,15	0,32	87,71	20,1
Total (L/s)	139,54	41,00	179,88	75,93	0,55	436,90	
Total (%)	31,9	9,4	41,2	17,4	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 (58,71 L/s) e provenientes de ANA (2017b) (139,54 L/s) são significativamente menores do que os apresentados nos Cadastro e Outorgas (223,30 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) para o balanço hídrico quantitativo.

Para a indústria, comparando-se os dados provenientes de ANA (2017b) (41,00 L/s) e IGAM (2018) (2,50 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 das bacias hidrográficas, determinou-se o uso dos dados provenientes de IGAM (2018a; 2018b) para o balanço hídrico.

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 (27,00 L/s), enquanto, por estimativa, obteve-se o resultado médio de 112,76 L/s e por ANA (2017b), 179,88 L/s. Essa discrepância dos valores entre as fontes consultadas é bastante comum, tendo em vista que as estimativas são realizadas aplicando métodos diferentes. Além disso, há que se destacar que muitos usuários do setor agropecuário podem não apresentar cadastro e/ou outorga do IGAM, o que justifica os valores reduzidos apresentados por IGAM (2018a, 2018b). Por este motivo, para calcular o balanço quali-quantitativo serão consideradas as estimativas de demandas calculadas com base em IBGE (2017).

De forma semelhante, para a irrigação, também se percebe diferenças entre as vazões demandadas. Pelo Cadastro e Outorgas, o setor de irrigação demanda cerca de 24,92 L/s, por estimativa, 219,83 L/s e, por fim, por meio de ANA (2017b), observa-se uma demanda de 75,93 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.

Já para a mineração, de forma geral, constatam-se valores com diferenças significativas de demandas nos Cadastro e Outorgas (2,84 L/s) e em ANA (2017b) (0,55 L/s). Para a realização do balanço hídrico, devido à disponibilidade dos dados de forma espacializadas no território das bacias hidrográficas, 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 2.26 e a Figura 2.39 contendo a síntese dos dados de demandas para os diferentes setores usuários aplicados no balanço hídrico quantitativo das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



De acordo com as informações apresentadas em tal quadro, a demanda total de água captada dos corpos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é de 565,48 L/s, deste total o setor usuário de abastecimento público (39,5%) apresenta as maiores retiradas, seguido dos setores de irrigação (38,9%), dessedentação animal (19,9%), pesca e aquicultura (0,8%), mineração (0,5%) e indústria (0,4%).

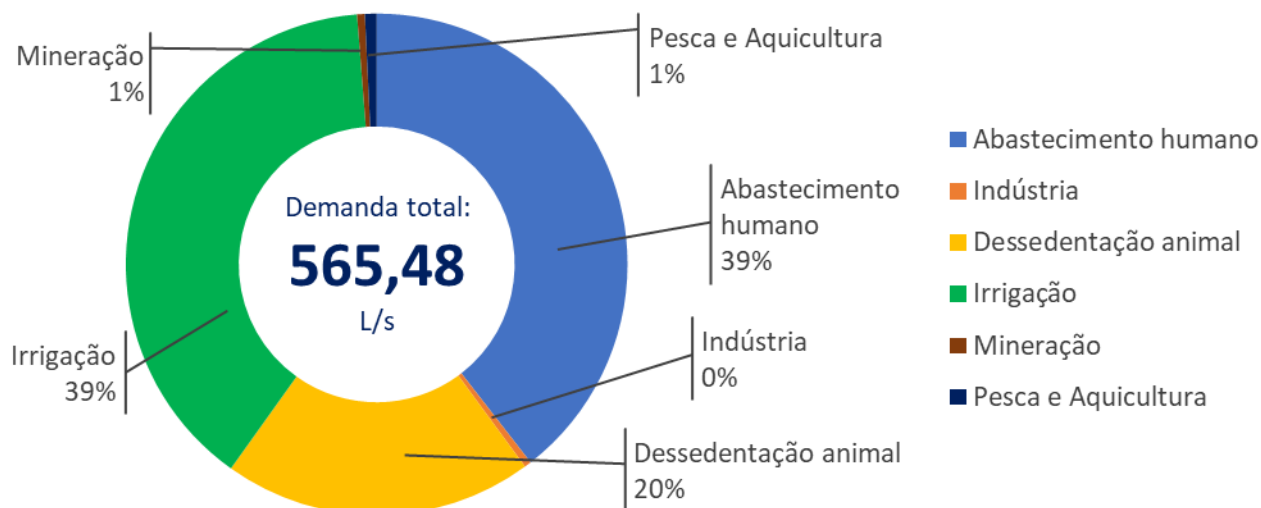
Em relação às demandas por UHP, nota-se que a UHP-3 - Rio Itanhém apresentou o maior percentual (39,3%) da demanda total de água retirada dos corpos hídricos das bacias hidrográficas, seguida pela UHP-7 - Rio Itabapoana (29,8%) e pela UHP-5 - Rio Itaúnas (11,4%).

Quadro 2.26 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Consolidação.

UHP	Abastecimento humano	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Pesca e Aquicultura	Total	
	(L/s)							(%)
UHP-1 - Rio Buranhém	13,07	0,00	11,84	0,20	0,00	0,00	25,11	4,4
UHP-2 - Rio Jucuruçu	6,32	0,00	18,52	4,24	0,00	0,00	29,08	5,1
UHP-3 - Rio Itanhém	68,13	0,92	63,50	89,19	0,50	0,00	222,24	39,3
UHP-4 - Rio Peruípe	0,44	0,00	2,94	50,45	0,00	0,00	53,83	9,5
UHP-5 - Rio Itaúnas	0,14	0,00	6,09	58,18	0,00	0,00	64,41	11,4
UHP-6 - Rio Itapemirim	0,00	0,00	0,51	1,67	0,00	0,13	2,31	0,4
UHP-7 - Rio Itabapoana	135,20	1,58	9,36	15,90	2,34	4,12	168,50	29,8
Total (L/s)	223,30	2,50	112,76	219,83	2,84	4,25	565,48	
Total (%)	39,5	0,4	19,9	38,9	0,5	0,8		100,0

Fonte: elaboração própria.

Figura 2.39 - Demandas totais nas bacias, considerando as vazões consolidadas.



Fonte: elaboração própria.



2.5 BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO

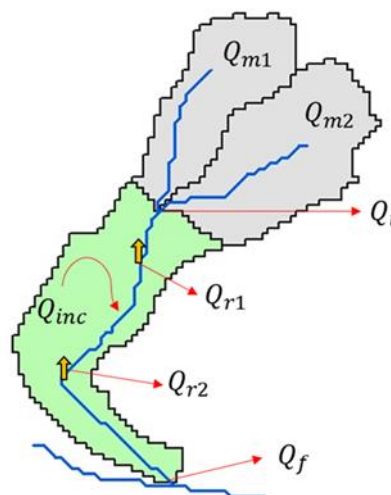
2.5.1 BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

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 das bacias, 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 2.27). As classes em tons laranja e vermelho representam as condições acima do limite outorgável, de acordo com a Portaria IGAM nº 48/2019.

Quadro 2.27 - 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. Apenas no caso da UHP-6-Rio Itapemirim, parte do conjunto das UHPs dos rios do Leste, manteve-se a base ottocodificada do IGAM. Esta estratégia foi adotada devido ao fato de que esta UHP é formada por uma faixa muito estreita do território mineiro, não havendo um nível suficiente de discretização por parte da base ottocodificada da ANA. Além disso, os problemas em relação à codificação não foram verificados nessa porção da UHP, possibilitando seu uso.

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 2.28 apresenta os resultados do balanço hídrico por setor de demanda, considerando os exutórios das UHPs das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. De forma geral, os comprometimentos são pouco significativos nas saídas das unidades, sendo que a UHP de maior comprometimento é a UHP-4 - Rio Peruípe devido ao abastecimento e à irrigação.

Quadro 2.28 - Balanço hídrico por setor em relação aos exutórios de cada UHP – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

UHP	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Balanço hídrico por setor (%)						
			Abast.	Irrig.	Dess.	Ind.	Min.	Aqui.	Total
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	0,372	3,85	0,05	3,19	0,00	0,00	0,00	7,09
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Rio Jucuruçu	0,534	3,26	0,79	3,47	0,00	0,00	0,00	7,52
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Itanhém	1,417	3,61	5,90	4,11	0,06	0,04	0,00	13,72
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	0,082	13,98	22,50	3,58	0,00	0,00	0,00	40,06
UHP-5 - Rio Itaúnas	Córrego Barreado	0,136	0,00	7,24	4,48	0,00	0,00	0,00	11,72
UHP-6 - Rio Itapemirim	Córrego Vista Alegre	0,028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Córrego São José	0,069	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
	Córrego Monte Cristo	0,046	0,00	1,07	0,00	0,00	0,00	0,27	1,34
	Total	0,143	0,00	2,77	0,00	0,00	0,00	0,09	3,04
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	3,247	3,60	0,49	0,25	0,05	0,07	0,13	4,59

Fonte: elaboração própria.

A seguir, o Quadro 2.29 e o Quadro 2.30 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 2.29, os valores assinalados em tons amarelo, laranja e vermelho representam níveis crescentes de déficits não atendidos. Foram identificados comprometimentos significativos na UHP-4 – Rio Peruípe e na UHP-5 – Rio Itaúnas em relação ao setor de irrigação, no entanto, é possível que as demandas de irrigação nestas UHPs estejam superestimadas devido ao fato de que estas UHPs representam pequenas porções nas cabeceiras, dentro dos limites do Estado de Minas Gerais.



Quadro 2.29 - Percentual da demanda não atendida em relação à demanda total por setor – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

UHPs	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Percentual da demanda total não atendida (%)						
			Abast.	Irrig.	Dess.	Ind.	Min.	Aqui.	Total
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	0,372	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Rio Jucuruçu	0,534	26%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Itanhém	1,417	11%	6%	0%	0%	0%	0%	8%
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	0,082	0%	63%	0%	0%	0%	0%	69%
UHP-5 - Rio Itaúnas	Córrego Barreado	0,136	0%	83%	0%	0%	0%	0%	75%
UHP-6 - Rio Itapemirim	Total UHP	0,143	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	3,247	1%	0%	12%	0%	0%	0%	1%
Total bacias		-	5%	39%	1%	0%	0%	0%	21%

Fonte: elaboração própria.

Quadro 2.30 - Déficit hídrico por setor nos exutórios de cada UHP – Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

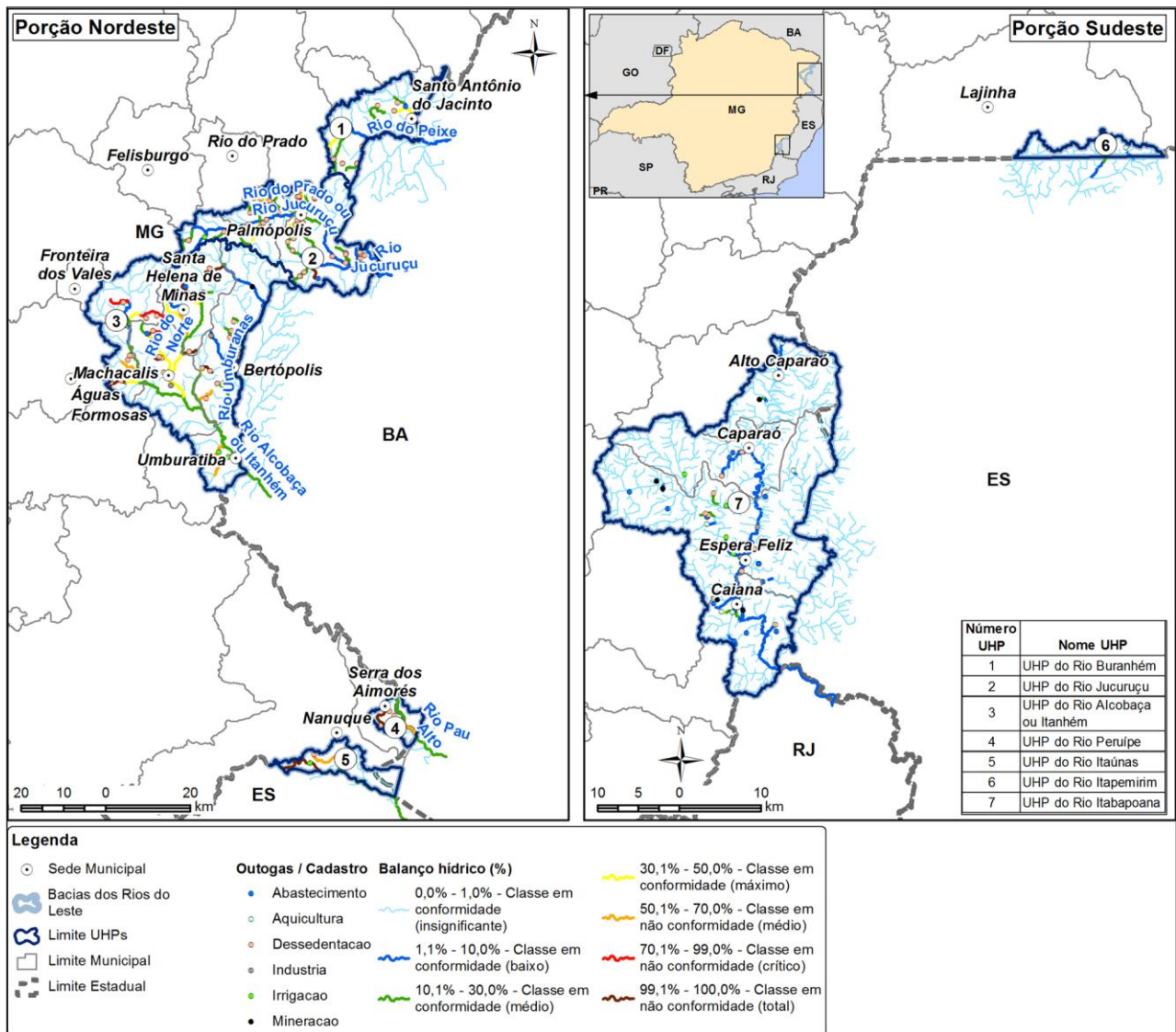
UHPs	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Déficit hídrico por setor (m ³ /s)						
			Abast.	Irrig.	Dess.	Ind.	Min.	Aqui.	Total
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	0,372	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Rio Jucuruçu	0,534	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Itanhém	1,417	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	0,082	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032
UHP-5 - Rio Itaúnas	Córrego Barreado	0,136	0,000	0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048
UHP-6 - Rio Itapemirim	Córrego Vista Alegre	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Córrego São José	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Córrego Monte Cristo	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Total UHP	0,143	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	3,247	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002
Total bacias		-	0,013	0,086	0,001	0,000	0,000	0,000	0,1

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 alguns comprometimentos isolados devido aos pontos de outorga e cadastros, além dos elevados índices de comprometimento nas UHP-1 – Rio Buranhém, UHP-4 – Rio Peruípe e UHP-5 – Rio Itaúnas, em virtude da irrigação.



Figura 2.41 - Balanço hídrico no cenário atual considerando todos os setores usuários de água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.



Fonte: elaboração própria.

2.5.2 BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO

2.5.2.1 Descrição do modelo de qualidade da água

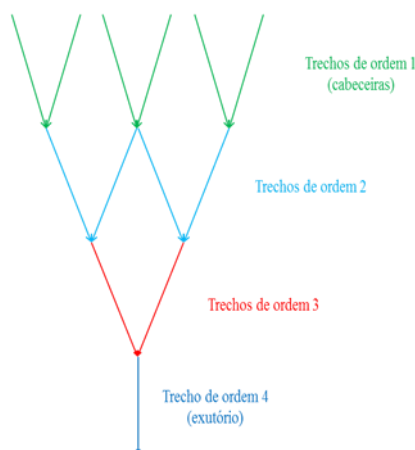
O modelo WARM-GIS tem como principal funcionalidade a sua operacionalização dentro de um Sistema de Informações Geográficas, facilitando o processo de entrada de dados, a aquisição das informações hidráulicas dos trechos de rio, além da organização topológica de todo o sistema hídrico. A versão mais 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

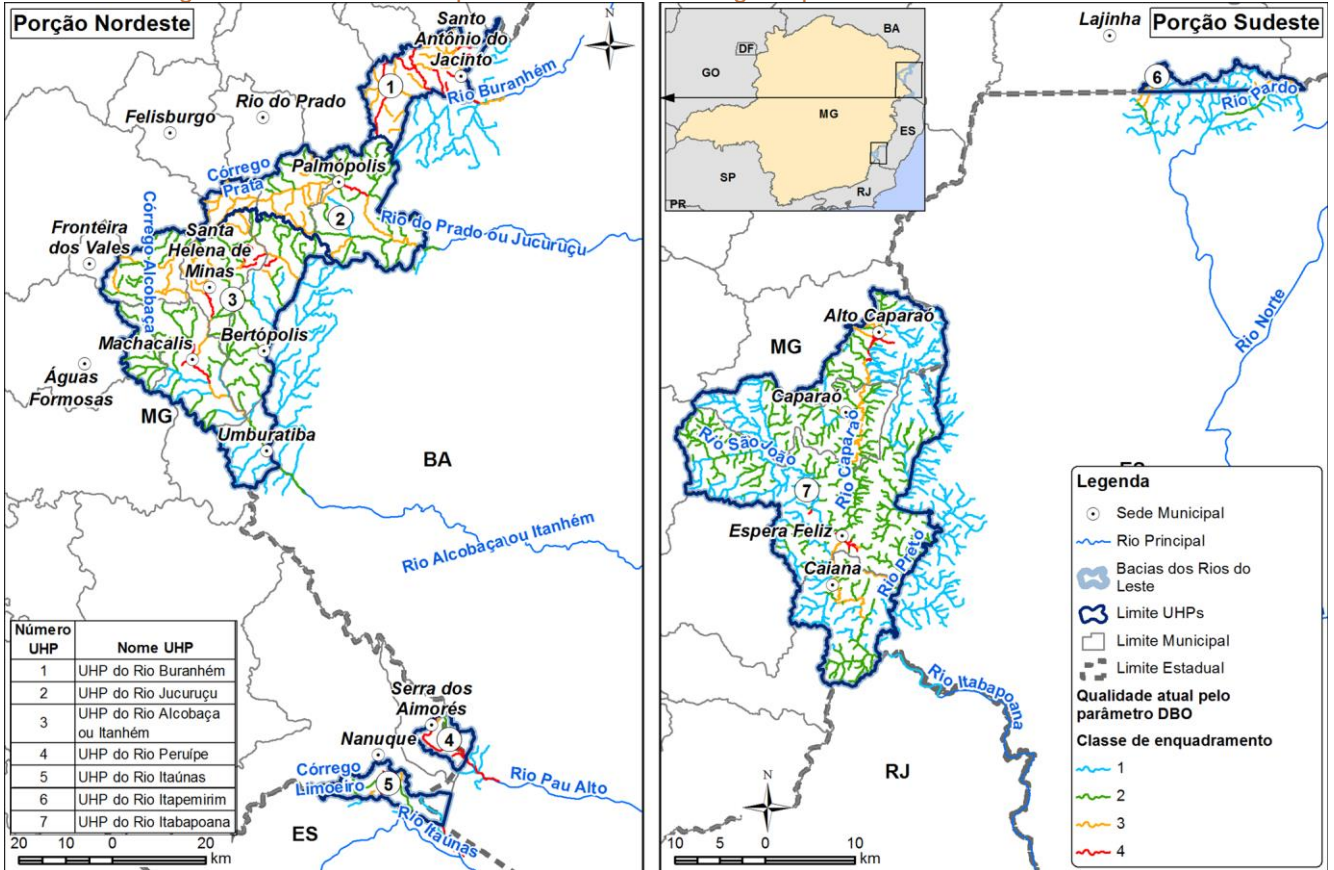
A seguir são apresentados alguns resultados preliminares da modelagem da qualidade da água, ainda sem os ajustes em função dos dados observados decorrentes das campanhas de monitoramento. Ressalta-se também que a modelagem foi realizada considerando-se a $Q_{7,10}$, bastante restritiva em termos de disponibilidade 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, nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Os resultados são expressos de acordo com as classes de enquadramento do CONAMA.

Os principais resultados obtidos na etapa de modelagem qualitativa são:

- Nas bacias da porção nordeste (Itanhém, Jucuruçu, Buranhém, Itaúnas e Peruípe), devido ao fato de as porções sob o domínio de Minas Gerais perfazem regiões de cabeceira, e, portanto, com pouca disponibilidade hídrica para diluição de efluentes, também devido à inserção de algumas sedes municipais nestas faixas, a modelagem apresentou uma condição bastante crítica.
- Na bacia do Rio Itabapoana, condições críticas foram estimadas nos Rios Caparaó e São João.
- Na pequena porção mineira do Rio Itapemirim, ainda que não existam sedes municipais, foram estimados alguns trechos com concentrações elevadas no córrego Santa Clara e Rio Claro devido à população rural.

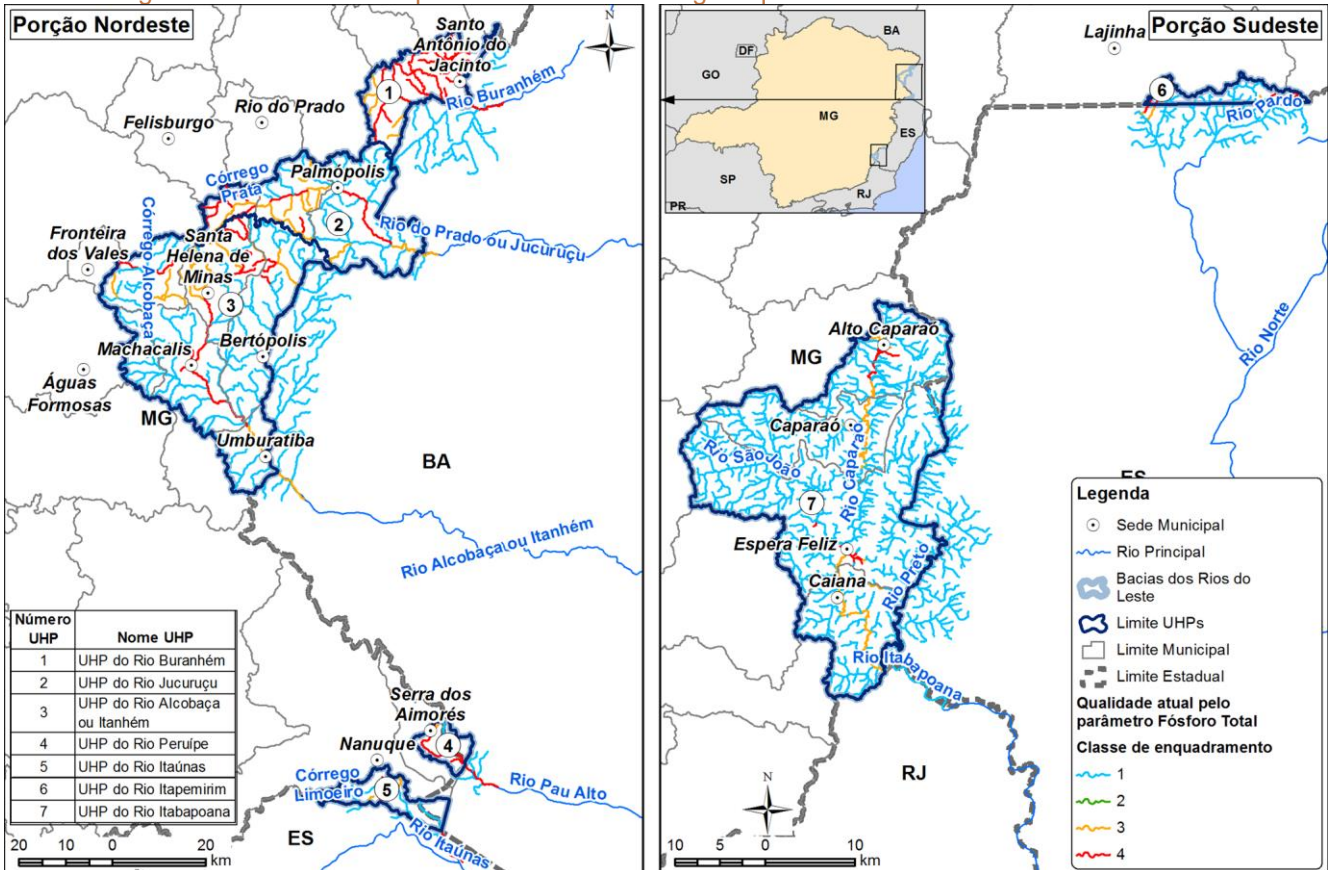


Figura 2.43 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando a DBO.



Fonte: elaboração própria.

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



Fonte: elaboração própria.

3 PROGNÓSTICO

Com vistas a subsidiar a elaboração do PDRH, o prognóstico apresenta as visões de futuro para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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 base a atual 2021, fazendo com que o horizonte de planejamento tenha como referência os seguintes anos, correspondendo a metas 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 base atual e propõe cenários futuros para as bacias, projetando os resultados para esses períodos, objetivando a proposição de possíveis alternativas de intervenção e gestão, a serem consideradas na elaboração do PDRH.

A visão de futuro proposta no prognóstico está estruturada com base em três cenários para as bacias, 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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 dos Rios do Leste, a realização de um único evento, em formato remoto 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 das bacias, 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 das Bacias dos Rios do Leste, resultaram numa participação efetiva e interessada na Consulta Pública, contando com 49 inscritos e chegando a ter 37 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. Ao longo da Consulta Pública, foram solicitadas contribuições dos participantes para aprimorar as informações levantadas na elaboração do Prognóstico. 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 as tendências de crescimento da agricultura, da pecuária e da população urbana e rural. De certa forma, aumentou-se a articulação do GAT das bacias dos Rios do Leste, reunindo representantes das bacias estaduais, embora não tenha contado com a participação da ANA.

3.2 PROJEÇÕES DE DISPONIBILIDADE E DEMANDA

Para a forma como os cenários foram desenhados para o prognóstico das bacias, 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 Contingência Climática, 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 nas bacias¹⁶ 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste (podendo estar fora das bacias), 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

¹⁶ As etapas de diagnóstico e de prognóstico da elaboração do PDRH das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste contaram com consultas públicas realizadas e apresentadas em relatórios específicos: Relatório das Consultas Públicas de Diagnóstico e Relatório das Consultas Públicas de Prognóstico.



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 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 contingência climática nas bacias dos Rios do Leste, 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 2017.

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 contingência climática 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 49% em relação à vazão de referência** para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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, 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. Além disso, mesmo se tratando de áreas reduzidas, a variação pode ser significativa em porcentual, tendo em vista a variação sobre uma base de área muito limitada.

O uso da água para a indústria, mineração, pesca e aquicultura nas bacias é relativamente reduzido se comparado aos demais usos (representa menos de 2% do total das demandas) e não dispõem de variáveis específicas para as bacias 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. Apenas para o setor de irrigação foram adotadas as



taxas até o limite de 5% (positivo ou negativo), assumindo que 5% é uma taxa que aponta significativo aumento ou redução (em 20 anos dobraria ou zeraria a demanda).

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 - Rio Buranhém	0,0 %	0,0 %	0,0 %	5,0 %	0,0 %	0,0 %
UHP-2 - Rio Jucuruçu	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,9 %	0,0 %	0,0 %
UHP-3 - Rio Itanhém	0,2 %	0,0 %	0,2 %	-5,0 %	0,0 %	0,0 %
UHP-4 - Rio Peruípe	0,4 %	0,0 %	0,0 %	5,0 %	0,0 %	0,0 %
UHP-5 - Rio Itaúnas	0,0 %	0,0 %	0,4 %	-5,0 %	0,0 %	0,0 %
UHP-6 - Rio Itapemirim	0,2 %	0,0 %	1,4 %	1,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-7 - Rio Itabapoana	0,9 %	0,0 %	2,1 %	5,0 %	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 as bacias corresponde ao somatório, a cada ano do horizonte de cenarização, 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 nas bacias de 18,4%, ou seja, a demanda teria um aumento não muito significativo em 20 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 - Rio Buranhém	25,15	25,22	25,31	25,42	25,56
UHP-2 - Rio Jucuruçu	29,78	30,82	32,09	33,61	35,46
UHP-3 - Rio Itanhém	206,69	191,70	180,45	172,09	165,97
UHP-4 - Rio Peruípe	64,71	81,66	103,29	130,89	166,12
UHP-5 - Rio Itaúnas	53,72	43,13	34,97	28,69	23,86
UHP-6 - Rio Itapemirim	2,42	2,57	2,74	2,91	3,09
UHP-7 - Rio Itabapoana	176,51	189,48	204,36	221,57	241,67
Total das bacias	558,98	564,58	583,21	615,18	661,73

Fonte: elaboração própria.

Para ilustrar a influência de cada setor na evolução das demandas das bacias, o Quadro 3.3 apresenta a participação setorial das demandas para cada período de planejamento. Como não se trata de um conjunto territorialmente contínuo, mas sim um conjunto de bacias distribuídas pela região Leste de Minas Gerais, esse conjunto varia em termos de condições ambientais e de ocupação, o que se reflete em diferentes perfis de uso das águas para as bacias.



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

Bacia	Setor	Demandas (L/s)					Participação (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Rio Buranhém	Abastecimento humano	13,07	13,07	13,07	13,07	13,07	52,0	51,8	51,6	51,4	51,1
	Indústria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dessedentação animal	11,84	11,84	11,84	11,84	11,84	47,1	46,9	46,8	46,6	46,3
	Irrigação	0,24	0,31	0,40	0,51	0,65	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pesca e Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total da Bacia		25,15	25,22	25,31	25,42	25,56	100	100	100	100
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Abastecimento humano	6,32	6,32	6,32	6,32	6,32	21,2	20,5	19,7	18,8	17,8
	Indústria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dessedentação animal	18,52	18,52	18,52	18,52	18,52	62,2	60,1	57,7	55,1	52,2
	Irrigação	4,94	5,98	7,25	8,77	10,62	16,6	19,4	22,6	26,1	29,9
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pesca e Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total da Bacia		29,78	30,82	32,09	33,61	35,46	100	100	100	100
UHP-3 - Rio Itanhém	Abastecimento humano	68,59	69,36	70,13	70,92	71,72	33,2	36,2	38,9	41,2	43,2
	Indústria	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
	Dessedentação animal	64,04	64,72	65,40	66,09	66,79	31,0	33,8	36,2	38,4	40,2
	Irrigação	72,65	56,21	43,50	33,66	26,04	35,1	29,3	24,1	19,6	15,7
	Mineração	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	Pesca e Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total da Bacia		206,69	191,70	180,45	172,09	165,97	100	100	100	100
UHP-4 - Rio Peruípe	Abastecimento humano	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3
	Indústria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dessedentação animal	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	4,5	3,6	2,8	2,2	1,8
	Irrigação	61,32	78,26	99,89	127,48	162,71	94,8	95,8	96,7	97,4	97,9
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pesca e Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total da Bacia		64,71	81,66	103,29	130,89	166,12	100	100	100	100
Bacia	Setor	Demandas (L/s)					Participação (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-5 - Rio Itaúnas	Abastecimento humano	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
	Indústria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dessedentação animal	6,19	6,33	6,46	6,60	6,74	11,5	14,7	18,5	23,0	28,2
	Irrigação	47,39	36,67	28,37	21,95	16,99	88,2	85,0	81,1	76,5	71,2
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pesca e Aquicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total da Bacia		53,72	43,13	34,97	28,69	23,86	100	100	100	100

Bacia	Setor	Demandas (L/s)					Participação (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-6 - Rio Itapemirim	Abastecimento humano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Indústria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dessedentação animal	0,54	0,58	0,62	0,67	0,71	22,3	22,6	22,6	23,0	23,0
	Irrigação	1,75	1,87	1,98	2,11	2,24	72,3	72,8	72,3	72,5	72,5
	Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pesca e Aquicultura	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	5,4	5,1	4,7	4,5	4,2
	Total da Bacia		2,42	2,57	2,74	2,91	3,09	100	100	100	100
UHP-7 - Rio Itabapoana	Abastecimento humano	138,97	145,48	152,30	159,44	166,92	78,7	76,8	74,5	72,0	69,1
	Indústria	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
	Dessedentação animal	10,17	11,29	12,53	13,91	15,44	5,8	6,0	6,1	6,3	6,4
	Irrigação	19,33	24,67	31,48	40,18	51,28	11,0	13,0	15,4	18,1	21,2
	Mineração	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
	Pesca e Aquicultura	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12	2,3	2,2	2,0	1,9	1,7
	Total da Bacia		176,51	189,48	204,36	221,57	241,67	100	100	100	100

Fonte: elaboração própria.

As Bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu e Itanhém apresentam um perfil de demandas que se expressa majoritariamente entre abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação. Diferem desse perfil as bacias dos rios Peruípe, Itaúnas e Itapemirim, já que nessas predomina a atividade agrícola, sendo de maior relevância a demanda da irrigação e em expressão menor a demanda por dessedentação animal. Nessas, a demanda para o abastecimento humano é pouco representativa. Como terceiro perfil de participação setorial das demandas, a Bacia do Rio Itabapoana apresenta uma predominância expressiva da demanda do abastecimento humano sobre as demais, mas que, segundo as projeções realizadas tem sua participação reduzida frente à irrigação na cena de longo prazo.

Uma análise mais detalhada do crescimento das demandas 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 a UHP-4 apresenta uma projeção de crescimento significativamente maior que as demais (157%). Na UHP-3 e na UHP-5 são observados valores negativos, principalmente devido a tendência de decréscimo na irrigação. As demais UHPs apresentaram projeções de crescimento positivas, porém não muito elevadas entre os anos de 2021 e 2041.



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	13	13	0%	0	0	0%	12	12	0%	0	1	165%	0	0	0%	0	0	0%	25	26	2%
UHP-2	6	6	0%	0	0	0%	19	19	0%	5	11	115%	0	0	0%	0	0	0%	30	35	19%
UHP-3	69	72	5%	1	1	0%	64	67	4%	73	26	-64%	1	1	0%	0	0	0%	207	166	-20%
UHP-4	0	0	7%	0	0	0%	3	3	0%	61	163	165%	0	0	0%	0	0	0%	65	166	157%
UHP-5	0	0	-1%	0	0	0%	6	7	9%	47	17	-64%	0	0	0%	0	0	0%	54	24	-56%
UHP-6	0	0	0%	0	0	0%	1	1	32%	2	2	28%	0	0	0%	0	0	0%	2	3	27%
UHP-7	139	167	20%	2	2	0%	10	15	52%	19	51	165%	2	2	0%	4	4	0%	177	242	37%
Total das bacias	228	259	14%	3	3	0%	114	123	8%	208	271	30%	3	3	0%	4	4	0%	559	662	18%

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
	amoniaco	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 - Rio Buranhém	475,11	9,38	8,60E+12	75,02	13,3%	7,6%	15,2%	7,6%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	341,84	6,97	6,12E+12	55,77	19,1%	10,9%	21,8%	10,9%
UHP-3 - Rio Itanhém	888,05	17,88	1,54E+13	145,59	23,8%	17,2%	28,5%	15,7%
UHP-4 - Rio Peruípe	243,09	6,39	4,33E+12	48,95	33,5%	5,6%	36,1%	9,7%
UHP-5 - Rio Itaúnas	117,92	2,22	2,17E+12	17,80	16,7%	15,1%	17,2%	15,1%
UHP-6 - Rio Itapemirim	60,67	1,38	1,04E+12	11,06	35,0%	20,0%	40,0%	20,0%
UHP-7 - Rio Itabapoana	1.965,61	39,02	3,55E+13	312,13	14,4%	8,2%	16,4%	8,2%
Total	4.092,28	83,25	7,32E+13	666,31	18,7%	10,7%	21,4%	10,6%

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 Rio Itabapoana, onde estima-se um aumento na ordem de 15%. Nas demais UHPs, estima-se crescimento entre 0% e 6%.

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 - Rio Buranhém	475,11	9,38	8,60E+12	75,02	13,3%	7,6%	15,2%	7,6%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	341,84	6,97	6,12E+12	55,77	19,1%	10,9%	21,8%	10,9%
UHP-3 - Rio Itanhém	926,37	18,66	1,61E+13	151,90	23,8%	17,2%	28,5%	15,7%
UHP-4 - Rio Peruípe	258,95	6,80	4,61E+12	52,06	33,6%	5,9%	36,1%	9,9%
UHP-5 - Rio Itaúnas	117,07	2,21	2,15E+12	17,67	16,7%	15,1%	17,2%	15,1%
UHP-6 - Rio Itapemirim	62,58	1,43	1,07E+12	11,41	35,0%	20,0%	40,0%	20,0%
UHP-7 - Rio Itabapoana	2.360,69	46,86	4,27E+13	374,87	14,4%	8,2%	16,4%	8,2%
Total	4.542,60	92,30	8,13E+13	738,69	18,5%	10,5%	21,2%	10,5%

Fonte: elaboração própria. * valor em NMP/dia

3.3 CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO

A construção de cenários para a elaboração do PDRH 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, 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, localizadas 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 Contingência Climática (“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 as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, não apontam para variações expressivas, exceto para o setor de irrigação, que apresenta uma tendência significativa de variação da demanda, nesse sentido, acompanhando tendência nacional.

O **Cenário de Contingência Climática** 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 Contingência Climática 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 Contingência Climática, 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 Contingência Climática. 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 5 e 10% para a maioria das UHPs, com exceção da UHP do Rio Peruípe. Esta unidade, caracterizada por uma pequena extensão de bacia de pouco mais de 50 km², possui alguns pontos isolados de captação com demanda muito superior à disponibilidade hídrica no local, acarretando um déficit que vai sendo um pouco amenizado até o exutório da unidade. Na UHP do Rio Itanhém, a projeção indica uma redução no comprometimento hídrico, reflexo da taxa negativa de projeção para a demanda da irrigação.

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 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	6,77	6,78	6,81	6,84	6,87
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Rio Jucuruçu	5,58	5,77	6,01	6,29	6,64
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Alcobaça ou Itanhém	13,4	12,56	11,87	11,35	10,96
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	58,65	58,65	58,65	58,65	58,65
UHP-5 - Rio Itaúnas	Córrego Barreado	11,79	11,89	11,99	12,09	12,19
UHP-6 - Rio Itapemirim	Total exutórios	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	5,34	5,73	6,16	6,67	7,25

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 geral, nos casos das bacias dos Rios do Leste os déficits ocorrem de forma localizada em alguns trechos, podendo estar associado a uma má alocação do recurso hídrico dentro das unidades. No total, verifica-se um aumento dos atuais 0,102 m³/s não atendidos na cena atual para 0,170 m³/s não atendidos na cena de longo prazo, equivalente a cerca de 25% da demanda total. Em vermelho, estão assinaladas cenas com déficits superiores a 50% da demanda projetada, correspondendo às UHPs dos Rios Peruípe e Itaúnas.



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

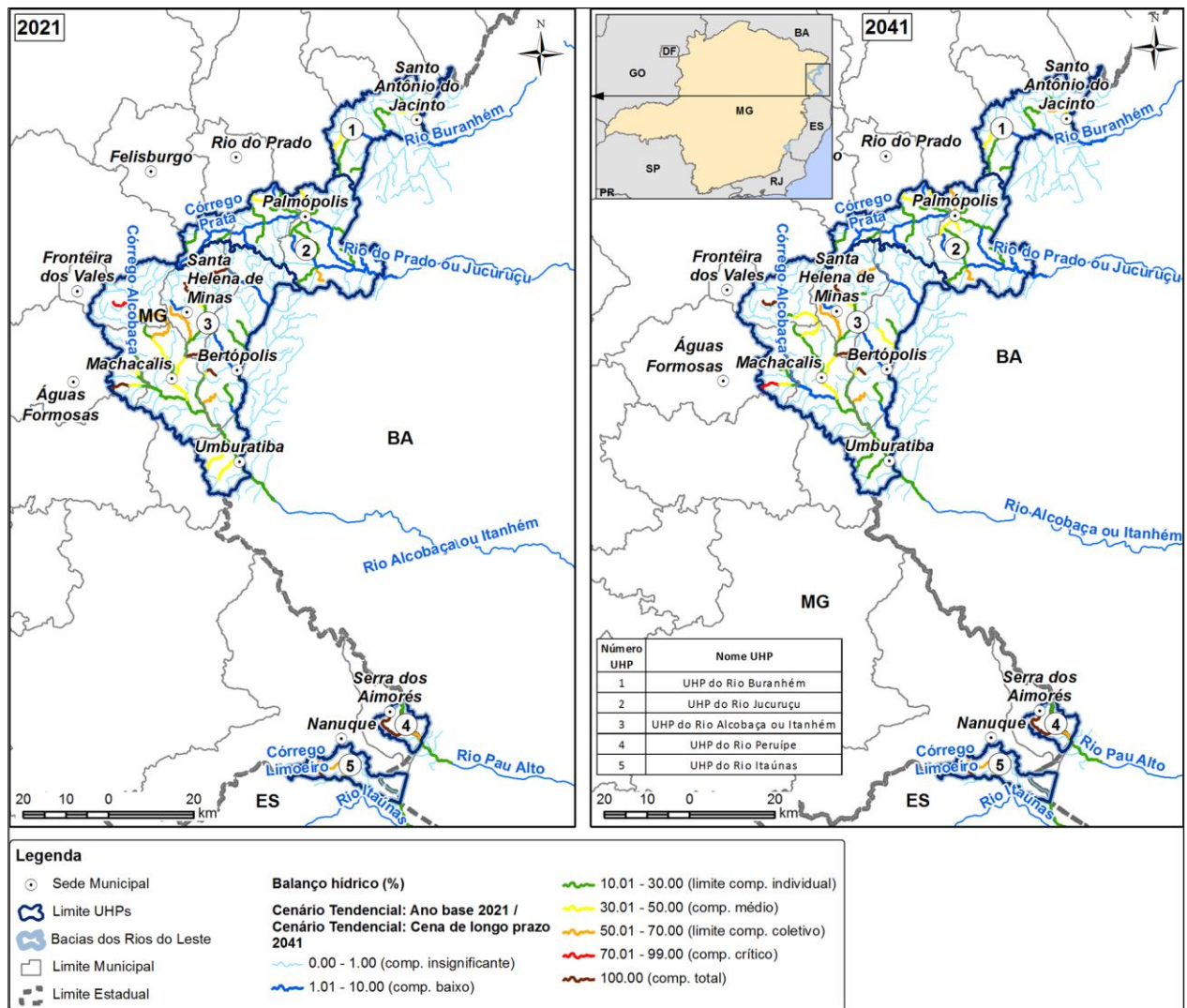
UHP	Demanda não atendida (m³/s)					Percentual				
	2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Rio Buranhém	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
UHP-3 - Rio Itanhém	0,017	0,014	0,012	0,011	0,011	8,1%	7,1%	6,8%	6,5%	6,3%
UHP-4 - Rio Peruípe	0,045	0,062	0,083	0,111	0,146	69,0%	75,4%	80,6%	84,7%	87,9%
UHP-5 - Rio Itaúnas	0,038	0,027	0,019	0,012	0,007	70,1%	62,4%	53,2%	42,4%	30,1%
UHP-6 - Rio Itapemirim	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
UHP-7 - Rio Itabapoana	0,003	0,003	0,004	0,005	0,006	1,7%	1,8%	2,0%	2,2%	2,5%
Total	0,102	0,105	0,118	0,139	0,17	18,2%	18,7%	20,3%	22,6%	25,7%

Fonte: elaboração própria.

A Figura 3.1 e a Figura 3.2 apresentam a distribuição dos resultados do balanço hídrico em cada ottotrecho das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste considerando a cena atual (2021) e a cena de longo prazo (2041) no cenário tendencial. É possível observar uma tendência de estagnação entre a cena atual e a cena de longo prazo, com a ocorrência de déficits em pontos isolados e em áreas de cabeceira, com baixa disponibilidade hídrica.

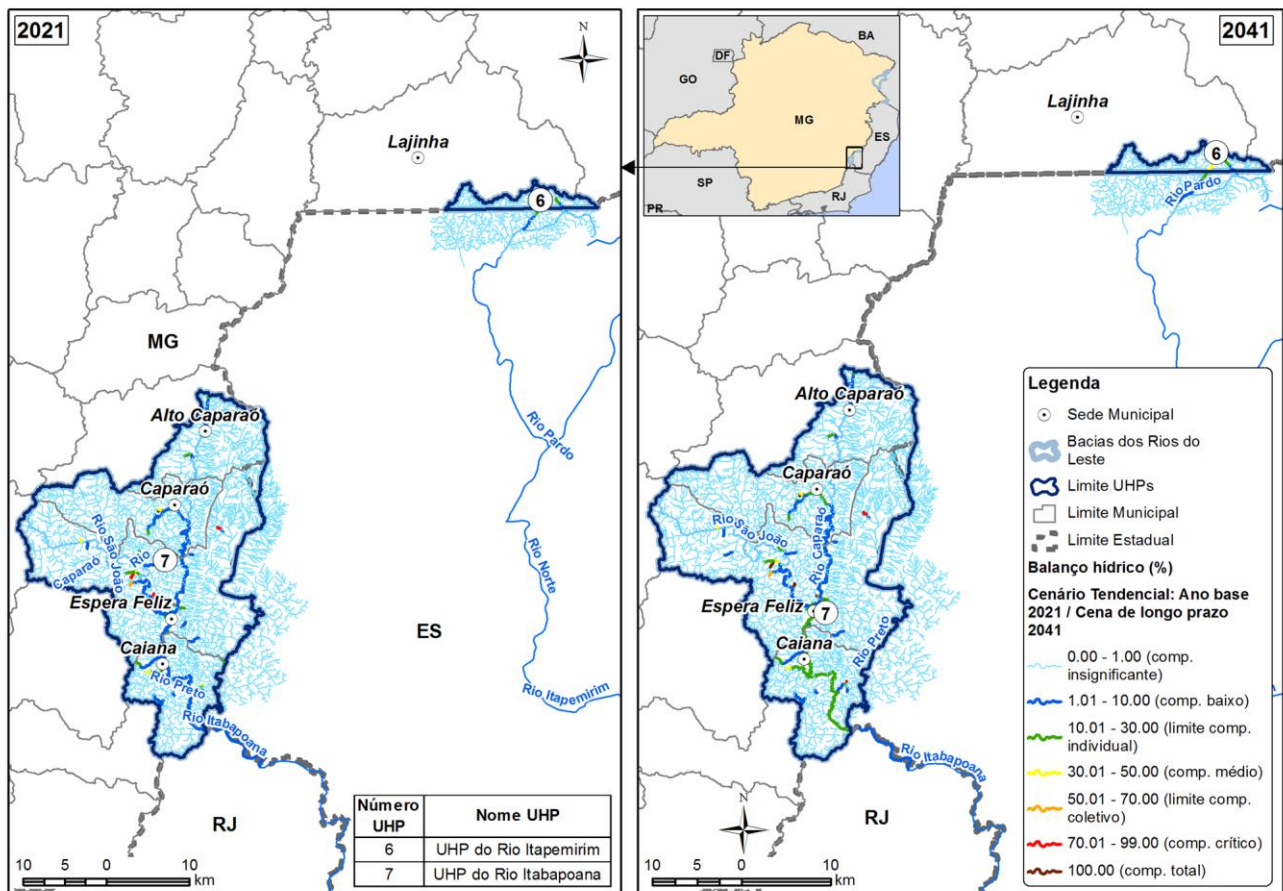


Figura 3.1 - Balanço hídrico no cenário tendencial para a porção nordeste das bacias (cena atual e cena 2041).



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.2 - Balanço hídrico no cenário tendencial porção sudeste das bacias (cena atual e cena 2041).



Fonte: elaboração própria.

3.4.1.2 Cenário de Contingência Climática

O balanço hídrico do Cenário de Contingência Climática, conforme comentado anteriormente, é elaborado a partir da demanda tendencial projetada (a mesma utilizada no cenário tendencial), porém, com uma vazão de referência 49% 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 das bacias, em **pelo menos uma das cenas** a vazão de referência venha a ser a do Cenário de Contingência Climática 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.

não há um aumento expressivo do comprometimento hídrico em relação ao cenário tendencial, sendo a faixa entre 10% e 25% a classe predominante nos pontos de entrega das UHPs.



Em comparação com o cenário tendencial, há um aumento médio em torno de 100% no comprometimento, porém como a situação no cenário tendencial é confortável, este aumento não acarretaria situações críticas em termos de disponibilidade hídrica. Com exceção da UHP do Rio Peruípe, onde os resultados são de comprometimento em classe de não conformidade (médio), reflexo da alta demanda localizada no trecho de cabeceira.

Quadro 3.11 apresenta os resultados do balanço hídrico nos exutórios de cada UHP considerando as cenas do Cenário de Contingência Climática. Neste cenário não há um aumento expressivo do comprometimento hídrico em relação ao cenário tendencial, sendo a faixa entre 10% e 25% a classe predominante nos pontos de entrega das UHPs. Em comparação com o cenário tendencial, há um aumento médio em torno de 100% no comprometimento, porém como a situação no cenário tendencial é confortável, este aumento não acarretaria situações críticas em termos de disponibilidade hídrica. Com exceção da UHP do Rio Peruípe, onde os resultados são de comprometimento em classe de não conformidade (médio), reflexo da alta demanda localizada no trecho de cabeceira.

Quadro 3.11 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP no Cenário de Contingência Climática.

UHP	Corpo hídrico	Balanço hídrico (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Rio Buranhém	Rio do Peixe	14,09	14,12	14,15	14,18	14,23
UHP-2 - Rio Jucuruçu	Rio do Prado ou Rio Jucuruçu	11,4	11,8	12,3	12,87	13,48
UHP-3 - Rio Itanhém	Rio Alcobaça ou Itanhém	24,65	23,12	21,92	20,99	20,25
UHP-4 - Rio Peruípe	Rio Pau Alto	63,66	63,66	63,66	63,66	63,66
UHP-5 - Rio Itaúnas	Córrego Barreado	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
UHP-6 - Rio Itapemirim	Total exutórios	3,39	3,6	3,81	4,04	4,28
UHP-7 - Rio Itabapoana	Rio Itabapoana	11	11,78	12,68	13,71	14,92

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 3.12 apresenta os déficits hídricos de cada UHP, considerando todas as cenas do Cenário de Contingência Climática, 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. Estima-se que os déficits aumentariam em $0,04 m^3/s$ em relação ao cenário tendencial, mantendo-se estagnado neste valor ao longo de todo o horizonte de planejamento. As UHPs com os maiores déficits em relação à demanda total correspondem às UHP do Rio Itaúnas e Peruípe, onde estima-se que entre 60% e 90% da demanda das UHPs não seriam atendidas ao longo das cenas avaliadas.



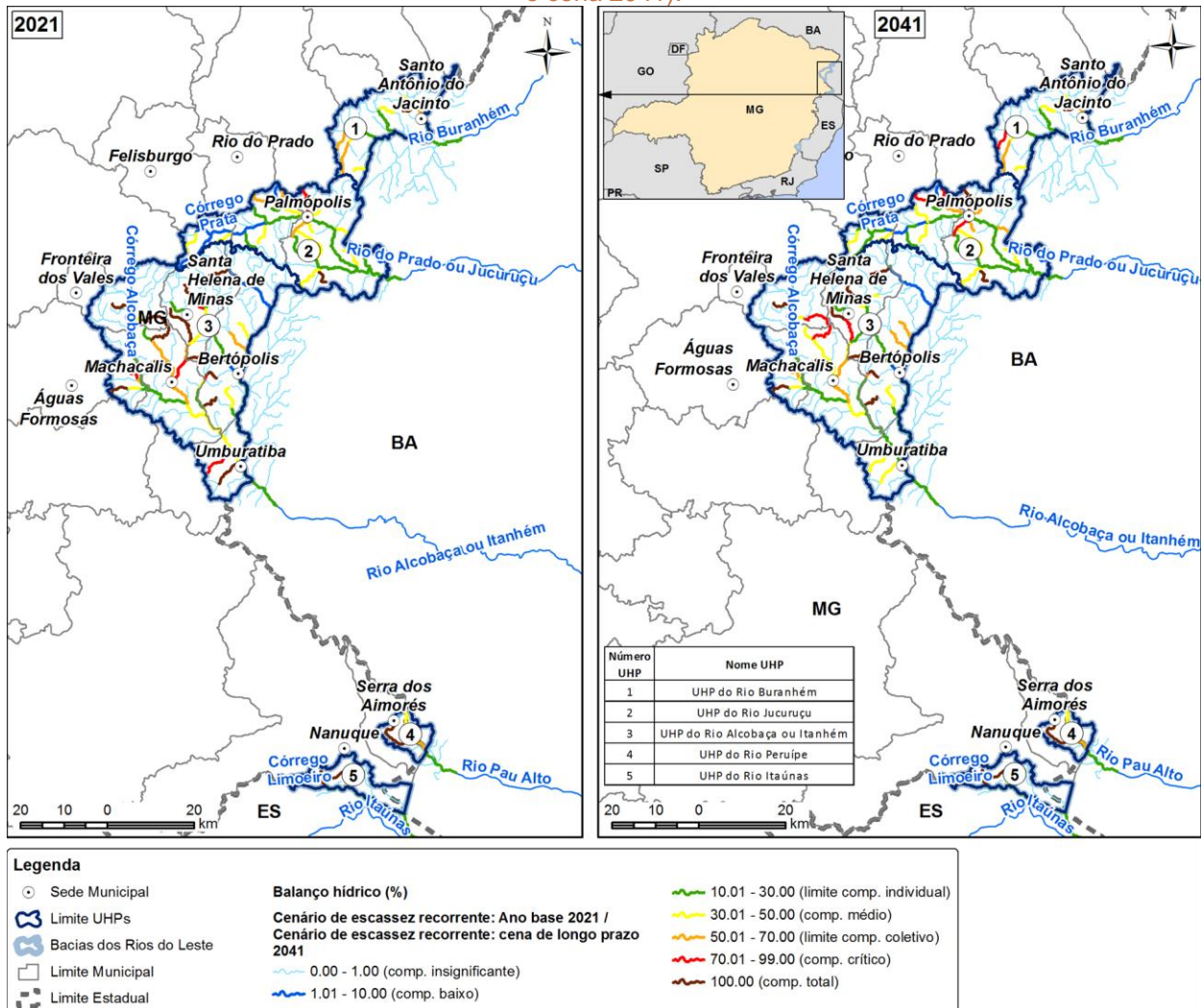
Quadro 3.12 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no Cenário de Contingência Climática.

UHP	Demanda não atendida (m³/s)					Percentual				
	2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Rio Buranhém	0	0	0	0	0	0,0%	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%
UHP-2 - Rio Jucuruçu	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	1,9%	1,8%	1,7%	1,8%	2,5%
UHP-3 - Rio Itanhém	0,039	0,034	0,031	0,029	0,028	18,9%	18,0%	17,4%	17,0%	17,0%
UHP-4 - Rio Peruípe	0,054	0,071	0,093	0,12	0,156	83,8%	87,2%	89,9%	92,0%	93,7%
UHP-5 - Rio Itaúnas	0,044	0,033	0,025	0,019	0,014	82,2%	77,8%	72,6%	66,6%	59,8%
UHP-6 - Rio Itapemirim	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
UHP-7 - Rio Itabapoana	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	2,9%	3,1%	3,3%	3,6%	3,8%
Total	0,143	0,146	0,157	0,177	0,208	25,6%	25,8%	26,9%	28,9%	31,5%

Fonte: elaboração própria.

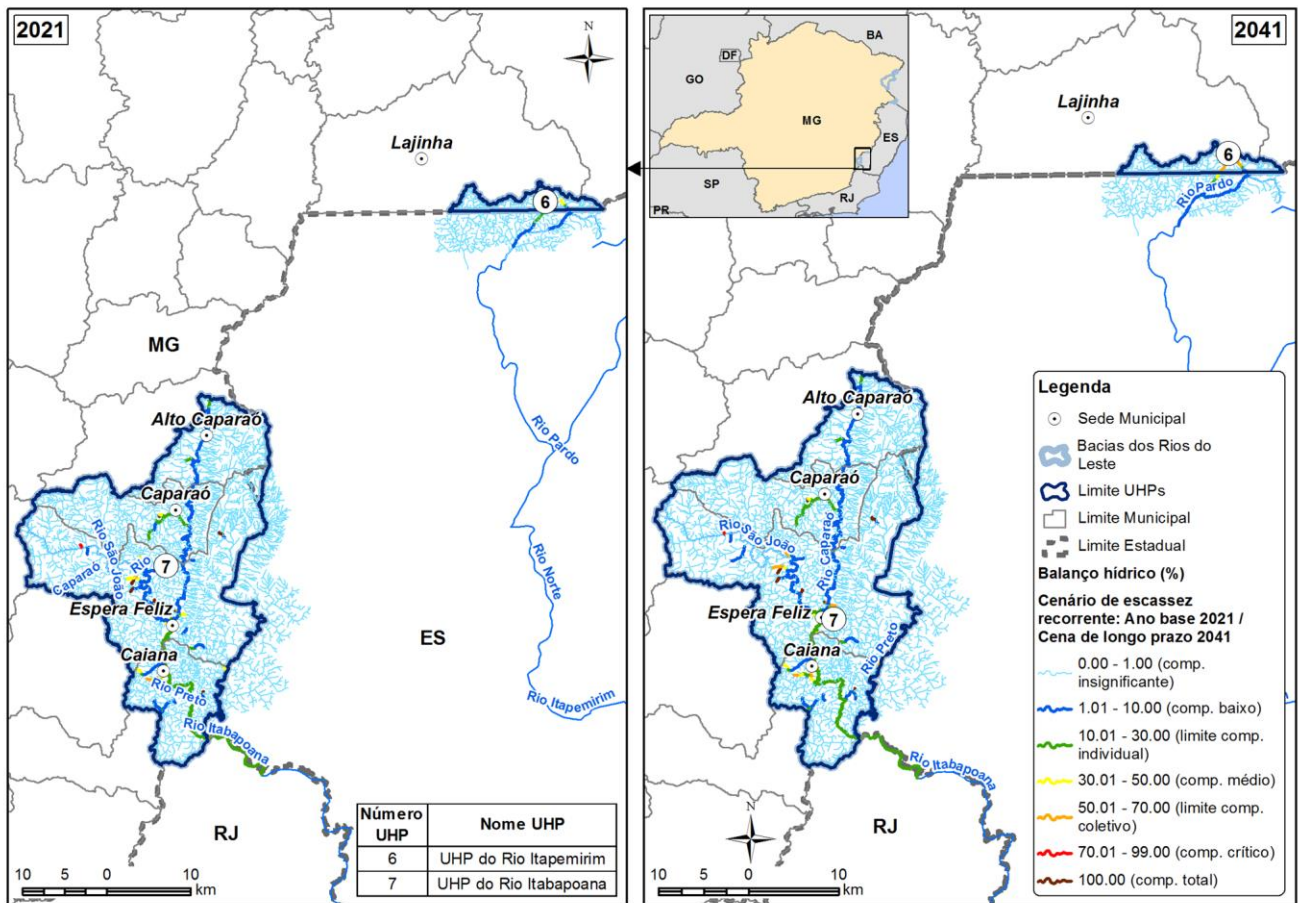
A Figura 3.3 e a Figura 3.4 apresentam a distribuição dos resultados do balanço hídrico em cada ottotrecho das bacias considerando a cena atual (2021) e a cena de longo prazo (2041) no Cenário de Contingência Climática. Neste cenário, observa-se a predominância da classe entre 10% e 50% de comprometimento hídrico nos trechos de maior área de drenagem para o cenário atual, mantendo-se na cena de longo prazo.

Figura 3.3 - Balanço hídrico no cenário de contingência climática para as bacias da porção nordeste (cena atual e cena 2041).



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.4 - Balanço hídrico no cenário de contingência climática para as bacias da porção sudeste (cena atual e 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 pontos 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 nº 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 nas UHPs dos Rios Buranhém, Itaúnas e Peruípe, cujos trechos foram identificados em condições semelhantes à classe 4.

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 - Rio Buranhém	5,66	7,19	5.361,98	0,15	0,84	0,04	0,1	4
UHP-2 - Rio Jucuruçu	4,15	7,64	3.675,66	0,12	0,69	0,03	0,13	3
UHP-3 - Rio Itanhém	3,25	7,76	2.316,92	0,11	0,69	0,03	0,19	3
UHP-4 - Rio Peruípe	26,25	4,4	18.720,18	0,78	4,82	0,23	0,54	4
UHP-5 - Rio Itaúnas	6,46	6,06	7.907,53	0,18	1,06	0,05	0,11	4
UHP-6 - Rio Itapemirim	4,41	8,35	4.906,16	0,08	0,43	0,01	0,1	3
UHP-7 - Rio Itabapoana	2,78	7,08	2.447,83	0,08	0,55	0,03	0,21	2

* valor em NMP/100ml

Legenda:

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

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 3.14 apresenta a média ponderada das concentrações em cada UHP em relação ao horizonte de longo prazo (2041) do cenário tendencial. Observa-se a ocorrência de alterações pouco expressivas, sendo o maior aumento verificado na Bacia do Rio Itabapoana, com acréscimos em torno de 15%. Este aumento acarretaria uma elevação da classe de enquadramento de coliformes, elevando também a classificação da unidade.

Quadro 3.14 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados em relação ao Cenário Tendencial para a cena de longo prazo (2041).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Rio Buranhém	5,66	7,19	5.361,98	0,15	0,84	0,04	0,1	4
UHP-2 - Rio Jucuruçu	4,15	7,64	3.675,98	0,12	0,69	0,03	0,13	3
UHP-3 - Rio Itanhém	3,35	7,71	2.410,45	0,12	0,71	0,03	0,2	3
UHP-4 - Rio Peruípe	27,57	4,31	19.728,97	0,82	5,07	0,24	0,57	4
UHP-5 - Rio Itaúnas	6,43	6,07	7.864,76	0,18	1,06	0,05	0,11	4
UHP-6 - Rio Itapemirim	4,5	8,34	5.061,37	0,09	0,44	0,01	0,1	3
UHP-7 - Rio Itabapoana	3,2	6,82	2.927,58	0,09	0,64	0,03	0,22	3

* valor em NMP/100ml

Legenda:

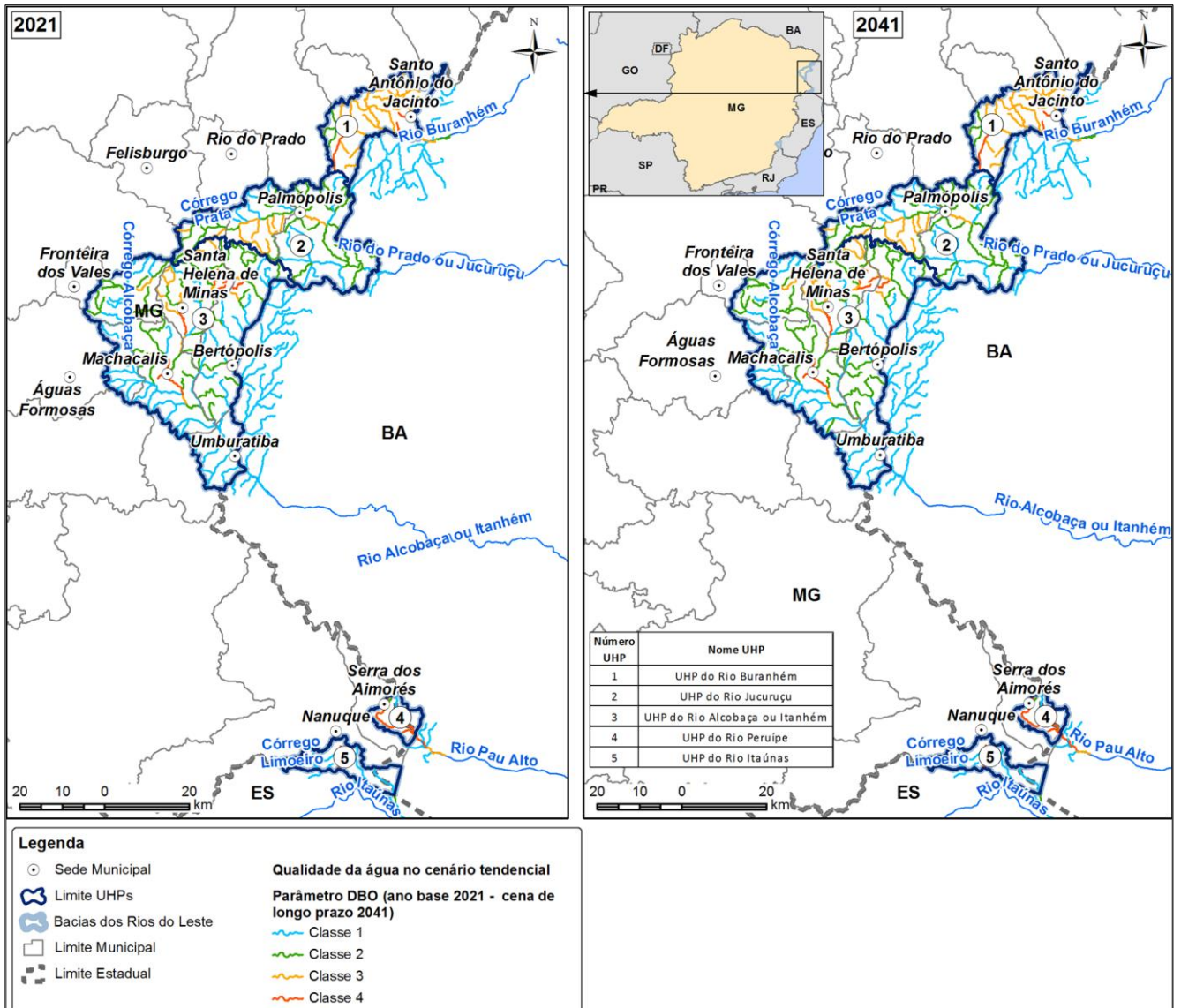
Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
----------	----------	----------	----------

Fonte: elaboração própria.

Da Figura 3.5 até a Figura 3.12 a seguir são apresentadas as distribuições dos resultados de qualidade no cenário tendencial considerando os seguintes parâmetros: DBO, oxigênio dissolvido, coliformes e fósforo total.

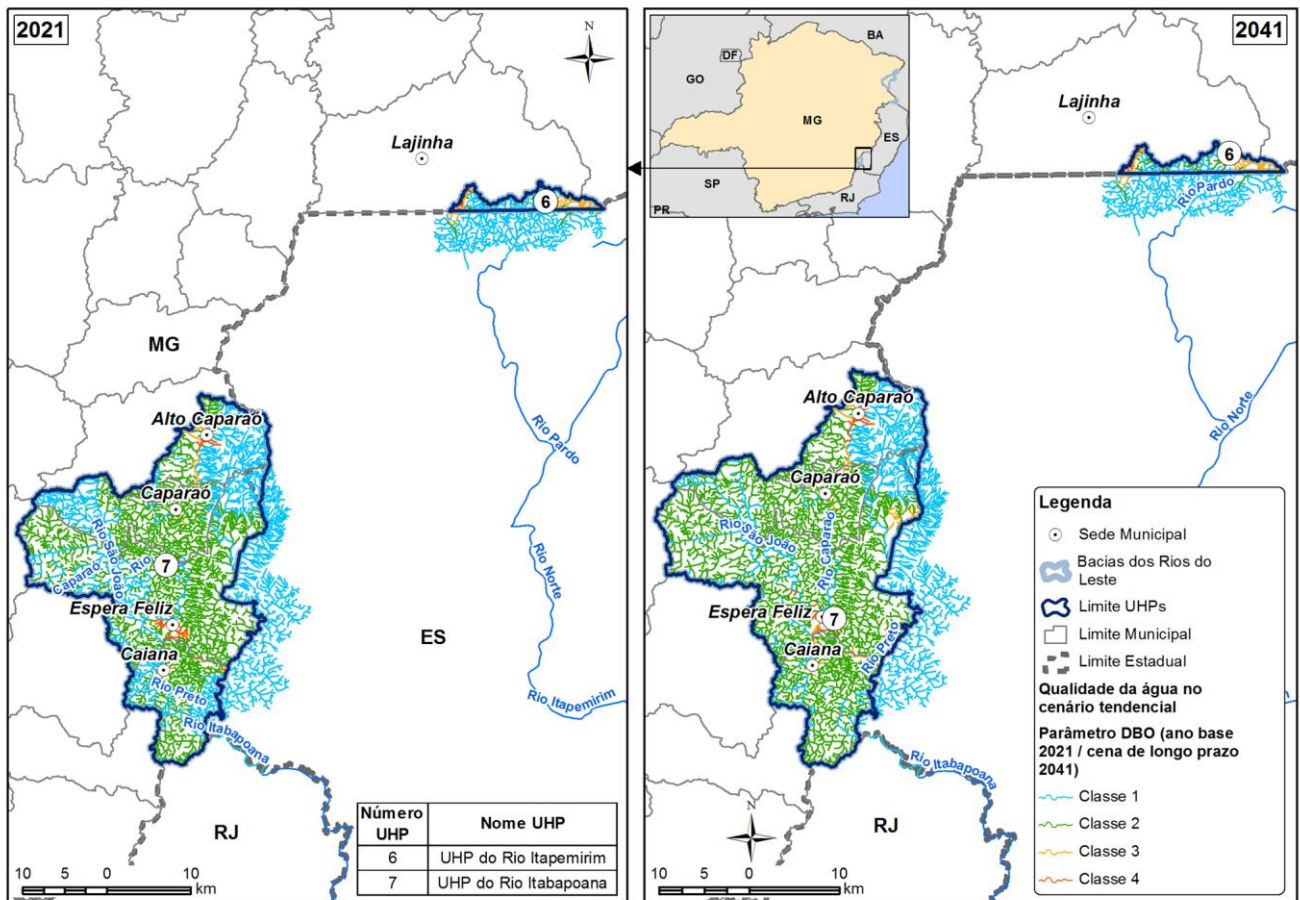


Figura 3.5 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO; porção nordeste.



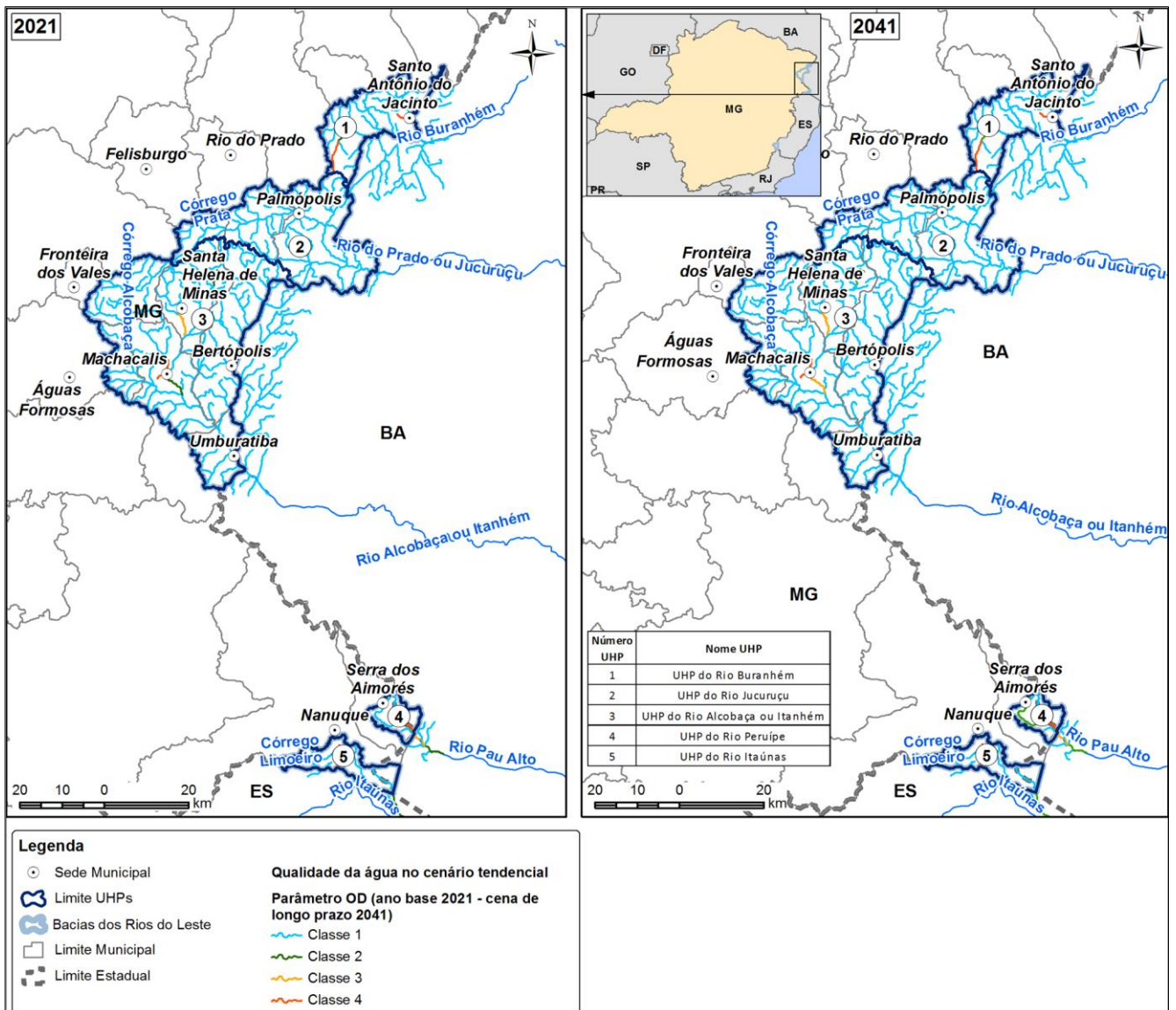
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.6 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO; porção sudeste.



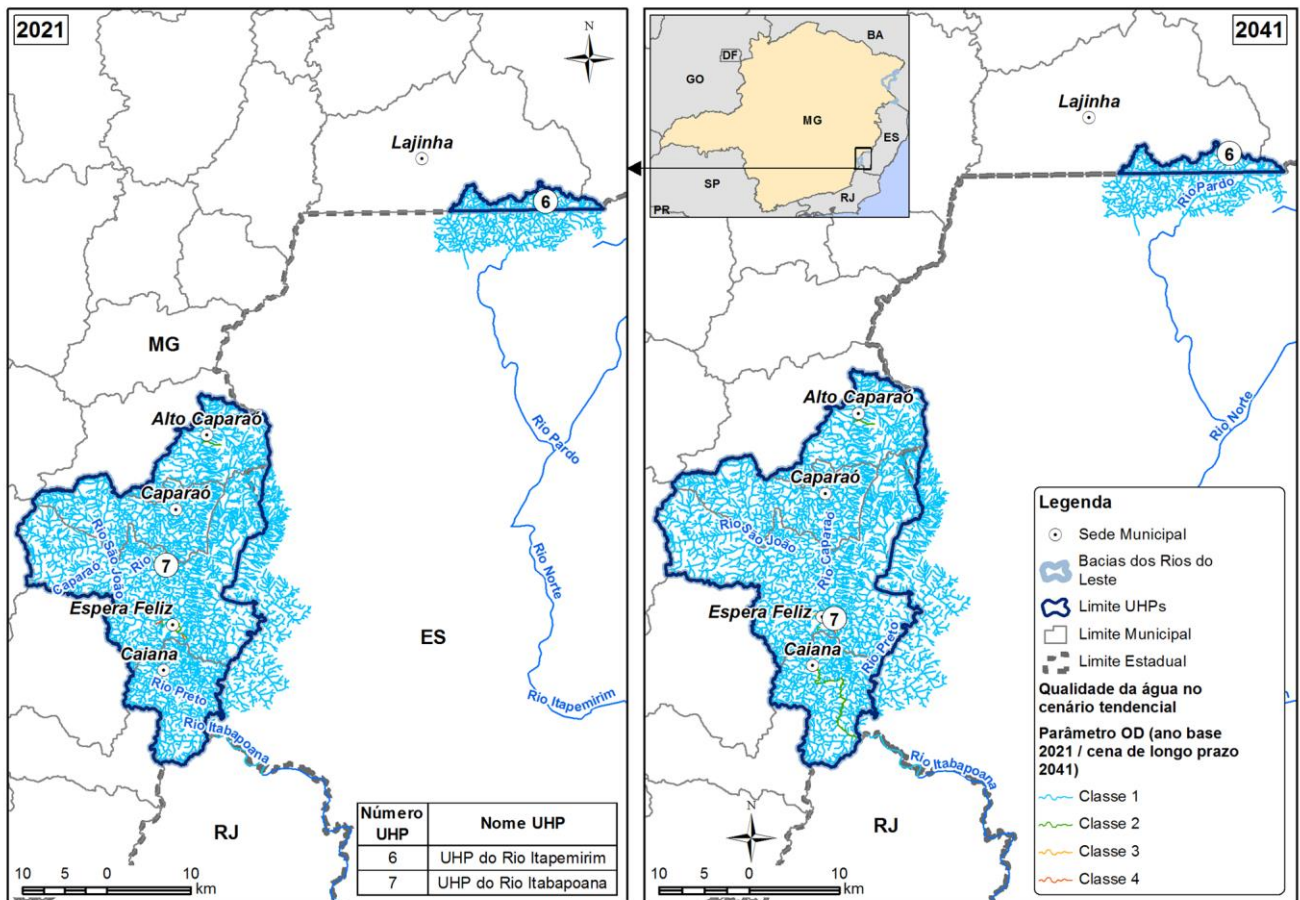
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.7 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: OD; porção nordeste.



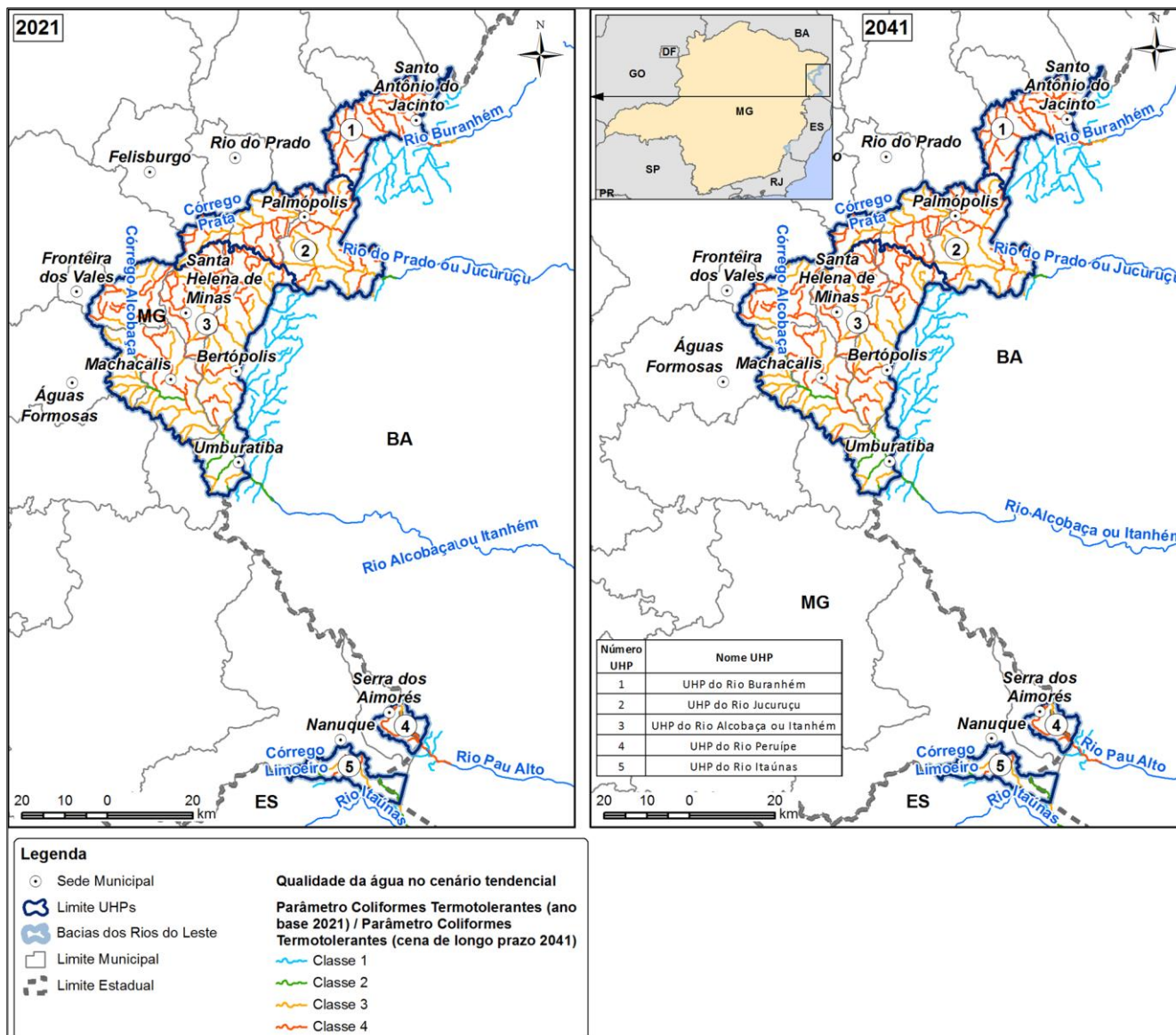
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.8 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: OD; porção sudeste.



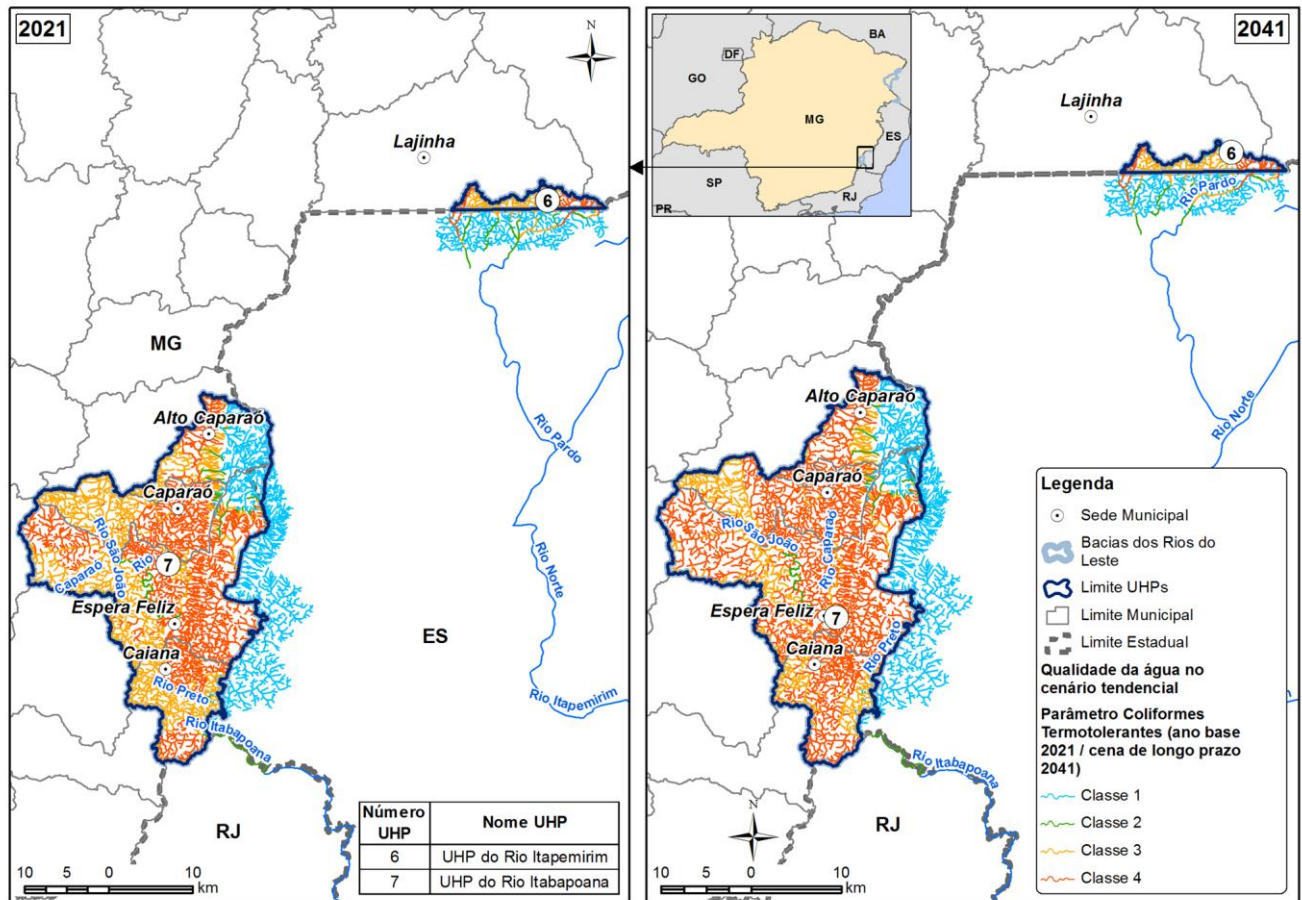
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.9 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Coliformes Termotolerantes; porção nordeste.



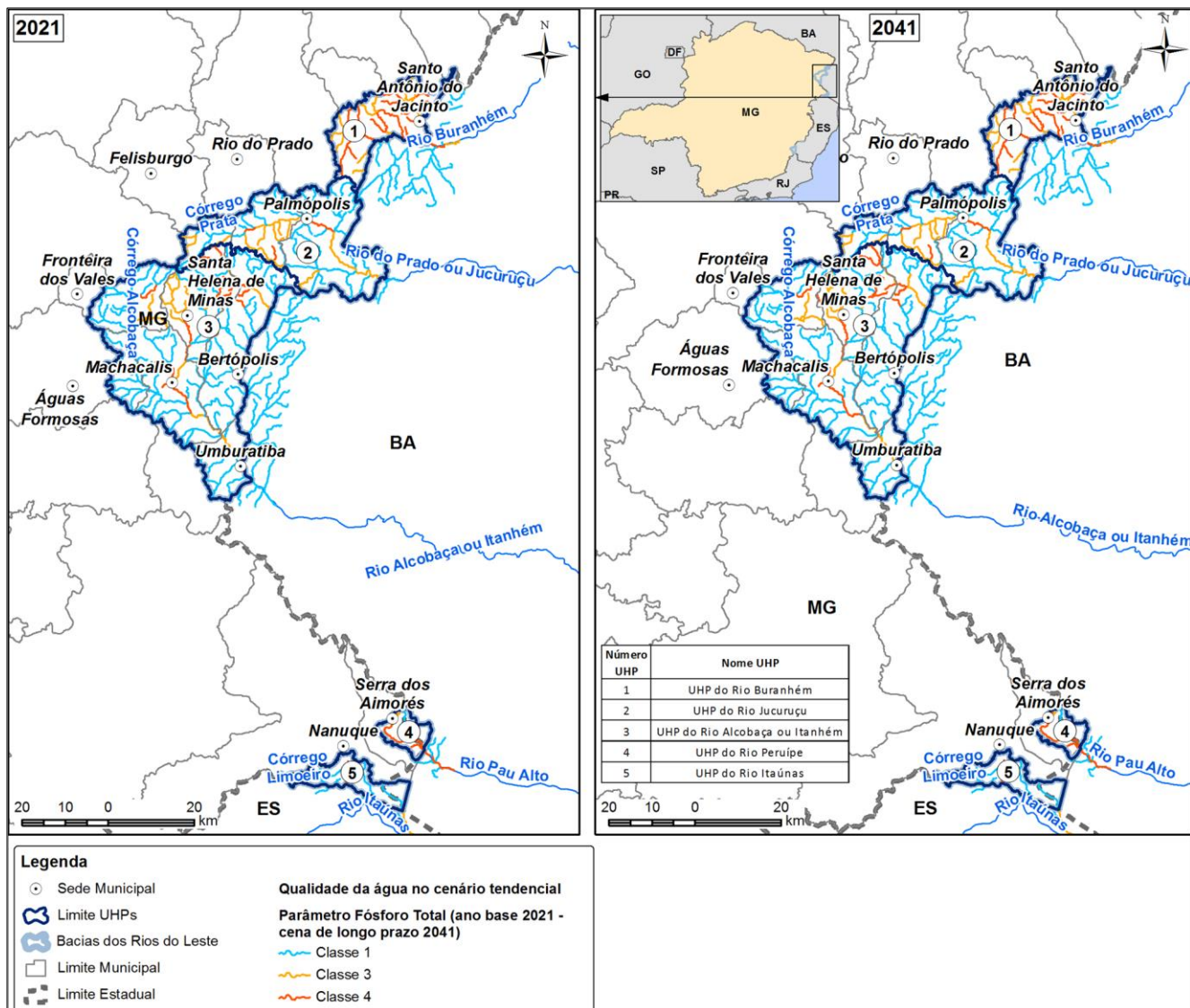
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.10 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Coliformes Termotolerantes; porção sudeste.



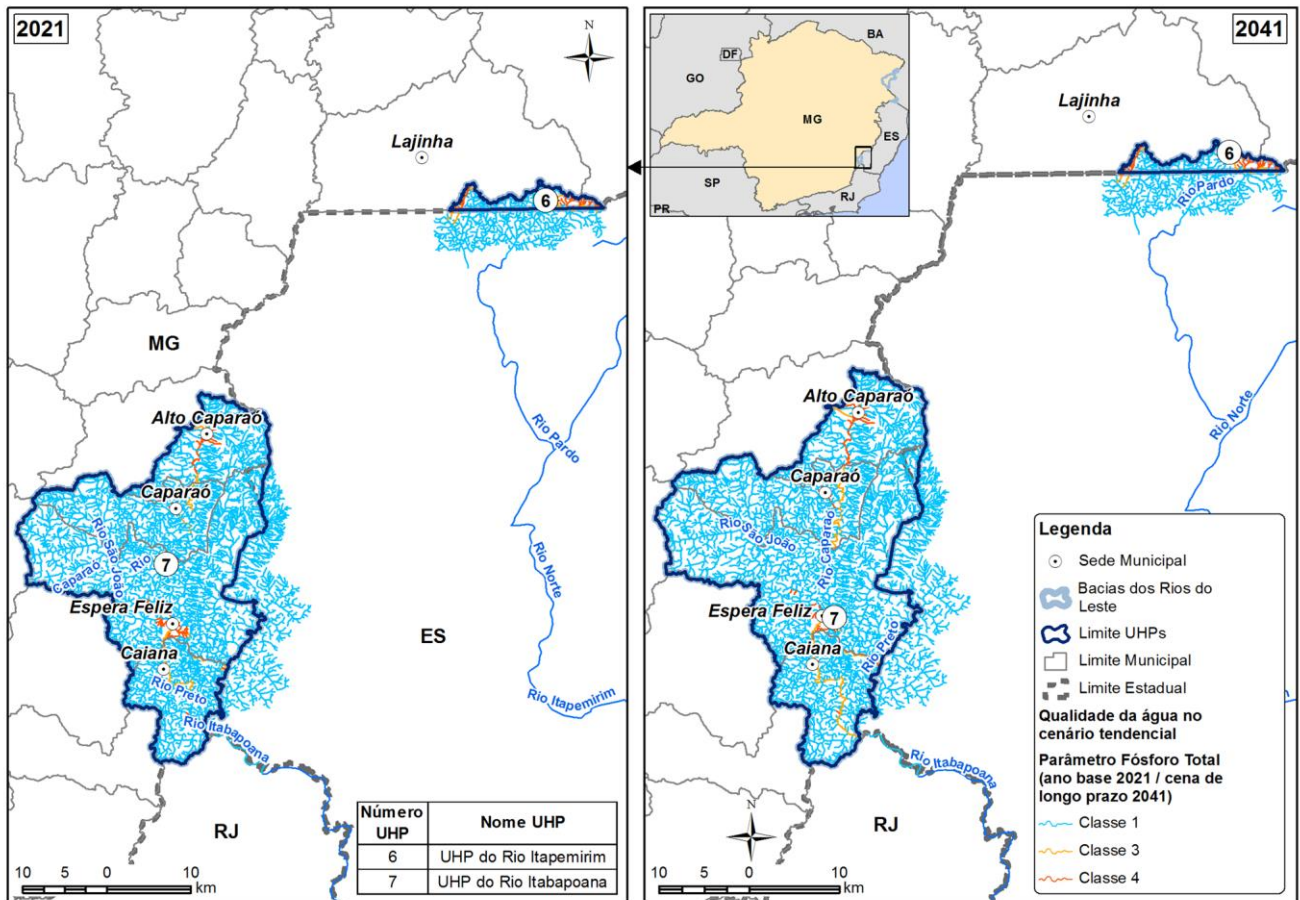
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.11 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Fósforo Total; porção nordeste.



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.12 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: Fósforo Total; porção sudeste.



Fonte: elaboração própria.

3.4.2.2 Cenário de Contingência Climática

A apresentação dos resultados de qualidade para o Cenário de Contingência Climática 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 3.15 apresenta a média ponderada das concentrações em cada UHP em relação à cena atual (2021) do Cenário de Contingência Climática. 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 80% das concentrações dos parâmetros (e redução de 17% na concentração de oxigênio dissolvido), havendo alterações de classe especialmente para os parâmetros fósforo e DBO. Neste cenário, a maior parte das bacias teria condições de qualidade equivalentes às classes 3 e 4.



Quadro 3.15 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Contingência Climática para a cena atual (2021).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Rio Buranhém	11	5,93	10.614,07	0,29	1,68	0,07	0,18	4
UHP-2 - Rio Jucuruçu	7,57	6,48	7.425,9	0,24	1,38	0,06	0,25	4
UHP-3 - Rio Itanhém	6,51	6,59	4.630,81	0,21	1,36	0,07	0,37	4
UHP-4 - Rio Peruípe	44,71	3,05	32.636,79	1,35	8,5	0,41	0,96	4
UHP-5 - Rio Itaúnas	11,21	4,63	14.454,05	0,33	2,02	0,09	0,21	4
UHP-6 - Rio Itapemirim	7,26	8,11	9.961,69	0,15	0,78	0,02	0,1	4
UHP-7 - Rio Itabapoana	4,94	5,74	4.888,17	0,14	1	0,04	0,29	3

* valor em NMP/100ml

Legenda:

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

Fonte: elaboração própria.

Por fim, o Quadro 3.16 apresenta a média ponderada das concentrações em cada UHP em relação ao horizonte de longo prazo (2041) do Cenário de Contingência Climática. 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 3.16 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Contingência Climática para a cena de longo prazo (2041).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Rio Buranhém	11	5,93	10.614,07	0,29	1,68	0,07	0,18	4
UHP-2 - Rio Jucuruçu	7,57	6,48	7.426,52	0,24	1,38	0,06	0,25	4
UHP-3 - Rio Itanhém	6,74	6,5	4.811,06	0,22	1,42	0,07	0,38	4
UHP-4 - Rio Peruípe	46,67	2,9	34.148,65	1,41	8,88	0,42	1,01	4
UHP-5 - Rio Itaúnas	11,16	4,64	14.382,58	0,33	2,01	0,09	0,21	4
UHP-6 - Rio Itapemirim	7,44	8,09	10.272,92	0,16	0,8	0,02	0,1	4
UHP-7 - Rio Itabapoana	5,78	5,22	5.830,37	0,17	1,17	0,05	0,32	4

* valor em NMP/100ml

Legenda:

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

Fonte: elaboração própria.



4 PLANO DE AÇÕES

4.1 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 Webinário 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, que apesar da não existência de um Comitê de Bacia Hidrográfica que protagonize a articulação dos atores institucionais e população, o crescente ganho na articulação local, com destaque para os representantes das municipalidades. 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.

Destaca-se a importância de avançar na agregação dessas bacias hidrográficas em Comitês de Bacias já existentes ou que seja(m) criado(s) novos CBHs, para a melhor instituição do ambiente de gestão das águas das Bacias dos Rios do Leste.

Por fim, é importante destacar que, mesmo com os ajustes necessários na dinâmica de realização das consultas públicas, com a adoção da modalidade remota, percebe-se a compreensão dos participantes nas medidas adotadas para a viabilidade de realização dos eventos públicos e, também, das restrições, incertezas e instabilidades diversas que permeiam o tempo da Pandemia de COVID-19. As consultas públicas realizadas foram exitosas, em termos de articulação e participação.



4.2 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.

4.2.1 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. Recentemente, o regimento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais – CERH MG foi regulamentado no Decreto 48.209, de 18/06/2021, que revogou o Decreto 46.501, de 05/05/2014.

Na análise dos cadastros de outorgas e de usos insignificantes nas bacias hidrográficas dos rios do leste 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 475 cadastros, sendo 441 de usos insignificantes e apenas 34 de outorgas deferidas. O volume anual total das captações registradas nas bacias é de 5,64 hm³, sendo 73% desse volume referente a volumes outorgados.

Com relação às captações realizadas nas bacias hidrográficas dos rios do leste, no Quadro 4.1 são apresentadas as vazões médias outorgadas por setor. Observa-se que o setor de abastecimento público apresenta a maior vazão outorgada (436,4 m³/h), seguido pelo uso para irrigação (22,7 m³/h).

Quadro 4.1 – Vazões outorgadas por setor produtivo nas bacias hidrográficas dos rios do leste

Setores	Vazões (m ³ /h)			% Total
	Subterrânea	Superficial	Total	
Abastecimento Público	39,1	397,3	436,4	93,3
Consumo Humano	0,1	0,0	0,1	0,01
Criação Animal	0,0	6,6	6,6	1,4
Irrigação	0,0	22,7	22,7	4,8
Outras	2,1	0,0	2,1	0,5
Total	41,2	426,7	467,9	100,0

Fonte: 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. Em algumas outorgas referentes a irrigação são observadas variações sazonais, com volumes autorizados para captação menores nos meses de verão.

Todas as seis outorgas com vazão superior a 30,0 m³/h são da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, para abastecimento público. As duas outorgas com maiores vazões de captação autorizadas se localizam no município de Espera Feliz, na bacia do Rio Itabapoana, nesse município também está a outorga de maior volume com finalidade que difere do abastecimento (sendo essa para irrigação). A bacia mencionada concentra quase 80% de todo o volume outorgado entre as bacias dos rios do leste, com 368,8 m³/h. A Bacia Hidrográfica do Rio Itanhém possui 90,2 m³/h outorgados, correspondendo a 19% do volume de todas as bacias. As UHPs do Rio Buranhém e do Rio Itapemirim não apresentaram nenhuma outorga para uso consuntivo, enquanto as demais possuem apenas uma outorga por bacia.

No Quadro 4.2 é possível observar que a soma das vazões médias das captações superficiais totaliza 159,0 m³/h, enquanto as captações subterrâneas representam 17,0 m³/h. Com relação aos setores usuários, observa-se que a maior vazão média se refere ao consumo humano (79,1 m³/h), seguido da dessedentação de animais (36,6 m³/h).



Quadro 4.2 – Vazões de captação consideradas como uso insignificantes divididas por setores usuários nas bacias hidrográficas dos rios do leste

Setores	Vazões (m ³ /h)			% Total
	Subterrânea	Superficial	Total	
Aquicultura	0,0	2,2	2,2	1,3%
Consumo agroindustrial	0,0	4,3	4,3	2,4%
Consumo humano	10,6	68,4	79,1	44,9%
Consumo industrial	0,8	3,2	4,1	2,3%
Controle de cheias	0,0	2,4	2,4	1,4%
Dessedentação de animais	2,4	34,2	36,6	20,8%
Extração mineral	0,3	1,9	2,3	1,3%
Irrigação	0,0	10,4	10,4	5,9%
Lavagem de veículos	1,4	0,2	1,6	0,9%
Não Informado	0,9	27,0	27,9	15,8%
Outros	0,5	0,0	0,5	0,3%
Paisagismo	0,0	4,6	4,6	2,6%
Total	17,0	159,0	176,0	100,0

Fonte: IGAM, 2021.

Ao comparar a vazão total dos usos insignificantes e outorgas (643,9 m³/h ou 178,9 L/s) com a demanda estimada total nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste (565,5 L/s), é possível observar que essa representa cerca de 32% das demandas totais nas bacias. 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.

Do volume cadastrado para usos insignificantes 41% está na bacia do Rio Jucuruçu, seguida pela do Rio Itabapoana que representa 27% e as bacias dos Rios Itanhém e Itaúnas, com 15% e 13%, respectivamente. As três UHPs restantes das bacias dos rios do leste representam, cada uma, menos de 2% das vazões cadastradas como uso insignificante.

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 das bacias. Considerando a potencialidade dos aquíferos apresentada no item 6.2.1 do prognóstico, ações de incentivo ao uso de água subterrânea podem ser realizadas nas bacias dos Rios Itanhém, Itabapoana e Itaúnas.

Considerando as avaliações realizadas em relação às outorgas para uso da água nas bacias dos rios do leste, são apresentadas algumas diretrizes, visando garantir que as ações a



serem propostas sejam coerentes com os problemas identificados nas bacias. As diretrizes para o instrumento de outorga são:

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

4.2.2 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES

O enquadramento de corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água, é previsto como instrumento de planejamento na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997). De acordo com ANA (2019), "o enquadramento dos corpos d'água deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão".

Dentre os objetivos a serem atingidos no enquadramento, de acordo com os usos preponderantes das águas em dado trecho de rio, destacam-se:

- assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Após promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) instituiu e estabeleceu diretrizes para a realização do enquadramento através da Resolução CNRH nº 12/2000, a qual foi revogada pela Resolução CNRH nº 91/2008. Complementarmente, a classificação do enquadramento está prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005, alterada pelas Resoluções nº 370/2006, nº 393/2007, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº



430/2011. Neste contexto, os dispositivos legais que regem o enquadramento estão apresentados no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Dispositivos legais que regulamentam o instrumento de enquadramento.

Instrumento Normativo	Ementa
Lei Federal nº 9433/1997.	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
Resolução CONAMA nº 357/2005. Alterada pelas Resoluções nº 370/2006, 393/2007, 397/2008, 410/2009 e nº 430/2011.	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.
Resolução CONAMA 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências
Resolução CNRH nº 91/2008	Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Resolução CNRH nº 141/2012	Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências.
Resolução CNRH nº 181/2016	Aprova as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020.

Fonte: elaboração própria.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o Enquadramento deve ser baseado não no estado atual da qualidade da água, mas nos níveis de qualidade que o corpo hídrico deve possuir para atender às necessidades dos usuários, ou seja, o enquadramento se traduz enquanto meta e, por isso, é instrumento de planejamento e regulação dos usos das águas, aliado e coordenado aos outros instrumentos de gestão dos recursos hídricos e ambientais.

A Resolução CNRH 91/2008, que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, em seu artigo 3º, estabelece que a proposta de Enquadramento deverá ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos, contendo o diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de Enquadramento e um programa para efetivação. Assim sendo, o Enquadramento é um instrumento de planejamento que pode ser alterado ao longo do tempo, subsidiado pelo monitoramento da qualidade das águas e pela revisão dos Planos de Bacias Hidrográficas. Alterações na qualidade da água podem levar os comitês à inclusão de novos parâmetros bem como alterações na classe de Enquadramento.

No Estado de Minas Gérias, o enquadramento das águas estaduais é pautado pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH-MG 06 nº 14/2017.



Considerando o que foi exposto, as diretrizes para o enquadramento nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste são as seguintes:

1. Elaborar o Programa de Efetivação do Enquadramento.
2. Implementar o Programa de Efetivação do Enquadramento.

4.2.3 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 nas bacias em estudo.

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.

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 4.4 apresenta os valores mínimos de PPU para o exercício de 2022, de acordo com as zonas e as finalidades de uso.

Quadro 4.4 – Valores mínimos de PPU, de acordo com as finalidades e as zonas.

Finalidade	Zona	PPU _{cap} (R\$/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 168,75 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 4.5, para a arrecadação anual da cobrança pela captação de água e pelo lançamento de efluentes, para os cenários 1 e 2.

Quadro 4.5 – Estimativa de arrecadação anual da cobrança pelo uso da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

UHP	Cobrança pela captação de água (R\$/ano)	Cobrança pelo lançamento de efluentes (R\$/ano)	
		Cenário 1	Cenário 2
UHP-1 - Rio Buranhém	0,00	0,00	0,00
UHP-2 - Rio Jucuruçu	832,55	224,79	561,97
UHP-3 - Rio Itanhém	12.656,28	3.281,01	8.202,51
UHP-4 - Rio Peruípe	0,00	0,00	0,00
UHP-5 - Rio Itaúnas	1.662,20	0,00	0,00
UHP-6 - Rio Itapemirim	0,00	0,00	0,00
UHP-7 - Rio Itabapoana	98.735,98	26.565,93	66.414,82
Total	113.887,01	30.071,72	75.179,30

Fonte: elaboração própria.

A UHP do Rio Itabapoana 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, em relação às demais. No cenário 1, em que há remoção de 80% da DBO, o potencial de arrecadação pelo lançamento de efluentes nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste é de R\$ 30.071,72, enquanto no cenário 2, com 50% de remoção, o valor é quase 2,5 vezes maior, chegando a R\$ 75.179,30. As estimativas de potencial de arrecadação para as bacias apresentam **valores insuficientes para o financiamento da gestão**, assim, é importante que ocorra a **revisão da metodologia**¹⁷, 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:

¹⁷ Conforme indicado na ação 1.2.2 – Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos.

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.

4.2.4 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste tem-se:

1. Ampliar e atualizar o sistema de informações das bacias integradoras.
2. Ampliar o cadastro de usuários e adequar as suas informações para o enquadramento.
3. Criar e manter cadastro de usos não outorgáveis integrado ao cadastro de outorga com objetivo de auxiliar na resolução de conflitos.

4.2.5 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste atualmente e, assim, recomenda-se que sejam realizadas reuniões para discutir a melhor forma de aplicar e utilizar esse recurso para benefício das bacias.



4.2.6 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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.

4.2.7 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 nas bacias, através da aplicação de infrações dotadas de valores econômicos, que geram recursos para recuperação ambiental das bacias. 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 nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, necessitando discussões sobre a melhor forma de aplicar e utilizar esse recurso, considerando o investimento do valor arrecadado em ações que beneficiem as bacias.

4.3 PLANO DE AÇÕES

4.3.1 ARQUITETURA DO PLANO DE AÇÃO

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 dos 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 4.1.

Figura 4.1 - Organograma genérico da arquitetura do Plano de Ação.



Fonte: elaboração própria.

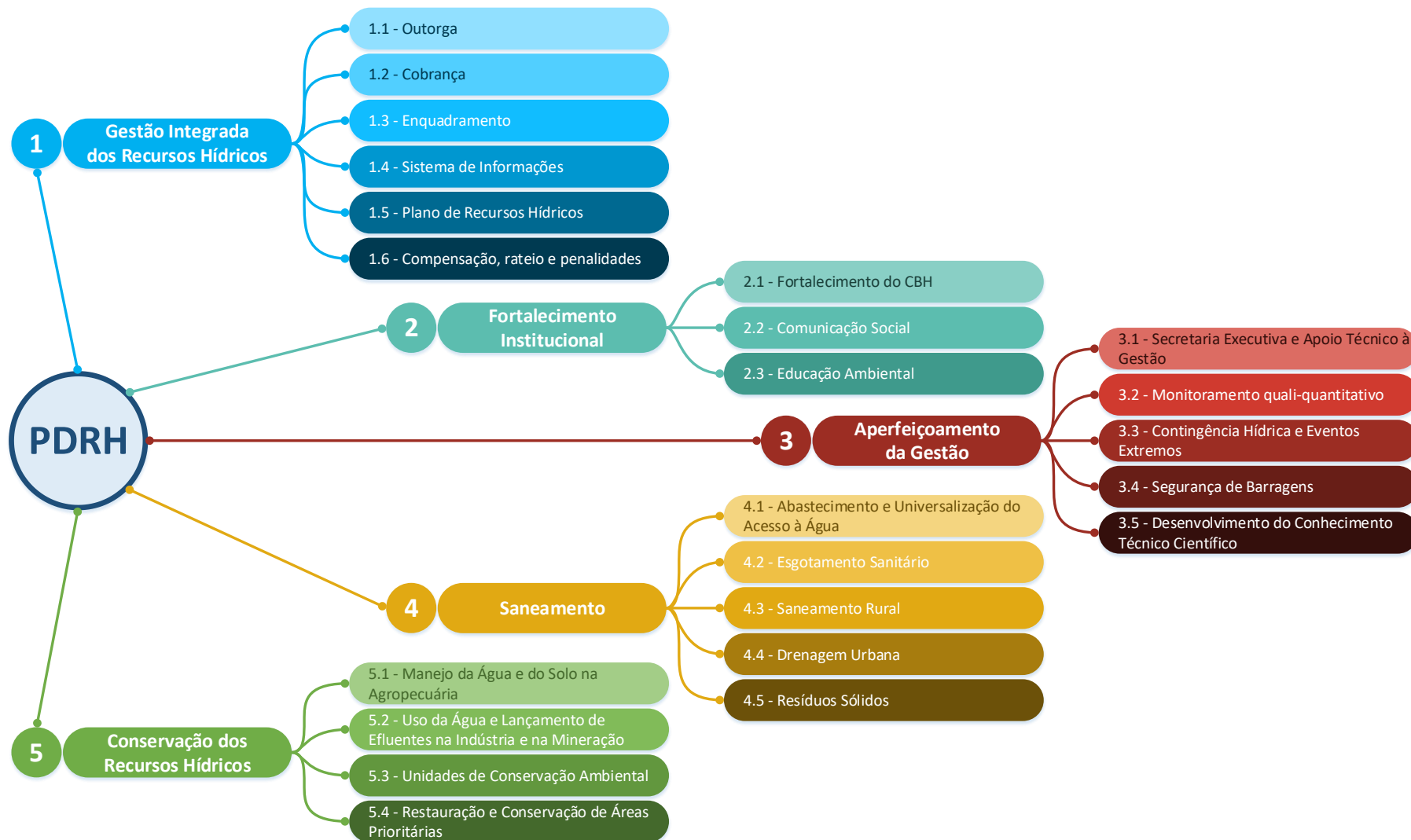
Na abrangência espacial o nível mais abrangente, no qual estão traçadas as estratégias de gestão para as bacias é o todo do território das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Um detalhamento maior é necessário para a definição das prioridades de gestão, onde será realizada uma atuação de gestão mais 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 pelos municípios.

O nível operacional de gestão são os municípios, que 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. No item 4.3.2 são apresentadas as componentes temáticas, os programas e as ações que compõem o Plano de Ação.

O organograma de componentes e programas do Plano de Ação é apresentado na Figura 4.2.



Figura 4.2 - Organograma geral do Plano de Ação.



Fonte: elaboração própria.

4.3.2 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. As principais problemáticas das bacias 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.

4.3.2.1 Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

A **Componente 1 – Instrumentos de Gestão** 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.

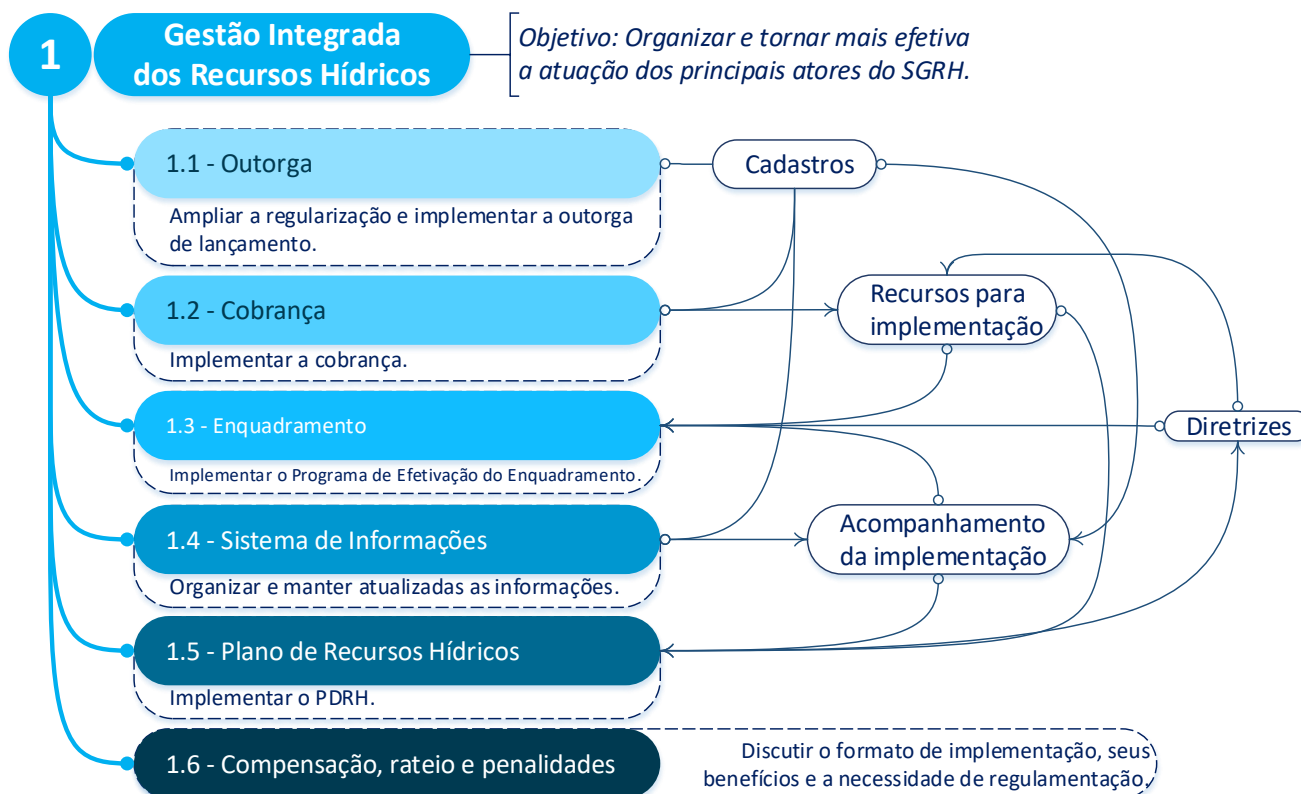
Essa componente está dividida em seis programas, que abrangem a outorga, a cobrança, o enquadramento, o sistema de informações e o plano diretor de recursos hídricos, instrumentos de gestão dos recursos hídricos, assim como os instrumentos de compensação, rateio e penalidades, previstos na Lei 13.199/1999.

Está estruturada em seis programas e 14 ações, totalizando mais de oito milhões de reais em investimentos previstos. 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 **1.2 - 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 **1.3 - Enquadramento**, através da geração de subsídios ao acompanhamento da implementação do Plano e da elaboração e implementação do. Estes dois últimos possuem relações, especialmente 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 4.3 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.



Figura 4.3 - Esquema geral da Componente 1 - Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 4.6 apresenta os programas que integram a Componente 1 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 4.6 – Programas e investimentos da Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
1.1	Outorga	R\$ 2.152.168,57	R\$ 0,00	R\$ 2.152.168,57
1.2	Cobrança	R\$ 1.992.793,36	R\$ 0,00	R\$ 1.992.793,36
1.3	Enquadramento	R\$ 1.452.903,64	R\$ 0,00	R\$ 1.452.903,64
1.4	Sistema de Informações	R\$ 532.023,22	R\$ 0,00	R\$ 532.023,22
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 2.771.791,94	R\$ 0,00	R\$ 2.771.791,94
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 1.156.236,24	R\$ 0,00	R\$ 1.156.236,24
Total		R\$ 10.057.916,98	R\$ 0,00	R\$ 10.057.916,98

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.

O Quadro 4.7 apresenta as ações do Programa 1.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.7 – 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\$ 1.336.750,68
1.1.2	Implementar e integrar a outorga de lançamento de efluentes																					R\$ 448.665,13
1.1.3	Realizar a revisão da vazão que define as captações como uso insignificante																					R\$ 366.752,76

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.2 – Cobrança

O Programa 1.2 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 das Bacias dos Rios do Leste, 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 4.8 as ações do Programa 1.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.8 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.2 - Cobrança.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.2.1	Implementar a cobrança sobre os recursos hídricos																					R\$ 195.704,83
1.2.2	Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos																					R\$ 1.797.088,53

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.3 – Enquadramento

O Programa 1.3 tem como objetivo implementar o Enquadramento, sendo composto apenas de duas ações, uma de elaboração do Programa de Efetivação do Enquadramento e outra de Implementação desse.

O Quadro 4.9 apresenta as ações do Programa 1.3, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 4.9 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.3 – Enquadramento.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.3.1	Elaborar o Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos de Água																					R\$ 1.220.601,71
1.3.2	Implementar o Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos de Água																					R\$ 232.301,93

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, a partir das informações produzidas pela elaboração do PDRH, dotar as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste de sistemas de informações que auxiliem à gestão. Para tanto, propõe-se uma primeira etapa, de integração de informações, visando a compatibilização com SIs existentes e uma segunda etapa onde deve se fazer a atualização das informações mais sensíveis, a saber: os cadastros de outorgas e de usos insignificantes.

O Quadro 4.10 apresenta as ações do Programa 1.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.10 – 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	Integrar as informações produzidas no PDRH aos sistemas de informações existentes nos CBHs																					R\$ 356.373,22
1.4.2	Acompanhar a atualização e consolidação dos cadastros de outorgas e usos insignificantes																					R\$ 175.650,00

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 4.11 apresenta as ações do Programa 1.5, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 4.11 – 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\$ 2.000.986,41

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, previstos na Lei 13.199/1999. Estes instrumentos são importantes para promover a gestão integrada dos recursos hídricos na bacia e exigem discussões mais aprofundadas sobre sua estratégia de implementação. Destaca-se que a compensação e o rateio carecem de regulamentação no Estado de Minas Gerais.

O Quadro 4.12 apresenta a ação do Programa 1.6, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.12 – 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\$ 1.156.236,24

Fonte: elaboração própria.

4.3.2.2 Componente 2 – Fortalecimento Institucional

A **Componente 2 - Fortalecimento Institucional** tem três focos para as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste: o primeiro é a integração dessas bacias à CBHs já constituídos, atendendo ao que estabelece a Deliberação Normativa CERH-MG Nº 66/20; 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.

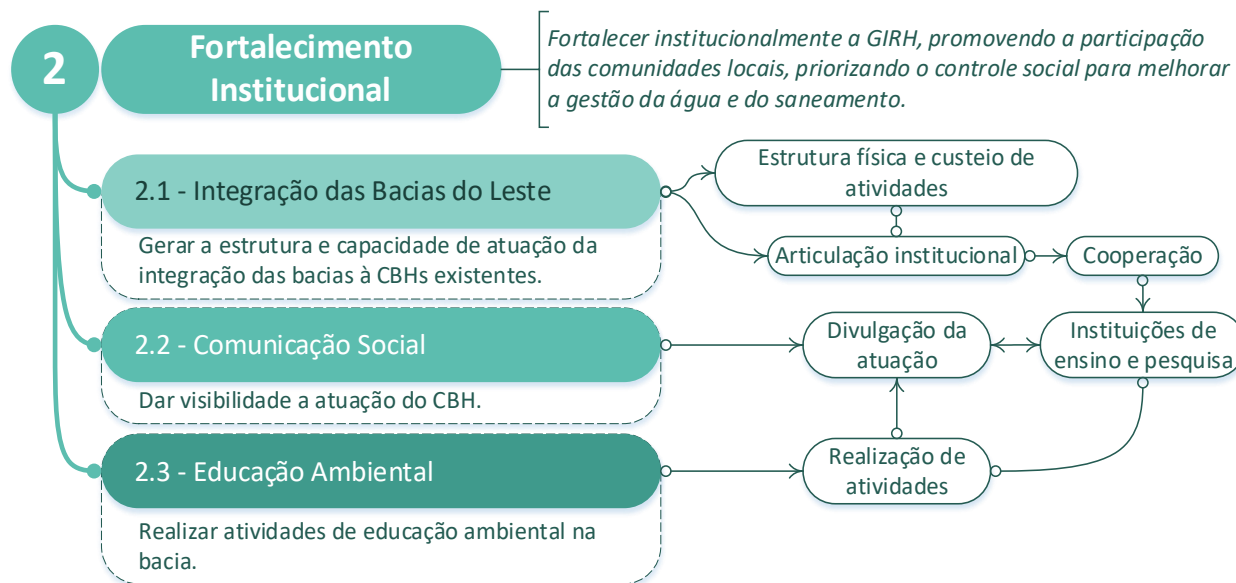
Esta componente de governança na gestão de recursos hídricos visa aplicar sobre a gestão de fato o controle social, tendo, para isso, os CBHs como fórum de representação da sociedade. A Componente 2 também abrange ações voltadas à comunicação social e à educação ambiental, que são de extrema importância 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 a integração das Bacias do Leste, a comunicação social e a educação ambiental.

A Figura 4.4 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.

Figura 4.4 - Esquema geral da Componente 2 - Fortalecimento Institucional.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 4.13 apresenta os programas que integram a Componente 2 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 4.13 – Programas e investimentos da Componente 2 – Fortalecimento Institucional.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 1.853.814,36	R\$ 0,00	R\$ 1.853.814,36
2.2	Comunicação Social	R\$ 394.583,18	R\$ 0,00	R\$ 394.583,18
2.3	Educação Ambiental	R\$ 394.583,18	R\$ 0,00	R\$ 394.583,18
Total		R\$ 2.642.980,72	R\$ 0,00	R\$ 2.642.980,72

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.1 – Integração das Bacias do Leste

O Programa 2.1 objetiva a Integração das Bacias do Leste à CBHs já constituídos, observando o que determina a Deliberação Normativa CERH-MG Nº 66/20. Para apoiar esse processo de integração, foi elaborado um estudo de no âmbito da etapa de prognóstico deste PDRH, que é rerepresentado, de forma resumida, no item 4.4.1.

O Programa é composto por quatro ações, com três ações focadas na integração a outros CBHs e uma – 2.1.4 – Criar e manter grupos de articulação interestadual – que visa suprir a lacuna



de articulação com CBHs ou outros órgãos das unidades federativas que recebem águas da Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. O Quadro 4.14 apresenta as ações do Programa 2.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.14 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.1 – Integração das Bacias do Leste.

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	Apresentar e realizar a avaliação das propostas de integração nas reuniões plenárias dos CBHs																					R\$ 256.726,93
2.1.2	Apresentar e formalizar na instância do CERH-MG a proposta de integração																					R\$ 110.025,83
2.1.3	Acompanhar e implementar o processo de integração das Bacias dos Rios do Leste																					R\$ 232.301,93
2.1.4	Criar e manter grupos de articulação interestadual																					R\$ 1.254.759,66

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.2 – Comunicação Social

O Programa 2.2 tem como objetivo fornecer informações e promover o engajamento da sociedade e de outros públicos de interesse. Em vista do processo de integração das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste à CBHs já constituídos, faz-se necessária a integração do processo de comunicação, uma vez que esses CBHs passarão a ter atuação nos territórios das Bacias do Leste e possuem um processo de comunicação existente, que deve ser estendido aos territórios integrados.

O Quadro 4.15 apresenta as ações do Programa 2.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.15 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.2 – 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
2.2.1	Integrar as Bacias dos Rios do Leste ao planejamento e atividades de comunicação social das bacias integradores																					R\$ 183.376,38
2.2.2	Implementar o processo de comunicação social																					R\$ 211.206,80

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.3 – Educação Ambiental

O Programa 2.3 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



de um processo de educação ambiental nas bacias. Em vista do processo de integração das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste à CBHs já constituídos, faz-se necessária a integração do processo de educação ambiental, uma vez que esses CBHs passarão a ter atuação nos territórios das Bacias do Leste e possuem atividades ligadas à educação ambiental em andamento, que devem ser estendidas aos territórios integrados.

O Quadro 4.16 apresenta as ações do Programa 2.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.16 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.3 – 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
2.3.1	Integrar as Bacias dos Rios do Leste ao planejamento e atividades de Educação Ambiental das bacias integradoras																					R\$ 183.376,38
2.3.2	Implementar o processo de Educação Ambiental																					R\$ 211.206,80

Fonte: elaboração própria.

4.3.2.3 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 integração a CBHs que disponham de uma estrutura de apoio e com a geração de subsídios técnicos para temas chave identificados como lacunas sensíveis de informação na implementação dos demais programas.

O Quadro 4.17 apresenta os programas que integram a Componente 3 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 4.17 – Programas e investimentos da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 1.522.258,28	R\$ 0,00	R\$ 1.522.258,28
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 440.065,66	R\$ 0,00	R\$ 440.065,66
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 1.540.361,60	R\$ 0,00	R\$ 1.540.361,60
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 2.598.484,08	R\$ 507.473,26	R\$ 3.105.957,34
Total		R\$ 6.101.169,62	R\$ 507.473,26	R\$ 6.608.642,88

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.

O Quadro 4.18 apresenta as ações do Programa 3.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.18 – 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 quantitativo																					R\$ 102.000,00
3.1.2	Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água																					R\$ 320.000,00
3.1.3	Acompanhar a operação da rede de monitoramento quantitativo																					R\$ 1.100.258,28

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.2 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos

O Programa 3.2 tem como objetivo minimizar as conseqüências 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 3.2, propõe-se a criação de um Plano de Contingência, que definirá medidas a serem tomadas para melhor enfrentamento de situações extremas.

O Quadro 4.19 apresenta a ação do Programa 3.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.19 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.2 – 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
3.2.1	Elaborar o Plano de Contingência Hídrica e eventos climáticos extremos																					R\$ 440.065,66

Fonte: elaboração própria.



➤ Programa 3.3 – Segurança de Barragens

O Programa 3.3 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 4.20 apresenta a ação do Programa 3.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.20 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.3 – 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
3.3.1	Articular a realização de campanhas de fiscalização de segurança de barragens																					R\$ 1.540.361,60

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.4 – Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico

O Programa 3.4 tem como objetivo preencher lacunas do conhecimento nas bacias, proporcionando melhor compreensão da situação atual e da viabilidade da implementação de medidas que proporcionem maior segurança hídrica. Observa-se que as ações 3.4.1 - Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas nas bacias e 3.4.2 - Elaborar estudos de viabilidade para construção de barragens para reservação de água tem previsão para a execução no conjunto das Bacias do Leste, uma vez que são estudos que necessitam de um investimento alto e que se justifica para a extensão territorial do conjunto.

O Quadro 4.21 apresenta as ações do Programa 3.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.21 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.4 – 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
3.4.1	Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas nas bacias																					R\$ 568.591,04
3.4.2	Elaborar estudos de viabilidade para construção de barragens para reservação de água																					R\$ 507.473,26
3.4.3	Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento																					R\$ 2.029.893,04

Fonte: elaboração própria.



4.3.2.4 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 das bacias, e além de ser um problema social de alta gravidade, que prejudica a saúde e o bem-estar da população, conseqüentemente 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 relevante é a clara divisão entre programas voltados às áreas urbanas e às áreas rurais, à exceção do programa **4.1 - Abastecimento e Universalização do Acesso à Água** que congrega ação voltadas para ambas.

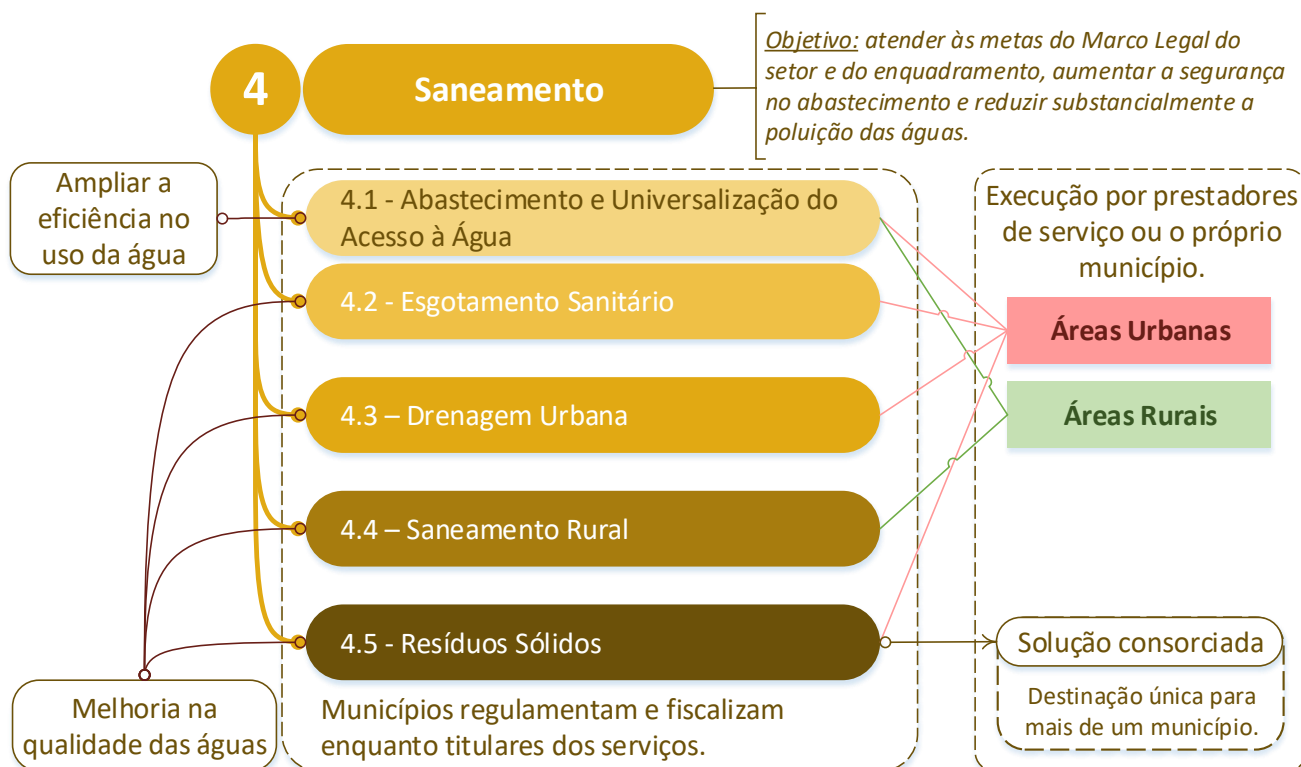
Destaca-se que o programa **4.5 - Resíduos Sólidos** traz a necessidade de se pensar em soluções supra municipais para a destinação adequada dos resíduos. O que engendra uma componente de articulação bastante relevante e que pode ter os CBHs como fórum de articulação, reforçando algumas proposições do programa **2.1 – Integração das Bacias do Leste**.

Quanto ao relacionamento entre os programas, são predominantemente gerados pela solução de prestação de serviço escolhida pelos municípios, que, nas bacias, possui entre concessionárias e autarquias municipais atores muito importantes por serem os operados dos serviços de esgotamento e abastecimento na maioria dos municípios.

A Figura 4.5 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.



Figura 4.5 - Esquema geral da Componente 4 – Saneamento.



Fonte: elaboração própria.

Esta componente é composta por 5 programas e 20 ações, que representam mais de 70% do orçamento do PDRH, em sua maioria investimentos associados. O Quadro 4.22 apresenta os programas que integram a Componente 4 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 4.22 – Programas e investimentos da Componente 4 – Saneamento.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 4.735.049,80	R\$ 15.916.325,19	R\$ 20.651.375,00
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 19.444.340,71	R\$ 19.444.340,71
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 339.770,00	R\$ 796.115,63	R\$ 1.135.885,63
4.4	Saneamento Rural	R\$ 140.000,00	R\$ 8.700.668,81	R\$ 8.840.668,81
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 14.445.356,74	R\$ 14.445.356,74
Total		R\$ 5.214.819,80	R\$ 59.302.807,09	R\$ 64.517.626,89

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.1 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água

O Programa 4.1 visa à universalização do acesso à água segura para a população urbana e rural das bacias, 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



93%, 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 4.23 apresenta as ações do Programa 4.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.23 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.1 – 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	
4.1.1	Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento																					R\$ 7.645.000,00	
4.1.2	Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento																						R\$ 7.645.000,00
4.1.3	Aumentar a segurança hídrica no meio urbano																						R\$ 626.325,19
4.1.4	Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural																						R\$ 398.555,90
4.1.5	Apoiar ações de uso sustentável da água subterrânea para garantia de água no meio rural																						R\$ 3.775.829,75
4.1.6	Capacitar a população rural para manutenção de reservatórios domésticos de água bruta ou tratada																						R\$ 612.846,76

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.2 – Esgotamento Sanitário Urbano

As ações do Programa 4.2 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. Nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, 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.

Destaca-se que o orçamento das ações deste programa foi calculado visando atingir as metas estabelecidas pelo novo marco do saneamento, isto é, 90% da população atendida com coleta e 100% de tratamento dos esgotos coletados. O Programa 4.2 representa um grande desafio, devido aos investimentos elevados para que seja possível alcançar estes objetivos.

O Quadro 4.24 apresenta as ações do Programa 4.2, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 4.24 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.2 – 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
4.2.1	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de coleta de esgotos																					R\$ 1.517.921,60
4.2.2	Ampliar os sistemas de coleta de esgotos																					R\$ 9.875.062,24
4.2.3	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)																					R\$ 731.941,53
4.2.4	Implantar as ETEs projetadas e modernizar as ETEs existentes																					R\$ 7.319.415,33

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.3 – Drenagem Urbana

O Programa 4.3. 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 4.25 apresenta as ações do Programa 4.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.25 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.3 – 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
4.3.1	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de drenagem urbana																					R\$ 796.115,63
4.3.2	Apoiar a execução de ações para ampliação do sistema de drenagem urbana																					R\$ 248.820,00
4.3.3	Apoiar a articulação entre os municípios para soluções de gestão no curto prazo																					R\$ 90.950,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.4 – Saneamento Rural

O Programa 4.4. 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 4.26 apresenta as ações do Programa 4.4, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 4.26 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.4 – 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
4.4.1	Implantar alternativas de saneamento rural sustentável																					R\$ 8.700.668,81
4.4.2	Fortalecer parcerias com iniciativas de saneamento rural sustentável																					R\$ 140.000,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.5 – Resíduos Sólidos

O Programa 4.5. visa promover a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, reduzindo a poluição e a transmissão de doenças relacionadas. O principal ponto é 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 4.27 apresenta as ações do Programa 4.5, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.27 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.5 – 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
4.5.1	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de aterros sanitários																					R\$ 728.272,98
4.5.2	Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos municipais em aterro(s) sanitário(s)																					R\$ 7.282.729,75
4.5.3	Implantar Unidades de Triagem e Compostagem																					R\$ 4.030.916,56
4.5.4	Elaborar estudos e projetos de recuperação das áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados																					R\$ 218.494,31
4.5.5	Recuperar áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados																					R\$ 2.184.943,14

Fonte: elaboração própria.

4.3.2.5 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 **5.4 - 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 **5.2 - 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 4.6 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.

Figura 4.6 - Esquema geral da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 4.28 apresenta os programas que integram a Componente 5 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 4.28 – 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\$ 280.000,00	R\$ 650.296,76	R\$ 930.296,76
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 794.001,94	R\$ 0,00	R\$ 794.001,94
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 32.100,00	R\$ 0,00	R\$ 32.100,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 2.565.796,89	R\$ 11.498.412,21	R\$ 14.064.209,10
Total		R\$ 3.671.898,83	R\$ 12.148.708,97	R\$ 15.820.607,79

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 4.29 apresenta as ações do Programa 5.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.29 – 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	Realizar articulação para ações que melhorem a disponibilidade hídrica no campo																					R\$ 37.450,00
5.1.2	Incentivar o uso de tecnologias de irrigação mais eficientes																					R\$ 612.846,76
5.1.3	Firmar parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural																					R\$ 140.000,00
5.1.4	Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural																					R\$ 140.000,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 5.2 – Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração

O Programa 5.2 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 4.30 apresenta as ações do Programa 5.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.30 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.2 – 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
5.2.1	Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água em processos industriais																					R\$ 397.000,97
5.2.2	Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água na mineração																					R\$ 397.000,97

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 4.31 apresenta a ação do Programa 5.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.31 – 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\$ 32.100,00

Fonte: elaboração própria.



➤ Programa 5.4 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias

O Programa 5.4 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 4.32 apresenta as ações do Programa 5.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 4.32 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.4 – 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
5.4.1	Articular a adesão de produtores rurais ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais																					R\$ 2.388.346,89
5.4.2	Articular a implementação de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)																					R\$ 140.000,00
5.4.3	Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga																					R\$ 11.498.412,21
5.4.4	Criar áreas de restrição de uso																					R\$ 37.450,00

Fonte: elaboração própria.

4.3.3 SÍNTESE DO PLANO DE AÇÕES

O Plano de Ação conta com 5 componentes, 22 programas e 60 ações, que devem ser executadas ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos. O Quadro 4.33 sintetiza o Plano de Ação, apresentando o cronograma e os investimentos totais de cada ação.



Quadro 4.33 – 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																						1.336.750,68	
	1.1.2 - Implementar e integrar a outorga de lançamento de efluentes																							448.665,13
	1.1.3 - Realizar a revisão da vazão que define as captações como uso insignificante																							366.752,76
	1.2.1 - Implementar a cobrança sobre os recursos hídricos																							195.704,83
	1.2.2 - Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos																							1.797.088,53
	1.3.1 - Elaborar o Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos de Água																							1.220.601,71
	1.3.2 - Implementar e acompanhar a implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos de Água																							232.301,93
	1.4.1 - Integrar as informações produzidas no PDRH aos sistemas de informações existentes nos CBHs integradores																							356.373,22
	1.4.2 - Acompanhar a atualização e consolidação dos cadastros de outorgas e usos insignificantes																							175.650,00
	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																							2.000.986,41
	1.6.1 - Discutir a implementação dos instrumentos compensação, rateio e penalidades																							1.156.236,24
2 - Integração e Fortalecimento Institucional	2.1.1 - Apresentar e realizar a avaliação das propostas de integração nas reuniões plenárias dos CBHs integradores																						256.726,93	
	2.1.2 - Apresentar e formalizar na instância do CERH-MG a proposta de integração																						110.025,83	
	2.1.3 - Acompanhar e implementar o processo de integração das Bacias dos Rios do Leste																						232.301,93	
	2.1.4 - Criar e manter grupos de articulação interestadual																						1.254.759,66	
	2.2.1 - Integrar as Bacias dos Rios do Leste ao planejamento e atividades de comunicação social das bacias integradoras																						183.376,38	
	2.2.2 - Implementar o processo de comunicação social																						211.206,80	
	2.3.1 - Integrar as Bacias dos Rios do Leste ao planejamento e atividades de Educação Ambiental das bacias integradoras																						183.376,38	
	2.3.2 - Implementar o processo de Educação Ambiental																						211.206,80	
3 - Aperfeiçoamento da Gestão	3.1.1 - Ampliar a rede de monitoramento quantitativo																						102.000,00	
	3.1.2 - Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água																						320.000,00	
	3.1.3 - Acompanhar a operação da rede de monitoramento quantitativo																						1.100.258,28	
	3.2.1 - Elaborar o Plano de Contingência Hídrica e eventos climáticos extremos																						440.065,66	
	3.3.1 - Articular para a realização de campanhas de fiscalização de segurança de barragens																						1.540.361,60	
	3.4.1 - Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas nas bacias																						568.591,04	
	3.4.2 - Elaborar estudos de viabilidade para construção de barragens para reservação de água																						507.473,26	
3.4.3 - Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento																						2.029.893,04		

Comp.	Ação	2022	2027	2032	2037	2041	Investimento Total (R\$)
4 - Saneamento	4.1.1 - Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento						7.645.000,00
	4.1.2 - Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento						7.645.000,00
	4.1.3 - Aumentar a segurança hídrica no meio urbano						626.325,19
	4.1.4 - Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural						398.555,90
	4.1.5 - Apoiar ações de uso sustentável da água subterrânea para garantia de água no meio rural						3.775.829,75
	4.1.6 - Capacitar a população rural para manutenção de reservatórios domésticos de água bruta ou tratada						612.846,76
	4.2.1 - Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de coleta de esgotos						1.517.921,60
	4.2.2 - Ampliar os sistemas de coleta de esgotos						15.179.215,96
	4.2.3 - Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)						731.941,53
	4.2.4 - Implantar as ETEs projetadas e modernizar as ETEs existentes						7.319.415,33
	4.3.1 - Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de drenagem urbana						796.115,63
	4.3.2 - Promover a articulação para execução de ações para ampliação do sistema de drenagem urbana						298.584,00
	4.3.3 - Promover a articulação entre os municípios para soluções de gestão no curto prazo						90.950,00
	4.4.1 - Implantar alternativas de saneamento rural sustentável						8.700.668,81
	4.4.2 - Fortalecer parcerias com iniciativas de saneamento rural sustentável						140.000,00
	4.5.1 - Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de aterros sanitários						728.272,98
	4.5.2 - Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos municipais em aterro(s) sanitário(s)						7.282.729,75
	4.5.3 - Implantar Unidades de Triagem e Compostagem						4.030.916,56
4.5.4 - Elaborar estudos e projetos de recuperação das áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados						218.494,31	
4.5.5 - Recuperar áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados						2.184.943,14	
5 - Conservação dos Recursos Hídricos	5.1.1 - Realizar articulação para ações que melhorem a disponibilidade hídrica no campo						37.450,00
	5.1.2 - Incentivar o uso de tecnologias de irrigação mais eficientes						612.846,76
	5.1.3 - Firmar parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural						140.000,00
	5.1.4 - Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural						140.000,00
	5.2.1 - Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água em processos industriais						397.000,97
	5.2.2 - Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água na mineração						397.000,97
	5.3.1 - Articular e apoiar a criação e gestão de Unidades de Conservação						32.100,00
	5.4.1 - Articular a adesão de produtores rurais ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais						2.388.346,89
	5.4.2 - Articular a implementação de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)						140.000,00
	5.4.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga						11.498.412,21
5.4.4 - Criar áreas de restrição de uso						37.450,00	

Fonte: elaboração própria.

4.4 ANÁLISE GERENCIAL

A análise gerencial elaborada para o PDRH das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste 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 das bacias - que é bastante frágil, dada a inexistência de CBH - e apresenta quem são os atores mais relevantes para a implementação do Plano.

O processo de acompanhamento da implementação do Plano é apresentado no item 4.4.2, onde é realizada uma abordagem centrada nas metas e indicadores estruturados a partir dos objetivos gerais do PDRH. Dessa forma, são apresentados os indicadores de acompanhamento da implementação das ações de cada componente e uma abordagem especial é realizada para os instrumentos de gestão de recursos hídricos, são traçadas as relações entre esses e desses com outras ações 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.

4.4.1 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.

A proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional para a gestão de recursos hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste passa pela integração dessas bacias a Circunscrições Hidrográficas que possuam CBH. Essa integração é imprescindível para a implementação de avanços significativos na gestão.

Para tanto, o PDRH apresenta três ações que devem ser implementadas para a realização da integração das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. A ação **2.1.1 - Apresentar e realizar a avaliação das propostas de integração nas reuniões plenárias dos CBHs** oficializa o primeiro passo para a integração, que é avaliação da disposição dos CBHs sobre a proposta de integração,



onde busca-se o aceite dos CBHs para “receber” essas bacias. A ação **2.1.2 - Apresentar e formalizar na instância do CERH-MG a proposta de integração** visa realizar a integração do ponto de vista formal e normativo, a partir da apresentação e aprovação da proposta de integração no CERH-MG. Já com a integração formalizada, a ação **2.1.3 - Acompanhar e implementar o processo de integração das Bacias dos Rios do Leste** objetiva realizar a integração de fato e, por isso, tem um período mais extenso de duração – 5 anos, iniciando no terceiro ano de implementação do PDRH – que é necessário à integração da sociedade da bacia integrada ao novo espaço de discussão que será o CBH.

4.4.1.1 Proposta de integração das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste

De acordo com o art. 6º da Deliberação Normativa CERH-MG nº 66/2020, as bacias hidrográficas não compreendidas nas UEG e nas CH devem ser objeto de integração com estas. Por isso, e dada a identificação da lacuna de representação gerada pela inexistência de CBH, foi realizado um estudo de polarização regional, apresentado no Plano de Informação e Mobilização Social (PROFILL, 2018). A partir desse, recomenda-se, a seguir, possíveis integrações das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste com bacias vizinhas.

No estado de Minas Gerais, as Bacias Hidrográficas dos Rios Buranhém, Jucuruçu e Itanhém são vizinhas da Bacia Hidrográfica do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha, a qual possui Plano Diretor de Recursos Hídricos elaborado e Enquadramento aguardando aprovação. Dessas, propõe-se para as Bacias Hidrográficas dos Rios Buranhém e Jucuruçu, a discussão sobre possibilidade de integração com a Bacia Hidrográfica do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha, já que os municípios dessas possuem como polo local o município de Almenara, localizado na Bacia Hidrográfica do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha.

A Bacia do Rio Itanhém, junta-se as Bacias dos Rios Itaúnas e Peruípe, que são vizinhas à Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, que se encontra com o PDRH e ECA em elaboração, simultaneamente à elaboração do PDRH das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, o que oportuniza uma integração facilitada pela temporalidade e afinidade dos Planos. Assim sendo, propõe-se a integração dessas três bacias à Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, uma vez que as sedes dos municípios dessas bacias polarizam com Teófilo Otoni, que atua como polo regional e é o principal município da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Já porção mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim localiza-se na área rural do município de Lajinha e o restante do município faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu. Essa última se encontra com Plano de Recursos Hídricos em atualização e o Enquadramento dos



Corpos de Água em elaboração. O que enseja a proposição de integração da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim com a Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu.

Em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana, é sugerida a integração ao Comitê da Bacia dos Rios Pomba e Muriaé, que está com o Plano de Recursos Hídricos em atualização e o Enquadramento em elaboração, tendo em vista o vetor de polarização regional.

O Quadro 4.34 apresenta uma síntese das bacias vizinhas e das porções em outros estados das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Quanto à articulação interestadual, é necessária a articulação junto a ANA, uma vez que os corpos hídricos principais das bacias hidrográficas são de domínio federal. Sem a participação da agência, a articulação fica limitada à compatibilização dos planejamentos e, no limite, à integração de ações pontuais.

Para tanto, o Plano de Ação apresenta a ação **2.1.4 - Criar e manter grupos de articulação interestadual**, que objetiva criar um ambiente de articulação contínuo entre atores de Minas Gerais e outros estados.



Quadro 4.34 – Relação entre as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste, as porções em outros estados, as bacias vizinhas, comitês de bacia, plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos d'água e integração sugerida.

Bacias dos Rios do Leste - MG	Bacias vizinhas/ porções em outros estados	UF	CBH	Plano de Recursos Hídricos	Enquadramento dos Corpos d'Água	Integração sugerida para as Bacias dos Rios do Leste - MG
Buranhém	Médio e Baixo Jequitinhonha	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha	Sim	Aguardando aprovação	CBH do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha
	Buranhém - BA	BA	CBH Frades, Buranhém e Santo Antônio	Não	Não	
Jucuruçu	Médio e Baixo Jequitinhonha	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha	Sim	Aguardando aprovação	
	Jucuruçu - BA	BA	CBH Peruípe, Itanhém e Jucuruçu	Não	Não	
Itanhém	Médio e Baixo Jequitinhonha	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha	Sim	Aguardando aprovação	CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri
	Mucuri - MG	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri	Em elaboração	Em elaboração	
	Itanhém - BA	BA	CBH Peruípe, Itanhém e Jucuruçu	Não	Não	
Peruípe	Mucuri - MG	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri	Em elaboração	Em elaboração	
	Peruípe - BA	BA	CBH Peruípe, Itanhém e Jucuruçu	Não	Não	
Itaúnas	Mucuri - MG	MG	CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri	Em elaboração	Em elaboração	
	Itaúnas - ES	ES	CBH Itaúnas	Sim	Sim	
Itapemirim	Manhuaçu (Doce)	MG	CBH Águas do Rio Manhuaçu	Em atualização	Em elaboração	CBH Águas do Rio Manhuaçu
	Itapemirim - ES	ES	CBH Itapemirim	Sim	Sim	
Itabapoana	Muriaé e Pomba (PS)	MG	CBH dos Rios Pomba e Muriaé	Em atualização	Em elaboração	CBH dos Rios Pomba e Muriaé
	Manhuaçu (Doce)	MG	CBH Águas do Rio Manhuaçu	Em atualização	Em elaboração	
	Itabapoana - ES	ES	CCBH Itabapoana	Sim	Sim	
	Itabapoana – RJ	RJ	CBH do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	Em elaboração	Não	

Fonte: elaboração própria.



4.4.2 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, no contexto de implementação deste PDRH, é um grupo chave, uma vez que as Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste não possuem CBH constituído, o que encaminha para o CERH-MG parte do papel que deveria ser exercido por um CBH dessas bacias, incluindo a constituição do GAP, que deve passar por mudanças em sua composição até que os processos de integração das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste sejam concluídos. Essas mudanças devem ocorrer no sentido de reduzir a participação do CERH-MG, cedendo espaço aos integrantes dos CBHs, até que esses, com os processos de integração finalizados, componham a totalidade do grupo.

Na execução da ação 1.5.1, o GAP 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 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 4.35.

Quadro 4.35 - 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 possuem uma descrição por indicador e por faixa de indicador, como apresentado nas fichas das 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 congregiar 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 e implementação do PDRH (Rios do Leste)**, disponível no Canal do *Youtube* **PDRH Leste de Minas** (<http://bit.ly/canalpdrhlestedeminas>).

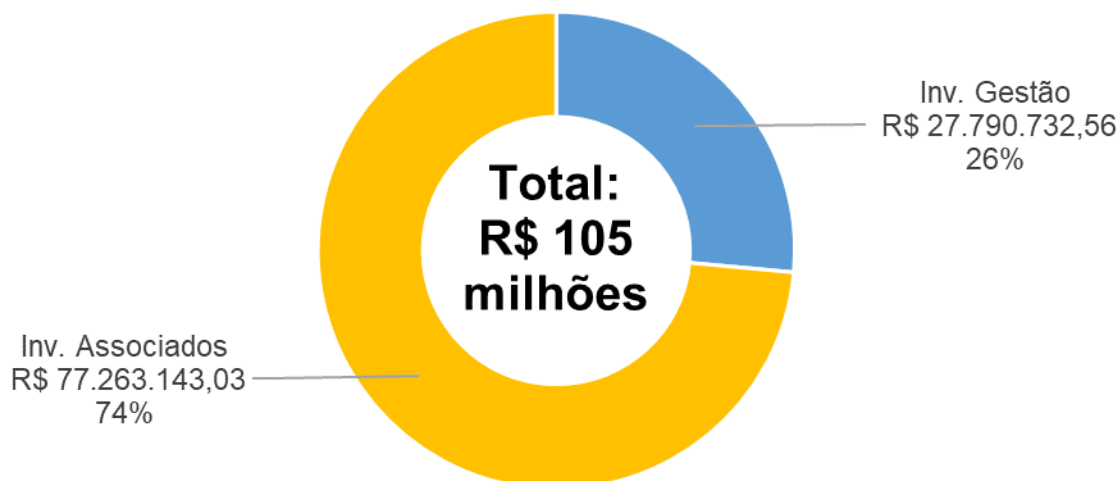
A matriz elaborada nessa primeira reunião deve ser atualizada a cada reunião do GAP, passando a ser o principal mecanismo de acompanhamento da implementação do PDRH.

4.4.3 PROGRAMA DE INVESTIMENTOS

O programa de investimentos do Plano de Ação apresenta uma previsão total de mais de 105 milhões a serem aplicados nas Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste ao longo dos 20 anos de implementação do PDRH. Desses, R\$ 27,8 milhões devem ser aplicados pelo Sistema de Gestão de Recursos Hídricos e outros R\$ 77,3 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 4.7.



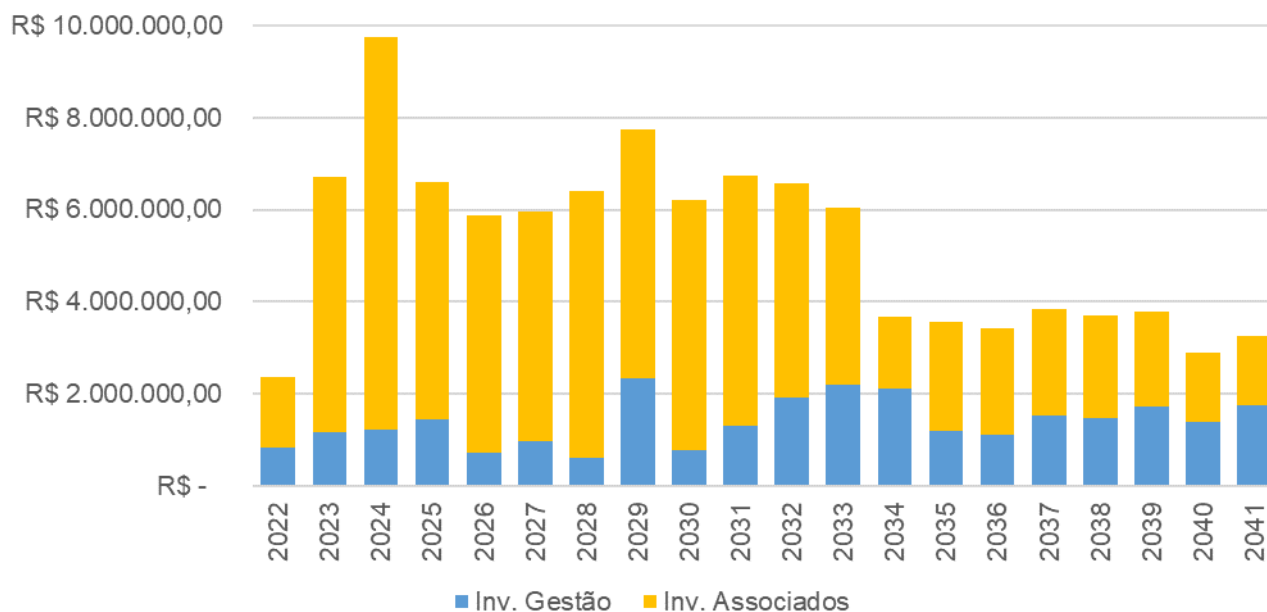
Figura 4.7 - Divisão entre os investimentos do Sistema de Gestão e Investimentos Associados.



Fonte: elaboração própria.

A distribuição dos investimentos no tempo é apresentada na Figura 4.8.

Figura 4.8 - Distribuição dos investimentos no período de elaboração do PDRH.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que há um salto nos investimentos no segundo e terceiro ano da implementação, que parte no primeiro ano de um total de R\$ 2,4 milhões e escala até atingir valores próximos a R\$ 9,8 milhões no terceiro ano de implementação, em 2024. Nos anos de 2025 até 2027 os valores totais se mantêm próximos dos R\$ 6 milhões, mantendo-se acima desse patamar até 2033. Após 2033, quando deve ser atingidas as metas do marco legal do saneamento, os investimentos totais ficam abaixo dos R\$ 4 milhões/ano. Como a figura permite observar, esse comportamento é predominantemente devido à variação nos valores de investimentos associados, já que os valores do orçamento de gestão variam, em todo o período, mas não ultrapassam o patamar



de R\$ 2,3 milhões/ano. O Quadro 4.36 apresenta os valores exatos para o orçamento de gestão, investimentos associados e totais para cada ano de implementação do PDRH.

Quadro 4.36 - Investimentos anuais.

Ano	Gestão	Inv. Associados	Total
2022	R\$ 835.293,85	R\$ 1.529.611,49	R\$ 2.364.905,34
2023	R\$ 1.166.798,31	R\$ 5.545.953,55	R\$ 6.712.751,86
2024	R\$ 1.214.597,28	R\$ 8.535.126,36	R\$ 9.749.723,64
2025	R\$ 1.451.023,69	R\$ 5.147.498,12	R\$ 6.598.521,81
2026	R\$ 728.705,20	R\$ 5.147.498,12	R\$ 5.876.203,31
2027	R\$ 968.813,68	R\$ 4.983.236,51	R\$ 5.952.050,19
2028	R\$ 609.385,02	R\$ 5.789.419,83	R\$ 6.398.804,85
2029	R\$ 2.332.015,23	R\$ 5.414.442,64	R\$ 7.746.457,86
2030	R\$ 785.012,75	R\$ 5.414.442,64	R\$ 6.199.455,38
2031	R\$ 1.313.793,79	R\$ 5.414.442,64	R\$ 6.728.236,43
2032	R\$ 1.910.652,81	R\$ 4.649.942,64	R\$ 6.560.595,45
2033	R\$ 2.208.062,82	R\$ 3.843.759,32	R\$ 6.051.822,15
2034	R\$ 2.110.061,49	R\$ 1.559.044,75	R\$ 3.669.106,24
2035	R\$ 1.197.839,84	R\$ 2.370.920,41	R\$ 3.568.760,25
2036	R\$ 1.107.628,45	R\$ 2.304.309,44	R\$ 3.411.937,89
2037	R\$ 1.528.037,12	R\$ 2.304.309,44	R\$ 3.832.346,56
2038	R\$ 1.460.527,25	R\$ 2.249.685,86	R\$ 3.710.213,11
2039	R\$ 1.724.627,60	R\$ 2.050.656,95	R\$ 3.775.284,56
2040	R\$ 1.389.767,59	R\$ 1.504.421,17	R\$ 2.894.188,76
2041	R\$ 1.748.088,78	R\$ 1.504.421,17	R\$ 3.252.509,95
Totais	R\$ 27.790.732,56	R\$ 77.263.143,03	R\$ 105.053.875,58

Fonte: Elaboração Própria.

4.4.3.1 Orçamento de Gestão

Apesar de representar 26% do orçamento total do PDRH, o orçamento de gestão atende ao necessário para a implementação de 42 das 60 ações do Plano. Essas ações estão distribuídas em 20 dos 22 programas do PDRH.

O programa que apresenta o maior valor investido é o programa **4.1 - Abastecimento e Universalização do Acesso à Água**, com uma previsão de investimentos de R\$ 4,8 milhões para a implementação de três das suas seis ações, a saber: **4.1.4 - Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural**, com investimento previsto de R\$ 398.555,90; **4.1.5 - Apoiar ações de uso sustentável da água subterrânea para garantia de água no meio rural**, com investimento previsto de R\$ 3.775.829,75; e **4.1.6 - Capacitar a população rural para manutenção de reservatórios domésticos de água bruta ou tratada**, com investimento previsto de R\$ 612.846,76. Destaca-se, também o programa **1.5 - Plano de Recursos Hídricos**, que tem o segundo maior valor previsto em investimentos de gestão, o que é resultado da previsão dos valores para a atualização do PDRH na ação **1.5.3 - Realizar a atualização do PDRH**, com valor total orçado de R\$ 2.000.986,41.



O Quadro 4.37 apresenta os valores previstos em Investimentos de Gestão para os programas do Plano de Ação.

Quadro 4.37 - Investimentos de Gestão nos programas do PDRH.

Programa		Investimento de Gestão
1.1	Outorga	R\$ 2.152.168,57
1.2	Cobrança	R\$ 1.992.793,36
1.3	Enquadramento	R\$ 1.452.903,64
1.4	Sistema de Informações	R\$ 532.023,22
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 2.771.791,94
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 1.156.236,24
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 1.853.814,36
2.2	Comunicação Social	R\$ 394.583,18
2.3	Educação Ambiental	R\$ 394.583,18
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 1.522.258,28
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 440.065,66
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 1.540.361,60
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 2.598.484,08
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 4.787.232,41
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano*	R\$ -
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 389.534,00
4.4	Saneamento Rural	R\$ 140.000,00
4.5	Resíduos Sólidos*	R\$ -
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 280.000,00
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 794.001,94
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 32.100,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 2.565.796,89

*Programa que contém todas as ações financiadas por investimentos associados.

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que os programas associados às componentes 1, 2 e 3 são os diretamente afetos à gestão e representam 82% dos investimentos totais previstos. Nas demais componentes, onde o investimento de gestão apoia a realização de outros atores, são previstos investimento de R\$ 9 milhões, que representam 32% do total dos investimentos de gestão.

4.4.3.2 Investimentos Associados

Representando 68% do orçamento total do programa de investimento, os investimentos associados estão distribuídos em oito dos 22 programas do PDRH, com especial destaque para o setor de saneamento, onde representa aproximadamente 82% 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 4.38 apresenta os investimentos associados por programa do PDRH.



Quadro 4.38 - Investimentos Associados nos programas do PDRH.

Programa		Investimentos Associados
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 507.473,26
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 15.916.325,19
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 24.748.494,42
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 796.115,63
4.4	Saneamento Rural	R\$ 8.700.668,81
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 14.445.356,74
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 650.296,76
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 11.498.412,21

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 investimento, por isso, analisa-se de forma destacada no item que segue os investimentos dos programas da componente de saneamento.

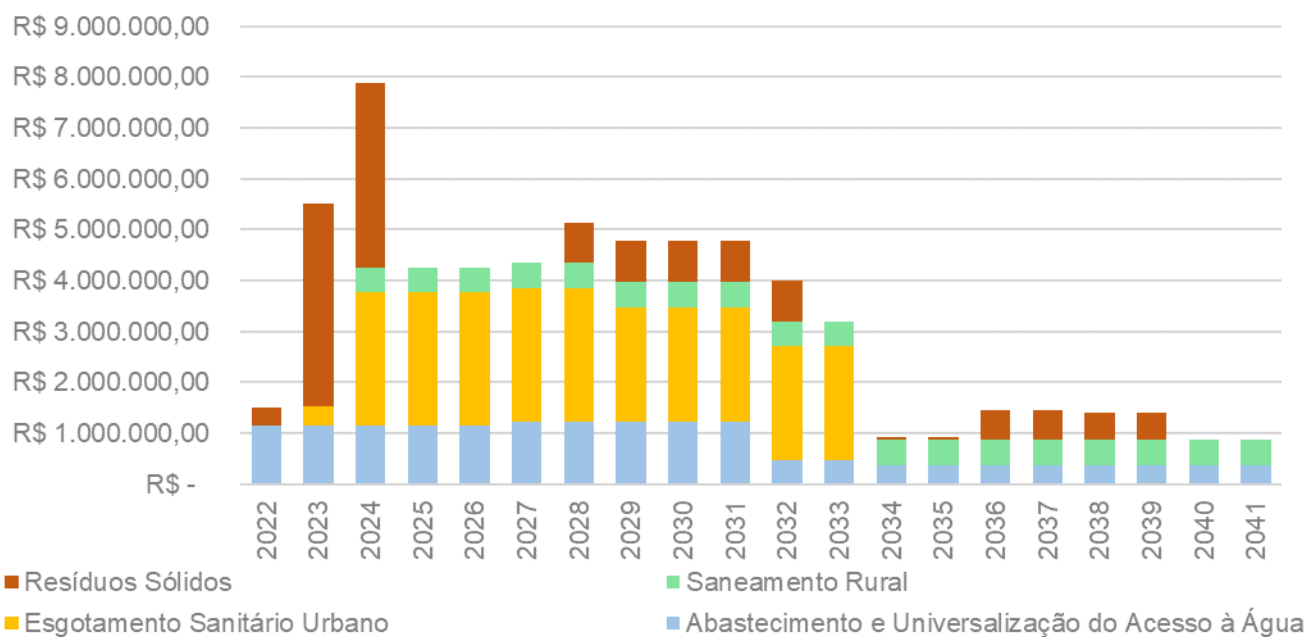
Para além dessa componente são quatro os programas que necessitam de investimentos associados para sua implementação com destaque para o programa Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias, que apresenta grande parte de seu orçamento alocado na ação **5.4.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga**, que possui um total previsto de R\$ 11.498.412,21 a serem aplicado do segundo ao vigésimo ano de implementação do PDRH.

➤ Investimentos Associados na Componente de Saneamento

O total de investimentos associados previstos para a componente de saneamento (R\$ 59.302.807,09) representa 83% da previsão de investimentos associados 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 4.9, nos primeiros três anos de implementação do PDRH os investimentos associados da componente de saneamento têm a maior contia a ser aplicada no programa de **Resíduos Sólidos**, que neste período deve receber mais de R\$ 8 milhões para atingir a meta do marco legal. Após esse período o destaque é do programa de **Esgotamento Sanitário Urbano**, que possui valores notáveis previstos de 2028 até 2033, ano em que devem ser atendidas as metas do marco legal e que o programa deve ter recebido aproximadamente R\$ 24,8 milhões em investimentos associados. O programa de **Saneamento Rural** tem um comportamento de continuidade ao longo do período de implementação, com investimentos previstos de aproximadamente R\$ 8,7 milhões. Já o programa de **Abastecimento** tem um investimento maior até 2031 e que se reduz na segunda década de implementação do Plano, totalizando aproximadamente R\$ 15,9 milhões em investimentos.



Figura 4.9 - Investimentos Associados na Componente Saneamento.



Fonte: elaboração própria.

Por fim, cabe observar que o Plano de Ação traz uma previsão de R\$ 796 mil para o programa de Drenagem Urbana, focado na articulação junto aos municípios e na elaboração de projetos que auxiliem na proposição de soluções para os sérios problemas que a região tem enfrentado.

4.4.3.3 Investimentos por Bacia

Neste item são apresentados os investimentos previstos para cada uma das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. O Quadro 4.39 apresenta um resumo dos investimentos por bacia.

Quadro 4.39 - Investimentos por bacia.

UHP	Inv. Gestão	Inv. Associados	Inv Total
UHP-1 - Rio Buranhém	R\$ 3.332.585,95	R\$ 6.089.837,56	R\$ 9.422.423,51
UHP-2 - Rio Jucuruçu	R\$ 3.716.391,68	R\$ 5.037.218,66	R\$ 8.753.610,34
UHP-3 - Rio Itanhém	R\$ 6.293.886,08	R\$ 23.500.426,03	R\$ 29.794.312,11
UHP-4 - Rio Peruípe	R\$ 4.169.561,13	R\$ 11.362.185,22	R\$ 15.531.746,35
UHP-5 - Rio Itaúnas	R\$ 4.160.520,39	R\$ 3.676.582,78	R\$ 7.837.103,17
UHP-6 - Rio Itapemirim	R\$ 1.705.699,41	R\$ 325.377,50	R\$ 2.031.076,91
UHP-7 - Rio Itabapoana	R\$ 4.412.087,93	R\$ 27.271.515,26	R\$ 31.683.603,19
Total	R\$ 27.790.732,57	R\$ 77.263.143,01	R\$ 105.053.875,58

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém

A Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém tem uma previsão de investimentos de R\$ 9.422.423,51, sendo que desses, R\$ 3.332.585,95 são investimentos de gestão e R\$ 6.089.837,56 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.40.

Quadro 4.40 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Buranhém.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 262.112,52	R\$ 0,00	R\$ 262.112,52
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 67.291,79	R\$ 0,00	R\$ 67.291,79
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 45.894,02	R\$ 0,00	R\$ 45.894,02
2.3	Educação Ambiental	R\$ 45.894,02	R\$ 0,00	R\$ 45.894,02
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 217.376,38	R\$ 0,00	R\$ 217.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 285.747,56	R\$ 0,00	R\$ 285.747,56
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 114.622,46	R\$ 1.727.404,41	R\$ 1.842.026,87
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 960.783,67	R\$ 960.783,67
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 35.542,78	R\$ 79.611,56	R\$ 115.154,34
4.4	Saneamento Rural	R\$ 15.866,23	R\$ 912.889,21	R\$ 928.755,44
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 1.466.192,60	R\$ 1.466.192,60
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 106.385,34	R\$ 146.385,34
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 836.570,77	R\$ 1.263.311,92
Total		R\$ 3.332.585,95	R\$ 6.089.837,56	R\$ 9.422.423,51

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Jucuruçu

A Bacia Hidrográfica do Rio Jucuruçu tem uma previsão de investimentos de R\$ 8.753.610,34, sendo que desses, R\$ 3.716.391,68 são investimentos de gestão e R\$ 5.037.218,66 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.41.

Quadro 4.41 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Jucuruçu.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 334.796,10	R\$ 0,00	R\$ 334.796,10
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 86.480,78	R\$ 0,00	R\$ 86.480,78
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 68.967,44	R\$ 0,00	R\$ 68.967,44
2.3	Educação Ambiental	R\$ 68.967,44	R\$ 0,00	R\$ 68.967,44
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 217.376,38	R\$ 0,00	R\$ 217.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 509.463,23	R\$ 0,00	R\$ 509.463,23
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 124.023,11	R\$ 963.222,31	R\$ 1.087.245,42
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 545.350,74	R\$ 545.350,74
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 46.911,53	R\$ 79.611,56	R\$ 126.523,09
4.4	Saneamento Rural	R\$ 17.167,48	R\$ 921.548,20	R\$ 938.715,68
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 966.169,59	R\$ 966.169,59
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 106.733,43	R\$ 146.733,43
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 1.454.582,83	R\$ 1.881.323,98
Total		R\$ 3.716.391,68	R\$ 5.037.218,66	R\$ 8.753.610,34

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Itanhém

A Bacia Hidrográfica do Rio Itanhém tem uma previsão de investimentos de R\$ 29.794.312,11, sendo que desses, R\$ 6.293.886,08 são investimentos de gestão e R\$ 23.500.426,03 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.42.

Quadro 4.42 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itanhém.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 720.152,26	R\$ 0,00	R\$ 720.152,26
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 127.478,54	R\$ 0,00	R\$ 127.478,54
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 118.264,37	R\$ 0,00	R\$ 118.264,37
2.3	Educação Ambiental	R\$ 118.264,37	R\$ 0,00	R\$ 118.264,37
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 377.376,38	R\$ 0,00	R\$ 377.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 987.437,39	R\$ 169.157,75	R\$ 1.156.595,14
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 1.478.424,44	R\$ 3.901.960,11	R\$ 5.380.384,55
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 9.174.834,94	R\$ 9.174.834,94
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 93.823,05	R\$ 159.223,13	R\$ 253.046,18
4.4	Saneamento Rural	R\$ 30.427,08	R\$ 2.034.959,42	R\$ 2.065.386,50
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 3.896.786,62	R\$ 3.896.786,62
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 110.280,37	R\$ 150.280,37
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 4.053.223,70	R\$ 4.479.964,85
Total		R\$ 6.293.886,08	R\$ 23.500.426,03	R\$ 29.794.312,11

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Peruípe

A Bacia Hidrográfica do Rio Peruípe tem uma previsão de investimentos de R\$ 15.531.746,35, sendo que desses, R\$ 4.169.561,13 são investimentos de gestão e R\$ 11.362.185,22 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.43.

Quadro 4.43 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Peruípe.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 169.732,75	R\$ 0,00	R\$ 169.732,75
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 55.153,02	R\$ 0,00	R\$ 55.153,02
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 31.298,00	R\$ 0,00	R\$ 31.298,00
2.3	Educação Ambiental	R\$ 31.298,00	R\$ 0,00	R\$ 31.298,00
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 183.376,38	R\$ 0,00	R\$ 183.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 144.227,22	R\$ 169.157,75	R\$ 313.384,97
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 1.274.495,82	R\$ 1.718.307,00	R\$ 2.992.802,83
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 7.504.282,84	R\$ 7.504.282,84
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 35.542,78	R\$ 79.611,56	R\$ 115.154,34
4.4	Saneamento Rural	R\$ 2.198,95	R\$ 118.425,79	R\$ 120.624,74
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 1.460.239,94	R\$ 1.460.239,94
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 102.729,35	R\$ 142.729,35
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 209.430,98	R\$ 636.172,13
Total		R\$ 4.169.561,13	R\$ 11.362.185,22	R\$ 15.531.746,35

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas

A Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas tem uma previsão de investimentos de R\$ 7.837.103,17, sendo que desses, R\$ 4.160.520,39 são investimentos de gestão e R\$ 3.676.582,78 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.44.

Quadro 4.44 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas.

Programa	Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total	
1.1	Outorga	R\$ 121.093,42	R\$ 0,00	R\$ 121.093,42
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 58.400,09	R\$ 0,00	R\$ 58.400,09
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 35.202,38	R\$ 0,00	R\$ 35.202,38
2.3	Educação Ambiental	R\$ 35.202,38	R\$ 0,00	R\$ 35.202,38
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 183.376,38	R\$ 0,00	R\$ 183.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 182.083,35	R\$ 169.157,75	R\$ 351.241,11
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 1.266.314,88	R\$ 650.326,68	R\$ 1.916.641,56
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 1.683.901,34	R\$ 1.683.901,34
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 35.542,78	R\$ 79.611,56	R\$ 115.154,34
4.4	Saneamento Rural	R\$ 1.066,53	R\$ 9.819,07	R\$ 10.885,60
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 761.434,34	R\$ 761.434,34
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 102.426,42	R\$ 142.426,42
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 219.905,60	R\$ 646.646,75
Total		R\$ 4.160.520,39	R\$ 3.676.582,78	R\$ 7.837.103,17

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim tem uma previsão de investimentos de R\$ 2.031.076,91, sendo que desses, R\$ 1.705.699,41 são investimentos de gestão e R\$ 325.377,50 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.45.

Quadro 4.45 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 149.149,67	R\$ 0,00	R\$ 149.149,67
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 52.448,39	R\$ 0,00	R\$ 52.448,39
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 28.045,88	R\$ 0,00	R\$ 28.045,88
2.3	Educação Ambiental	R\$ 28.045,88	R\$ 0,00	R\$ 28.045,88
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 18.950,04	R\$ 0,00	R\$ 18.950,04
4.4	Saneamento Rural	R\$ 2.623,10	R\$ 167.670,58	R\$ 170.293,67
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 701,68	R\$ 40.701,68
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 5.350,00	R\$ 157.005,25	R\$ 162.355,25
1.1	Outorga	R\$ 149.149,67	R\$ 0,00	R\$ 149.149,67
Total		R\$ 1.705.699,41	R\$ 325.377,50	R\$ 2.031.076,91

Fonte: elaboração própria.



➤ Investimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana

A Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana tem uma previsão de investimentos de R\$ 32.976.203,46, sendo que desses, R\$ 2.857.939,36 são investimentos de gestão e R\$ 30.118.264,10 são de investimentos associados. Estão distribuídos nos programas como apresentado no Quadro 4.46.

Quadro 4.46 - Investimentos por programa na Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana.

Programa		Inv. Gestão	Inv. Associado	Inv. Total
1.1	Outorga	R\$ 395.131,85	R\$ 0,00	R\$ 395.131,85
1.2	Cobrança	R\$ 284.684,77	R\$ 0,00	R\$ 284.684,77
1.3	Enquadramento	R\$ 207.557,66	R\$ 0,00	R\$ 207.557,66
1.4	Sistema de Informações	R\$ 84.770,62	R\$ 0,00	R\$ 84.770,62
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 395.970,28	R\$ 0,00	R\$ 395.970,28
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 165.176,61	R\$ 0,00	R\$ 165.176,61
2.1	Integração das Bacias do Leste	R\$ 264.830,62	R\$ 0,00	R\$ 264.830,62
2.2	Comunicação Social	R\$ 66.911,09	R\$ 0,00	R\$ 66.911,09
2.3	Educação Ambiental	R\$ 66.911,09	R\$ 0,00	R\$ 66.911,09
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 343.376,38	R\$ 0,00	R\$ 343.376,38
3.2	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 62.866,52	R\$ 0,00	R\$ 62.866,52
3.3	Segurança de Barragens	R\$ 256.726,93	R\$ 0,00	R\$ 256.726,93
3.4	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 489.525,32	R\$ 0,00	R\$ 489.525,32
4.1	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 510.401,65	R\$ 6.955.104,67	R\$ 7.465.506,32
4.2	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 4.879.340,89	R\$ 4.879.340,89
4.3	Drenagem Urbana	R\$ 142.171,10	R\$ 318.446,25	R\$ 460.617,35
4.4	Saneamento Rural	R\$ 70.650,63	R\$ 4.535.356,55	R\$ 4.606.007,18
4.5	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 5.894.533,66	R\$ 5.894.533,66
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 40.000,00	R\$ 121.040,17	R\$ 161.040,17
5.2	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 132.333,66	R\$ 0,00	R\$ 132.333,66
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 5.350,00	R\$ 0,00	R\$ 5.350,00
5.4	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 426.741,15	R\$ 4.567.693,07	R\$ 4.994.434,22
Total		R\$ 4.412.087,93	R\$ 27.271.515,26	R\$ 31.683.603,19

Fonte: elaboração própria.

4.4.3.4 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.



➤ Fonte 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).
- BNB (Banco do Nordeste do Brasil).
- 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).



5 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. 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 das Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste.

No diagnóstico foram identificadas algumas deficiências na situação atual da gestão dos recursos hídricos nas bacias, 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 os Comitês de Bacias Hidrográficas. Aprofundando a temática de planejamento, o Plano de Ações orienta os atores estratégicos para a implementação de ações nos diversos temas relacionados aos recursos hídricos das bacias. 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 nas bacias 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 pelos CBHs enquanto fóruns de participação social e, especialmente, instâncias decisórias para a gestão. O Plano foi elaborado para que os CBHs aos quais as bacias deverão ser integradas o executem como protagonistas e depende dessa postura dos Comitês o sucesso de sua implementação.



6 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 providência. 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 N° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução N° 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 n° 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 n° 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 n° 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 N° 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 N° 09, de 2004. Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG N° 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 N° 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 N° 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 N° 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 N° 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 N° 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 N° 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 N° 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%20CERH%20N.%C2%BA%201,%20de%202005%20de%2020Maio%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 nº 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 nº 48, de 04 de outubro de 2019, que estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 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 nº 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 nº 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 N° 41.578, de 08 de março de 2001. Regulamenta a Lei nº 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° 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 nº 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.

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: 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?uid=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.

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. 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 Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. 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 Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021a.

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 Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. 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 Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021d.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório do Plano de Ação. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022.

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 Bacias Hidrográficas dos Rios do Leste. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022a.

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, Marcely 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.
- 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 MapBiomias – 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.



 **Igam**
Instituto Mineiro de Gestão das Águas



PROFILL

A. Iguaçu, 451, 6o andar, Petrópolis.
Porto Alegre - RS. CEP: 90470-430

Fone | Fax: (51) 3211-3944
www.profill.com.br