



PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÓPEBA

RPO3 - REVISÃO DO RELATÓRIO DO PROGNÓSTICO DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA
NOVEMBRO 2018

00	05/11/2018	Minuta de Entrega	COB	BKMT	BKMT	RFT
Revisão	Data	Descrição Breve	Por	Superv.	Aprov.	Autoriz.

Revisão, Complementação e Consolidação do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba: SF3

RP03
RELATÓRIO DOS CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS DA BACIA DO RIO PARAPEBA

Elaborado por:
Equipe Técnica da COBRAPE

Supervisionado por:
Bruna Kiechaloski Miro Tozzi

Aprovado por:
Bruna Kiechaloski Miro Tozzi

Autorizado por:
Rafael Fernando Tozzi

Revisão	Finalidade	Data
00	3	Novembro/2018

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação



COBRAPE – CIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS

Rua Capitão Antônio Rosa, 406, Jardim Paulistano – São Paulo/SP
CEP 01443-010
Tel (11) 3897-8000
www.cobrape.com.br

Elaboração e Execução

COBRAPE – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos

Responsável Técnico pela Empresa

Alceu Guérios Bittencourt

Coordenação Geral

Rafael Decina Arantes

Rafael Fernando Tozzi

Coordenação Técnica

Carlos Eduardo Curi Gallego

Coordenação Executiva

Bruna Kiechaloski Miro Tozzi

Fabiana de Cerqueira Martins

Equipe Técnica

Adriana Sales Cardoso

Andrei Stevanni Goulart Mora

Andreia Schypula

Bruno de Lima e Silva Soares Teixeira

Camila de Carvalho Almeida de Bitencourt

Cláudio Marchand Krüger

Christian Taschelmayer

Cristine de Noronha

Giovanna Reinehr Tiboni

José Antônio Oliveira de Jesus

José Maria Almeida Martins Dias

Juliana Cristina Jansson Kissula

Luís Eduardo Gregolin Grisoto

Luis Gustavo Christoff

Marianna Botelho de Oliveira Dixo

Maurício Marchand Krüger

Paula Pandolfo Bertol
Raissa Vitareli Assunção Dias
Robson Klisiowicz
Rodolpho Humberto Ramina
Rodrigo Pinheiro Pacheco
Sávio Mourão Henrique
Thaís Cristina Pereira da Silva
Wagner Jorge Nogueira

Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)/Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT)

Cleverson Ulisses Vidigal – GAT/Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas (FONASC)
Deivid Lucas de Oliveira – GAT/Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG)
Guilherme da Silva Oliveira – GAT/Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais (FAEMG)
Leonardo Gomes Lara – GAT/Prefeitura Municipal de Betim
Maria de Lourdes Amaral Nascimento – IGAM
Rodrigo Antônio Di Lorenzo Mundim – IGAM
Wilson Pereira Barbosa Filho – GAT/Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM)
Winston Caetano de Souza – GAT/Associação Ambiental Veredas & Cerrado

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE QUADROS.....	8
LISTA DE SIGLAS.....	10
APRESENTAÇÃO.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. METODOLOGIA DE CENARIZAÇÃO.....	14
2.1. Conceito de Cenários.....	14
2.2. Referência da Legislação de Recursos Hídricos de Minas Gerais.....	15
2.3. Organização dos Dados.....	16
2.4. Análise Prospectiva.....	32
2.5. Cenários Tendenciais.....	33
2.6. Cenários Alternativos.....	50
2.7. Resumo dos Cenários.....	58
2.8. Análise de Riscos.....	62
3. ESTIMATIVAS DOS CENÁRIOS.....	66
3.1. Projeções das Demandas Hídricas.....	66
3.2. Projeções das Cargas Poluidoras.....	77
3.3. Estimativas das Disponibilidades.....	81
3.4. Balanço Hídrico Quantitativo.....	84
3.5. Balanço Hídrico Qualitativo.....	96
4. DIRETRIZES PARA OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS....	107
4.1. Riscos e Impactos da Atividade Minerária.....	107
4.2. Enquadramento.....	113
4.3. Cobrança.....	117
4.4. Outorga.....	124
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES DA ANÁLISE PROSPECTIVA.....	127
5.1. A Expansão do Setor Mineral.....	127

5.2. Abastecimento Público	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplo de Codificação de Ottobacias	23
Figura 2.2 - Sub-bacias	24
Figura 2.3 - Células de Análise.....	31
Figura 2.4 - Vista da Área Urbana de Ouro Preto	34
Figura 2.5 - Pivô de Irrigação de Grama em Paraopeba.....	40
Figura 2.6 - Evolução das Áreas Agrícolas e Culturas nas Microrregiões da bacia do Rio Paraopeba (2000-2016).....	41
Figura 2.7 - Área plantada nas Microrregiões da Bacia do Paraopeba em 2016.....	41
Figura 2.8 - Séries Históricas dos Rebanhos nas Microrregiões da Bacia do Rio Paraopeba (2000-2017)	44
Figura 2.9 - Distribuição das Minas por Município em Minas Gerais	46
Figura 2.10 - Plantação de Eucalipto no Baixo Paraopeba	47
Figura 2.11 - Indústria de Carvão no Baixo Paraopeba	47
Figura 2.12 - Caminhão com Carga de Carvão Vegetal na BR-040, em Ribeirão das Neves	48
Figura 2.13 - Mina de Ardósia no Município de Paraopeba, no Baixo Paraopeba	50
Figura 2.14 - Restrição Ambiental	53
Figura 2.15 - Áreas de Mineração	55
Figura 2.16 - Áreas Críticas.....	57
Figura 2.17 - Cenários Tendenciais e Alternativos.....	58
Figura 2.18 - Cenário Alternativo 1	59
Figura 2.19 - Cenário Alternativo 2.....	60
Figura 2.20 - Cenário Alternativo 3.....	61
Figura 3.1 - Curva de Permanência de Vazões Específicas do Rio Paraopeba	83
Figura 3.2 - Ottobacias Nível 6	85
Figura 3.3 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários Tendenciais.....	91
Figura 3.4 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários Alternativos 1	92
Figura 3.5 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários Alternativos 2	93
Figura 3.6 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários Alternativos 3	94
Figura 3.7 - Distribuição da Área da Bacia do Rio Paraopeba em Níveis de Risco	96
Figura 3.8 - Níveis de Risco do Balanço Qualitativo nos Cenários Tendenciais.....	102
Figura 3.9 - Níveis de Risco do Balanço Qualitativo nos Cenários Alternativos 1	103
Figura 3.10 - Níveis de Risco do Balanço Qualitativo nos Cenários Alternativos 2	104
Figura 3.11 - Níveis de Risco do Balanço Qualitativo nos Cenários Alternativos 3	105

Figura 4.1 - Barragens de Rejeitos na Bacia do Rio Paraopeba	109
Figura 4.2 - Influência das Barragens de Rejeitos.....	111
Figura 4.3 - Áreas de Mineração Entre os Municípios de Belo Vale, Congonhas e Ouro Preto	112
Figura 4.4 - Mineradora em Congonhas.....	113
Figura 4.5 - Percentual de Arrecadação por Setor	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Estatísticas da dimensão administrativa	19
Quadro 2.2 - Estatísticas da dimensão hidrológica	26
Quadro 2.3 - Estatísticas das células de análise	30
Quadro 2.4 - Projeções populacionais (horizonte 2040)	36
Quadro 2.5 - Taxas de projeção tendencial da indústria	38
Quadro 2.6 - Taxas de projeção tendencial da agroindústria e agricultura	42
Quadro 2.7 - Séries históricas dos rebanhos nas microrregiões da Bacia do Rio Paraopeba (2000-2017)	43
Quadro 2.8 - Taxas de projeção tendencial da pecuária	45
Quadro 2.9 - Taxas de projeção tendencial da mineração	49
Quadro 2.10 - Expectativas de exaustão das minas	49
Quadro 2.11 - Classes de Criticidade adotadas pela NTC 002/2012/SPR/SER	56
Quadro 2.12 – Níveis de Risco e sua caracterização	63
Quadro 3.1 - Demandas de abastecimento público – Cenários Tendenciais	66
Quadro 3.2 - Demandas de abastecimento público – Cenários Alternativos	68
Quadro 3.3 - Demandas industriais – Cenários Tendenciais	69
Quadro 3.4 - Demandas industriais – Cenários Alternativos	70
Quadro 3.5 - Demandas agroindustriais – Cenários Tendenciais	71
Quadro 3.6 - Demandas agroindustrial – Cenários Alternativos	72
Quadro 3.7 - Demandas de pecuária– Cenários Tendenciais	73
Quadro 3.8 - Demanda pecuária – Cenários Alternativos	74
Quadro 3.9 - Demandas de mineração – Cenários Tendenciais	75
Quadro 3.10 - Demandas de mineração – Cenários Alternativos	76
Quadro 3.11 - Informações dos Planos Municipais de Saneamento Básico	78
Quadro 3.12 - Informações de investimento previsto da COPASA	80
Quadro 3.13 - Cargas de DBO estimadas para os cenários tendenciais	81
Quadro 3.14 - Cargas de DBO estimadas para os cenários alternativos	81
Quadro 3.15 - Estações fluviométricas utilizadas no estudo	82
Quadro 3.16 - Vazões específicas por trecho	83
Quadro 3.17 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários	87
Quadro 3.18 - Níveis de Risco do Balanço Qualitativo nos Cenários	98
Quadro 4.1 - Consumo de água por habitante com base nas demandas	118
Quadro 4.2 - Valores unitários de cobrança	121
Quadro 4.3 - Valores dos coeficientes multiplicadores de cobrança	122

Quadro 4.4 - Resultados da simulação de cobrança..... 122

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANM	Agência Nacional de Mineração
BEDA	Bovino Equivalente para a Demanda de Água
BHSF	Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FONASC	Fórum Nacional da Sociedade Civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GAT	Grupo de Acompanhamento Técnico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Índice de Coleta e Tratamento
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
MG	Minas Gerais
NR	Nível de Risco
OLAP	<i>On Line Analytical Process</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PAM	Pesquisa Agropecuária Municipal
PDRH	Plano Diretor de Recursos Hídricos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico

PPM	Pesquisa da Pecuária Municipal
PPU	Preços Públicos Unitários
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SES	Sistemas de Esgotamento Sanitário
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UF	Unidades da Federação

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao *RP03 - Relatório dos Cenários e Prognósticos da Bacia do Rio Paraopeba*; que consolida a atualização do prognóstico do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba, relativo ao Contrato celebrado entre o IGAM e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE).

O Termo de Referência, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

- *RP01 - Plano de Trabalho para Elaboração do PDRH Rio Paraopeba;*
- *RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba;*
- *RP03 - Relatório dos Cenários e Prognósticos da Bacia do Rio Paraopeba;*
- *RP04 - Plano de Ação e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraopeba;*
- *RP05 - Relatório Parcial do PDRH do Rio Paraopeba;*
- *RF01 - Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraopeba: SF3;*
- *RF02 - Resumo Executivo do Plano Diretor de Recursos Hídricos;*
- *RF03 - Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o Plano Diretor de Recursos Hídricos.*

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório - RP03 - Relatório dos Cenários e Prognósticos da Bacia do Rio Paraopeba - consiste na construção de alternativas de análise e, conseqüentemente, escolha para o encaminhamento de projetos e propostas de desenvolvimento, em função das variáveis estudadas e analisadas na etapa de diagnóstico, e também de acordo com os anseios locais, sempre em consonância com os horizontes de planejamento de 5 anos (curto prazo), 10 anos (médio prazo), 15 e 20 anos (longo prazo). O resultado desta etapa é a consolidação de uma “visão de futuro”, a partir da análise de um conjunto de cenários que resultarão numa envoltória de soluções para compatibilização das demandas e disponibilidade hídricas, nas áreas estratégicas da bacia, em função das variáveis estabelecidas como eixos estratégicos da cenarização. Para isso, o mesmo está dividido em cinco capítulos, iniciado por essa introdução, sendo os demais capítulos descritos a seguir.

Primeiramente foram analisadas as legislações de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, bem como as tendências demográficas e das atividades produtivas da bacia. Essas informações subsidiaram a definição da estrutura dos cenários tendenciais e alternativos e a caracterização dos níveis de risco. Portanto, o *Capítulo 2* é essencialmente metodológico e contempla todas as informações compiladas e analisadas para subsidiar a etapa de estimativas.

No *Capítulo 3* são apresentadas as estimativas dos cenários no que diz respeito às projeções populacionais, que por consequência interferem nas estimativas das demandas hídricas e cargas poluidoras futuras. Neste capítulo também são apresentados os balanços hídricos tendenciais e alternativos, baseados na caracterização dos níveis de risco.

O *Capítulo 4* propõe diretrizes preliminares para a atualização do enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como as análises do potencial de arrecadação da cobrança pelo uso de recursos hídricos por bacia. Além disso, esse capítulo também apresenta uma estimativa dos riscos e impactos das atividades minerárias para a região.

Por fim, no *Capítulo 5* são apresentadas as conclusões preliminares do presente relatório. É importante destacar - devido à grande quantidade de informações e de interesses que contemplam o presente produto - a necessidade de discussões com o contratante e com os componentes do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT), com o intuito de aprofundar as discussões e de recolher as diversas percepções sobre a Bacia do Paraopeba.

2. METODOLOGIA DE CENARIZAÇÃO

2.1. Conceito de Cenários

Os cenários são ferramentas de planejamento utilizadas para dar coerência a uma série de elementos difusos procurando extrair deles orientações para a proposição de ações, ou decisões de gestão, que contemplem de alguma forma o que pode vir a acontecer no futuro. Os processos de decisão em ambientes de gestão de recursos hídricos se caracterizam pela sua inerente complexidade e imprevisibilidade, exigindo uma abordagem metodológica que seja capaz de combinar uma quantidade de dados muito grande para produzir imagens prospectivas coerentes olhando para o horizonte do Plano.

A abordagem metodológica prospectiva adotada para o PDRH Paraopeba utiliza cenários como instrumentos para ordenar as percepções acerca dos ambientes (contexto) nos quais as decisões de gestão devem ser tomadas, reduzindo a variabilidade das possibilidades ao explicitar a imprevisibilidade inerente ao contexto. Segundo esta metodologia, os cenários não procuram reduzir a variabilidade projetando uma realidade “mais provável”. Ao contrário, ao explicitar e articular a imprevisibilidade, eles representam “futuros alternativos possíveis” (ou plausíveis) e, por isso mesmo, são ferramentas apropriadas para processos de planejamento de longo prazo, que envolvem grandes incertezas e medidas de grande impacto econômico e/ou social.

Com foco nos objetivos do Plano de Bacia, a metodologia de elaboração de cenários foi concebida de forma a permitir a tomada de decisões estratégicas para a gestão de recursos hídricos, o que a caracteriza como um processo de planejamento estratégico utilizando cenários prospectivos. No entanto, esse processo de planejamento não tem a pretensão de prever o futuro e nem de eclipsar ou substituir a responsabilidade dos órgãos gestores estaduais ou do Comitê de Bacia em sua tomada de decisões. Os cenários podem subsidiar essas decisões fornecendo informações essenciais de forma coerente e sintética, mas as decisões não são simuladas nos cenários. Na realidade, tais decisões dependem de objetivos e de metas que não foram estabelecidas anteriormente aos cenários, mas o serão depois deles, nas etapas subsequentes do Plano.

É bom ter sempre em perspectiva que a definição de cenários não esgota nem encerra o processo de planejamento, mas é somente um passo intermediário na busca de uma “estratégia robusta” – aquela que define decisões a tomar contemplando todos os cenários como igualmente possíveis. Os cenários aqui definidos são tão somente algumas das combinações possíveis de tendências e percepções, aquelas que parecem hoje as mais plausíveis ou mais importantes. Idealmente, o processo de elaboração de cenários e a

revisão periódica de suas implicações sobre as estratégias de gestão devem ser continuados, de forma a poder sempre instruir e informar um processo de decisão racional e competente.

Uma das vantagens da metodologia de planejamento estratégico utilizando cenários é que estes, de certa forma, fornecem os caminhos e o material básico para a explicitação dos argumentos contraditórios que costumam ocorrer em processos decisórios participativos. Ao permitir a articulação livre, porém ordenada e coerente de tendências, os cenários podem representar percepções distintas com as quais os diversos setores participantes se identificam em maior ou menor grau, positiva ou negativamente, facilitando a identificação de *trade-offs* e possíveis focos de negociação entre eles.

Visando a progressão no sentido de tornar claros os diversos posicionamentos setoriais, será sempre necessária a realização de processos interativos de articulação entre os setores usuários e intervenientes para poder antecipar os potenciais conflitos de uso, discutir e apresentar propostas de compatibilização dos interesses setoriais, na busca de um quadro referencial que seja comum a todos os agentes.

2.2. Referência da Legislação de Recursos Hídricos de Minas Gerais

A metodologia de prospecção nos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas é orientada pelas diretrizes da Lei Estadual de Minas Gerais nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, que define a Política Estadual de Recursos Hídricos. Segundo a referida Lei, os planos de bacias hidrográficas deverão “fundamentar e orientar a implementação de programas e projetos” partindo de um diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica e da “análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificação dos padrões de ocupação do solo” e de um “balanço entre disponibilidades e demandas anuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais”.¹

A função dos cenários neste Plano de Bacias é, portanto, projetar situações e tendências observadas nos dados existentes (os chamados cenários “tendências”), ou trajetórias alternativas às tendências atuais (chamados cenários “alternativos”). Esses conjuntos de cenários procuram identificar possíveis conflitos ou restrições tanto no balanço quantitativo (demandas e disponibilidade) quanto no balanço qualitativo (efluentes e capacidade de diluição) dos recursos hídricos locais. Também é função dos cenários identificar possíveis situações futuras de riscos à integridade dos rios e dos aquíferos subterrâneos.

¹ Lei Estadual de Minas Gerais nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999, Capítulo 3, Seção 2, Subseção 2

2.3. Organização dos Dados

Os sistemas de gestão de recursos hídricos possuem uma expressão espacial importante, o que exige que as informações elaboradas estejam associadas a variáveis geográficas, permitindo a análise de áreas e as densidades de ocupação dessas áreas. Isso é necessário, por exemplo, ao analisar os impactos do desenvolvimento mineral agroindustrial ou urbano, e na organização territorial e na preservação do patrimônio natural, onde o uso do solo traz consigo implicações sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. Outro aspecto importante é a necessidade de agrupar informações e realizar análises de gestão por bacias e sub-bacias hidrográficas (no caso, “ottobacias”), satisfazendo implicitamente a Lei 13.199/99 no seu Artigo 3º.

No modelo aqui utilizado para a definição dos cenários e a avaliação do impacto dos cenários sobre os balanços hídricos, todos os dados e as análises são baseadas em áreas elementares, aqui chamadas de células de análise. Essas são obtidas através do cruzamento das unidades elementares provenientes de duas dimensões nas quais grande parte dos dados secundários fundamentais é produzida:

- Dimensão administrativa, que contempla a estrutura territorial brasileira nos seus níveis de agregação organizados hierarquicamente em Unidade da Federação (no caso, Minas Gerais), mesorregiões, microrregiões, municípios, distritos e setores censitários. Esta dimensão se relaciona essencialmente com as informações populacionais e econômicas provenientes de institutos de pesquisa oficiais, como o IBGE;
- Dimensão Hidrológica, que contempla a rede hidrológica natural existente com níveis de agregação também hierarquicamente organizados de acordo com as bacias e sub-bacias hidrográficas. Esta dimensão se relaciona com a lógica natural do fluxo dos rios e contempla informações sobre o regime hidrológico ou a dispersão de poluentes.

Os dados sobre padrões de uso do solo, disponibilidade hídrica, pedologia, topografia (altitudes médias e declividades médias), e mesmo as demandas em suas diversas classes, são projetados nessas células por georreferenciamento. As células, por sua vez, são organizadas em tabelas com seus atributos, e essas tabelas articuladas em bancos de dados relacionais, com interfaces entre diversos sistemas de processamento dessas informações, alguns de georreferenciamento, outros de simulação e outros de visualização, montados com o objetivo de responder a perguntas pertinentes à análise desejada.

Os bancos de dados assim organizados são conhecidos como “cubos” e se prestam a um processo analítico específico (OLAP – *On Line Analytical Process*), que é uma forma de organizar e de processar grandes bancos de dados com o objetivo de facilitar e tornar mais rápida a realização de análises agregadas e a criação de relatórios. Os bancos de dados OLAP organizam dados por nível de detalhe, usando categorias pertinentes ao tipo de aplicação para analisar os dados e agregá-los em níveis adequados para a análise. No caso do PDRH - Paraopeba algumas dessas categorias são, por exemplo, as sub-bacias ou os municípios a que pertence cada célula.

Um conjunto de níveis que abrange um aspecto dos dados, como sub-bacia/bacia, ou município/unidade de planejamento, é chamado de dimensão. Os bancos de dados OLAP são chamados de cubos porque combinam diversas dimensões, por exemplo, divisão administrativa ou hidrológica, permitindo a agregação das informações em diversos níveis nessas dimensões, como a disponibilidade hídrica ou a demanda. Os cubos permitem ainda que certas análises que dependem da relação entre variáveis, como as estimativas de densidade populacional ou os balanços hídricos, possam ser realizadas em diversos níveis de agregação.

2.3.1. Dimensão Administrativa

A dimensão administrativa contempla a estrutura territorial brasileira, que é dividida em Unidades da Federação, Mesorregiões, Microrregiões e Municípios.²

As Unidades da Federação do Brasil são entidades autônomas, com governo e constituição próprias, que em seu conjunto constituem a República Federativa do Brasil. Atualmente, o Brasil se divide em 27 UF's, sendo 26 estados e um distrito federal. Neste plano a unidade federativa pertinente é o estado de Minas Gerais

As Mesorregiões são áreas individualizadas em uma Unidade da Federação que apresentam formas de organização do espaço geográfico definidas pelo processo social, como determinante, o quadro natural, como condicionante e, a rede de comunicação e de lugares, como elemento da articulação espacial. Estes três fatores possibilitam que o espaço delimitado como mesorregião tenha uma identidade regional. Esta identidade é uma realidade construída ao longo do tempo pela sociedade que ali se formou. Criadas pelo IBGE, são utilizadas apenas para fins estatísticos. Não se constituem em entidades político-administrativas autônomas.

As Microrregiões foram definidas como parte das mesorregiões que apresentam especificidades quanto à organização do espaço. Essas especificidades não significam

² Fonte: IBGE - DGEO/DITER. 1990

uniformidade de atributos, nem conferem às microrregiões autossuficiência e tampouco o caráter de serem únicas, devido à sua articulação a espaços maiores, quer à mesorregião, à Unidade da Federação, quer à totalidade nacional. Essas especificidades se referem à estrutura de produção: agro-pecuária, industrial, extrativismo mineral ou pesca. Essas estruturas de produção diferenciadas podem resultar da presença de elementos do quadro natural ou de relações sociais e econômicas particulares.

A organização do espaço microrregional foi identificada, também, pela vida de relações ao nível local, isto é, pela interação entre as áreas de produção e locais de beneficiamento e pela possibilidade de atender às populações, através do comércio de varejo ou atacado ou dos setores sociais básicos. Assim, a estrutura da produção para a identificação das microrregiões é considerada em sentido totalizante, constituindo-se pela produção propriamente dita, distribuição, troca e consumo, incluindo atividades urbanas e rurais. Dessa forma, ela expressa a organização do espaço a nível micro ou local.

Algumas projeções utilizadas na elaboração dos cenários, como a população por exemplo, utilizaram os dados agregados em nível municipal. Já as projeções da evolução do setor agropecuário utilizaram os dados estatísticos agregados em microrregiões.

A Bacia do Paraopeba contempla o território de 48 municípios, alguns apenas parcialmente na bacia. Quando observadas as Microrregiões que fazem parte do território da bacia do Paraopeba são contabilizadas doze, quais sejam: Barbacena, Belo Horizonte, Conselheiro Lafaiete, Curvelo, Divinópolis, Itaguara, Oliveira, Ouro Preto, Pará de Minas, Sete Lagoas, São João Del Rei, e Três Marias. Já se consideradas as Mesorregiões, observam-se quatro regiões: (i) Campo das Vertentes, (ii) Central Mineira, (iii) Metropolitana de Belo Horizonte, e (iv) Oeste de Minas. A primeira contempla dois municípios que estão parcialmente presentes na Bacia do Paraopeba: Resende Costa e Lagoa Dourada. A segunda contempla três municípios que também estão parcialmente contidos na Bacia, quais sejam: Curvelo, Pompéu e Felixlândia. A terceira contempla a maioria dos municípios da Bacia, totalizando 42. Já a última contempla apenas o município de Itaúna, o qual também está, apenas parcialmente, inserido na região da Bacia.

Os municípios ainda podem ser subdivididos em setores censitários, sendo estas unidades territoriais formadas por áreas contínuas com a finalidade de controle cadastral (IBGE, 2010). Ainda segundo IBGE (2010), o número de setores censitários presente nos municípios da Bacia do Paraopeba são os apresentados no Quadro 2.1, onde é detalhada a relação dos municípios com a população rural, urbana e total, bem como a área, o número de setores censitários e a densidade populacional.

Quadro 2.1 - Estatísticas da dimensão administrativa

Município	N° de Setores Censitários (Inseridos na bacia)	N° de Setores Censitários (total)	Rural			Urbano			Total		
			Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
BELO HORIZONTE	9	3936	0	0	0	0,13	260	1983,03	0,13	260	1983,03
BELO VALE	16	16	359,60	4.235	11,78	5,69	3.295	579,44	365,29	7.530	20,61
BETIM	647	647	113,97	2.758	24,20	228,50	374.470	1638,82	342,47	377.228	1101,50
BONFIM	17	17	295,08	3.486	11,81	6,79	3.332	491,01	301,87	6.818	22,59
BRUMADINHO	87	87	577,22	5.301	9,18	58,54	28.220	482,08	635,76	33.520	52,73
CACHOEIRA DA PRATA	8	8	59,05	126	2,13	2,34	3.528	1510,23	61,38	3.654	59,53
CAETANOPOLIS	21	21	148,51	1.829	12,32	7,53	8.389	1114,47	156,04	10.218	65,48
CAPIM BRANCO	1	16	0,05	0	3,22	0	0	0	0,05	0	3,22
CARANAIBA	2	6	0,03	0	10,92	0	0	0	0,03	0	10,92
CARANDAI	3	34	0,72	6	8,16	0,06	22	387,45	0,78	28	35,73
CASA GRANDE	4	4	143,89	1.011	7,03	1,50	1.122	746,48	145,39	2.133	14,67
CONGONHAS	66	66	142,58	1.283	9,00	160,64	47.236	294,05	303,22	48.519	160,01
CONSELHEIRO LAFAIETE	149	149	271,10	5.152	19,00	88,07	111.266	1263,39	359,17	116.418	324,13
CONTAGEM	259	884	46,78	1.861	39,78	63,59	171.998	2704,71	110,38	173.859	1575,14
CORDISBURGO	1	20	0,02	0	2,51	-	-	-	0,02	0	2,51
CRISTIANO OTONI	9	9	115,50	771	6,68	7,09	4.156	585,89	122,60	4.927	40,19
CRUCILANDIA	12	12	164,57	1.774	10,78	2,29	2.979	1302,34	166,86	4.753	28,49
CURVELO	18	110	1.205,04	2.498	2,07	5,91	3.500	591,84	1.210,95	5.998	4,95
DESTERRO DE ENTRE RIOS	10	16	202,61	1.666	8,22	1,56	177	113,29	204,17	1.843	9,03
ENTRE RIOS DE MINAS	23	23	449,16	4.362	9,71	7,25	9.878	1362,19	456,41	14.240	31,20
ESMERALDAS	115	131	754,84	4.010	5,31	87,20	42.048	482,19	842,04	46.058	54,70

Município	Nº de Setores Censitários (Inseridos na bacia)	Nº de Setores Censitários (total)	Rural			Urbano			Total		
			Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
			FELIXLANDIA	2	28	211,96	331	1,56	0	0	211,96
FLORESTAL	18	18	170,87	1.037	6,07	12,19	5.504	183,07	6.541	35,73	
FORTUNA DE MINAS	9	9	196,83	840	4,27	1,88	1.865	198,71	2.705	13,61	
IBIRITE	222	222	22,45	363	16,19	49,15	151.618	71,60	151.981	2122,66	
IGARAPE	49	49	84,55	2.190	25,90	25,72	32.661	110,26	34.851	316,07	
INHAUMA	11	11	242,29	1.554	6,41	2,71	4.206	245,00	5.760	23,51	
ITAGUARA	3	28	1,85	15	7,98	0	0	1,85	15	7,98	
ITATIAUCU	17	20	147,66	2.429	16,45	5,98	6.221	153,64	8.650	56,30	
ITAUNA	3	133	58,74	565	9,62	0	0	58,74	565	9,62	
ITAVERAVA	4	10	16,96	206	12,17	0,01	3	16,97	210	12,36	
JECEABA	12	12	221,03	2.407	10,89	15,22	2.988	236,25	5.395	22,84	
JUATUBA	39	39	43,36	375	8,65	56,18	21.827	99,54	22.202	223,04	
LAGOA DOURADA	12	19	293,00	2.212	7,55	0,54	1.254	293,54	3.466	11,81	
MARAVILHAS	10	12	176,33	877	4,97	2,89	4.896	179,22	5.773	32,21	
MARIO CAMPOS	17	17	20,65	734	35,55	14,55	12.458	35,20	13.192	374,81	
MATEUS LEME	52	52	247,15	3.176	12,85	55,36	24.679	302,51	27.855	92,08	
MATOZINHOS	1	45	0,01	0	6,52	0	0	0,01	0	6,52	
MOEDA	11	11	141,66	2.847	20,10	10,15	1.789	151,81	4.636	30,54	
MORRO DA GARÇA	2	10	0,09	0	1,86	0	0	0,09	0	1,86	
NOVA LIMA	3	118	0	0	0	0,29	227	0,29	227	783,61	
ONCA DE PITANGUI	1	7	2,24	19	8,31	0	0	2,24	19	8,31	
OURO BRANCO	43	45	120,69	1.935	16,03	29,46	31.609	150,14	33.544	223,41	
OURO PRETO	3	131	61,73	199	3,22	1,96	176	63,70	375	5,89	

Município	N° de Setores Censitários (Inseridos na bacia)	N° de Setores Censitários (total)	Rural			Urbano			Total		
			Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
PAPAGAIOS	14	24	440,20	1.124	2,55	2,51	3.285	1310,28	442,70	4.409	9,96
PARA DE MINAS	17	141	167,90	1.281	7,63	5,08	3.028	595,67	172,98	4.309	24,91
PARAOPEBA	35	35	530,99	2.609	4,91	9,92	19.663	1983,08	540,91	22.272	41,18
PEQUI	8	8	197,06	1.120	5,68	6,01	2.953	490,96	203,07	4.073	20,06
PIEDADE DOS GERAIS	9	9	253,33	2.516	9,93	6,07	2.122	349,72	259,39	4.638	17,88
PIRACEMA	5	13	2,70	25	9,36	0	0	0	2,70	25	9,36
POMPEU	6	37	714,96	1.468	2,05	0	0	0	714,96	1.468	2,05
QUELUZITO	5	5	151,49	1.014	6,69	2,07	847	409,53	153,56	1.861	12,12
RESENDE COSTA	3	23	131,01	462	3,52	0	0	0	131,01	462	3,52
RIBEIRAO DAS NEVES	8	399	0	0	0	0,11	115	1015,61	0,11	115	1015,61
RIO MANSO	11	11	226,17	2.465	10,90	5,25	2.810	535,55	231,42	5.275	22,79
SANTANA DOS MONTES	1	9	0,01	0	2,07	0	0	0	0,01	0	2,07
SAO BRAS DO SUACUI	7	7	104,58	384	3,67	5,44	3.129	575,23	110,02	3.513	31,93
SAO JOAQUIM DE BICAS	40	40	54,52	6.938	127,25	17,04	18.599	1091,71	71,56	25.537	356,87
SAO JOSE DA VARGINHA	9	106	200,12	1.824	9,12	5,21	2.372	455,21	205,33	4.196	20,44
SARZEDO	45	45	43,48	282	6,49	18,66	25.532	1368,39	62,13	25.814	415,45
SETE LAGOAS	17	300	169,56	2.724	16,06	7,41	3.500	472,63	176,96	6.224	35,17
Total Geral	2261	8470	10.920,47	92.679	8,49	1.109,68	1.207.812	1088,44	12030,150	1.300.491	108,10

FONTE: COBRAPE, 2018.

2.3.2. Dimensão Hidrológica

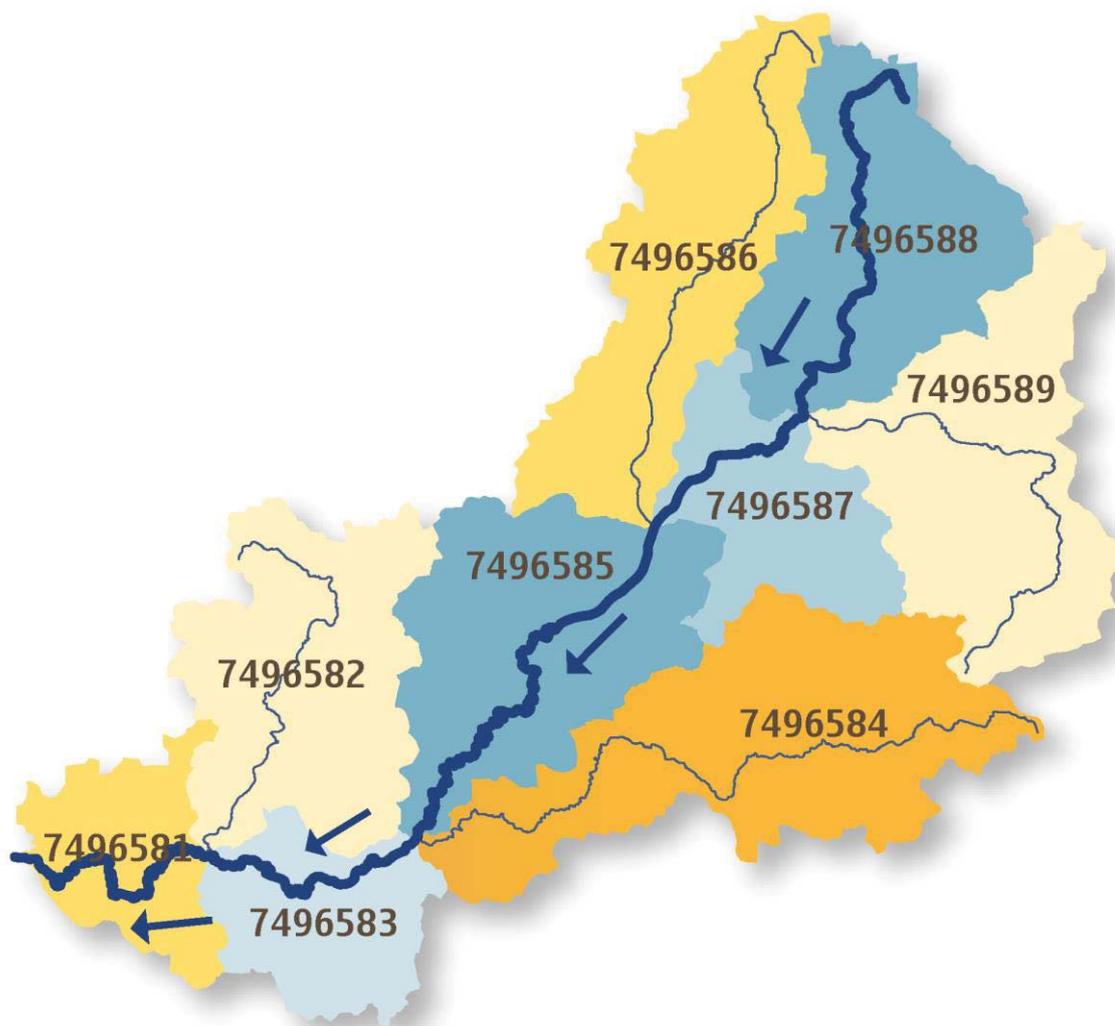
A dimensão hidrológica é caracterizada pelo traçado das bacias hidrográficas, as quais são áreas que drenam um rio principal e seus afluentes, definidas através do relevo da região.

A menor bacia hidrográfica definida para a região são as “ottobacias”³, as quais foram criadas na década de 80, quando o engenheiro Otto Pfafstetter desenvolveu um método de divisão e codificação de bacias hidrográficas, hierarquizando seus afluentes e codificando-os por meio de algarismos, que variam de 1 a 9 (PFAFSTETTER, 1989).

A Figura 2.1 mostra um exemplo de codificação de ottobacias, que é a metodologia oficialmente utilizada desde a Resolução CNRH nº 30/2002. Nela pode-se observar que o leito principal do rio utiliza números ímpares para identificação, e os demais são complementados com números pares, seguindo o sentido da foz à montante do rio. O Rio Betim, por exemplo, é identificado pelo código 749658. Sua nascente é localizada no município de Contagem e está classificada como 7496589. Seguindo à jusante, encontra-se o Córrego Morro Redondo que é identificado como 7496588. Na sequência o Rio Betim recebe a contribuição do Córrego Água Suja, com código 7496586. Mais à jusante está o afluente Córrego Imbiridu, com código 7496584. O último rio afluente tem código 7496582, e é chamado Córrego Saraiva. O trecho mais à jusante encontra-se no limite do município de Betim, identificado como 7496581.

3 Método de subdivisão e codificação de bacias hidrográficas desenvolvido pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, utilizando dez algarismos, diretamente relacionado com a área de drenagem dos cursos d'água (Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989. p. 19.).

Figura 2.1 - Exemplo de Codificação de Ottobacias

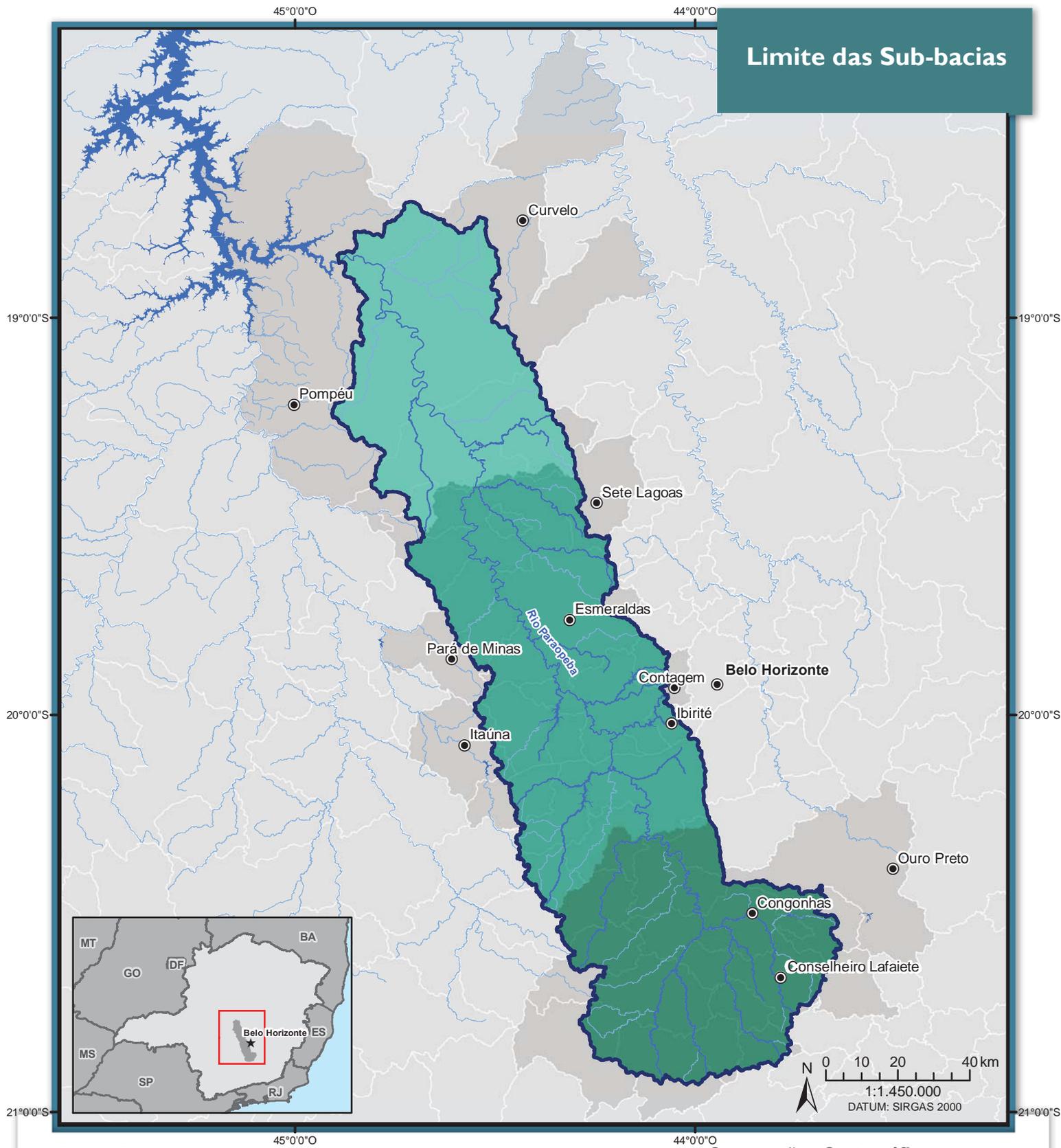


FONTE: COBRAPE, 2018.

A partir da união das ottobacias nível 8, as ottobacias nível 6 foram consideradas como sub-bacias e caracterizadas pela homogeneidade de fatores hidrográficos e hidrológicos, permitindo a organização do planejamento e do aproveitamento dos recursos hídricos.

O estabelecimento de uma regionalização tem como finalidade orientar e fundamentar a implementação dos instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nesta linha foram utilizadas as sub-bacias para a Bacia do Paraopeba, conforme mostra o mapa da Figura 2.2.

Limite das Sub-bacias



Legenda

Sub-Bacias

- Alto
- Médio
- Baixo

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

FONTE: COBRAPE, 2018.

Desta forma, o Quadro 2.2 apresenta a relação de ottobacias, por nível, presentes em cada uma das sub-bacias, apontando as relativas populações, rurais, urbanas e totais. A Bacia do Paraopeba foi dividida em 73 sub-bacias e, dentro destas, ainda foram feitas subdivisões em ottobacias de nível 8 e 7. Na Bacia do Paraopeba existem no total 4.249 ottobacias de nível 8, 599 ottobacias de nível 7 e 73 ottobacias no nível 6.

Quadro 2.2 - Estatísticas da dimensão hidrográfica

N6	Nome do Rio	N° de Ottobacias		Rural			Urbano			Total		
		N7	N8	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
749619	Rio Paraopeba	9	23	163,7	205	1,2	-	-	163,7	205	1,2	
749621	Ribeirão dos Gomes	1	1	1,2	1	0,8	-	-	1,2	1	0,8	
749622	Córrego do Meleiro	9	15	174,9	381	2,2	-	-	174,9	381	2,2	
749623	Ribeirão das Almas	9	19	129,2	211	1,6	-	-	129,2	211	1,6	
749624	Córrego do Gomes	9	19	103,2	56	0,5	-	-	103,2	56	0,5	
749625	Ribeirão das Almas	7	7	45,0	114	2,5	-	-	45,0	114	2,5	
749626	Córrego Boa Morte	1	1	47,9	134	2,8	-	-	47,9	134	2,8	
749627	Ribeirão das Almas	1	1	1,7	5	3,1	-	-	1,7	5	3,1	
749628	Córrego da Prata	5	5	76,0	97	1,3	-	-	76,0	97	1,3	
749629	Córrego do Falcão	9	13	114,1	251	2,2	-	-	114,1	251	2,2	
749631	Ribeirão dos Gomes	9	31	126,1	99	0,8	-	-	126,1	99	0,8	
749632	Ribeirão Pedro Moreira	9	77	242,7	607	2,5	-	-	242,7	607	2,5	
749633	Rio Paraopeba	9	81	656,7	1.572	2,4	4,0	1.739	660,7	3.311	5,0	
749634	Rio Pardo	9	81	469,1	1.571	3,3	5,4	8.181	474,5	9.751	20,6	
749635	Rio Paraopeba	9	55	198,7	721	3,6	1,9	1.761	200,6	2.482	12,4	
749636	Ribeirão do Chico	9	67	193,3	695	3,6	-	-	193,3	695	3,6	
749637	Rio Paraopeba	9	43	122,6	200	1,6	-	-	122,6	200	1,6	
749638	Ribeirão do Cedro	9	73	324,5	3.141	9,7	17,3	28.022	341,8	31.163	91,2	
749639	Rio Paraopeba	9	45	83,7	154	1,8	-	-	83,7	154	1,8	
749641	Ribeirão São João	1	1	0,7	3	4,1	-	-	0,7	3	4,1	
749642	Ribeirão São João	9	61	325,8	3.062	9,4	7,0	7.082	332,7	10.144	30,5	
749643	Ribeirão dos Macacos	9	71	62,2	199	3,2	-	-	62,2	199	3,2	
749644	Córrego Riacho Fundo	9	65	29,3	189	6,4	0,2	334	29,6	523	17,7	
749645	Ribeirão dos Macacos	9	69	61,7	258	4,2	4,1	5.225	65,8	5.482	83,4	
749646	Córrego Carreira Comprida	9	61	20,8	63	3,0	-	-	20,8	63	3,0	

N6	Nome do Rio	N° de Ottobacias		Rural			Urbano			Total		
		N7	N8	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
749647	Ribeirão dos Macacos	3	11	6,6	26	3,9	-	-	-	6,6	26	3,9
749648	Ribeirão dos Macacos	9	81	150,8	1.417	9,4	9,7	1.629	168,5	160,5	3.046	19,0
749649	Ribeirão do Cipó	9	81	164,5	567	3,4	2,8	592	208,4	167,3	1.159	6,9
749651	Rio Paraopeba	9	73	622,1	2.841	4,6	11,7	3.564	304,3	633,8	6.405	10,1
749652	Ribeirão Cova d'Anta	9	67	203,2	2.280	11,2	9,9	5.298	533,4	213,2	7.578	35,5
749653	Rio Paraopeba	9	73	208,2	1.220	5,9	10,5	955	90,9	218,7	2.175	9,9
749654	Ribeirão Grande	9	81	336,7	2.168	6,4	64,6	40.261	623,2	401,3	42.430	105,7
749655	Rio Paraopeba	9	81	203,5	1.913	9,4	31,0	7.528	242,8	234,5	9.441	40,3
749656	Ribeirão Serra Azul	9	77	359,9	4.387	12,2	85,3	46.628	546,8	445,2	51.014	114,6
749657	Rio Paraopeba	9	61	27,4	581	21,2	47,8	12.545	262,4	75,2	13.126	174,6
749658	Rio Betim	9	81	66,4	2.163	32,6	177,5	465.054	2.620,1	243,8	467.216	1.916,0
749659	Rio Paraopeba	9	79	231,4	11.282	48,8	197,3	307.065	1.556,3	428,7	318.347	742,6
749661	Rio Manso	9	59	42,1	106	2,5	6,8	5.860	863,9	48,9	5.965	122,1
749662	Rio Veloso	9	81	204,7	2.893	14,1	8,3	7.286	881,8	213,0	10.179	47,8
749663	Rio Manso	9	77	116,5	822	7,1	3,0	1.745	589,2	119,5	2.567	21,5
749664	Córrego Barreiro	9	69	29,4	187	6,3	-	-	-	29,4	187	6,3
749665	Rio Manso	1	1	0,6	66	112,9	-	-	-	0,6	66	112,9
749666	Córrego do Baú	9	79	64,0	656	10,2	-	-	-	64,0	656	10,2
749667	Rio Manso	9	59	19,5	409	21,0	-	-	-	19,5	409	21,0
749668	Córrego Cachoeira	9	69	69,5	743	10,7	-	-	-	69,5	743	10,7
749669	Rio Manso	9	73	107,5	1.094	10,2	2,3	2.979	1.302,3	109,8	4.073	37,1
749671	Rio Manso	3	3	0,3	5	17,1	0,3	723	2.647,4	0,6	728	1.284,9
749672	Ribeirão Águas Claras	9	81	172,7	2.190	12,7	9,6	6.488	679,4	182,3	8.678	47,6
749673	Rio Paraopeba	9	73	452,8	5.018	11,1	47,5	17.910	377,3	500,3	22.927	45,8
749674	Rio Macaúbas	9	81	470,0	4.546	9,7	7,3	2.411	329,8	477,4	6.957	14,6
749675	Rio Paraopeba	9	73	115,1	2.109	18,3	7,1	1.360	190,4	122,2	3.469	28,4
749676	Ribeirão Cordeiros	9	81	147,2	2.253	15,3	0,8	113	142,4	148,0	2.366	16,0
749677	Rio Paraopeba	9	75	123,0	1.685	13,7	7,9	3.611	456,9	130,9	5.296	40,5

N6	Nome do Rio	N° de Ottobacias		Rural			Urbano			Total		
		N7	N8	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)	Área (km²)	População 2010 (hab.)	Densidade (hab./km²)
749678	Ribeirão dos Paivas ou Pedra	9	81	159,0	1.323	8,3	2,0	349	174,9	161,0	1.672	10,4
749679	Rio Paraopeba	9	81	120,9	1.044	8,6	6,0	1.029	172,6	126,9	2.073	16,3
749681	Ribeirão São José da Ponte Nova	9	69	71,9	368	5,1	7,4	1.249	169,6	79,3	1.617	20,4
749682	Ribeirão Caiuaba de Cima	9	79	216,6	2.258	10,4	-	-	-	216,6	2.258	10,4
749683	Rio Brumado	9	55	22,8	181	7,9	-	-	-	22,8	181	7,9
749684	Rio Camapuã	9	81	291,4	2.712	9,3	2,6	472	182,5	293,9	3.184	10,8
749685	Rio Paraopeba	9	67	131,3	1.486	11,3	4,7	9.407	2.015,9	136,0	10.892	80,1
749686	Rio Brumado	9	81	164,1	1.134	6,9	0,5	1.253	2.322,8	164,6	2.387	14,5
749687	Rio Paraopeba	9	39	9,6	37	3,9	-	-	-	9,6	37	3,9
749688	Ribeirão São José da Ponte Nova	9	63	58,2	242	4,2	-	-	-	58,2	242	4,2
749689	Rio Paraopeba	9	75	124,7	600	4,8	-	-	-	124,7	600	4,8
749691	Rio Paraopeba	9	59	30,5	233	7,6	7,1	719	101,8	37,5	951	25,4
749692	Rio Paraopeba	9	79	576,7	4.190	7,3	23,0	10.836	471,2	599,7	15.025	25,1
749693	Ribeirão dos Paulos	9	69	19,9	82	4,1	33,2	10.853	327,2	53,1	10.935	206,0
749694	Córrego Santo Antônio ou Lagarto	9	75	5,8	210	36,5	39,0	9.979	255,6	44,8	10.189	227,4
749695	Rio Maranhão	9	61	59,5	377	6,3	31,9	21.973	689,1	91,4	22.350	244,5
749696	Ribeirão Soledade	9	69	168,3	2.261	13,4	77,3	32.596	421,4	245,6	34.857	141,9
749697	Rio Maranhão	9	55	25,5	413	16,2	6,0	2.974	496,9	31,5	3.387	107,6
749698	Ribeirão Bananeiras	9	73	44,6	489	11,0	54,5	54.181	994,4	99,1	54.670	551,9
749699	Rio Ventura Luís	9	73	128,7	3.428	26,6	25,8	55.994	2.172,5	154,5	59.422	384,6
Total Geral		599	4.249	10.920,5	92.679	8,5	1.109,7	1.207.812	1.088,4	12.030,2	1.300.491	108,1

FONTE: COBRAPE, 2018.

A dimensão hidrológica será utilizada como unidade para todas as informações que têm caráter de bacia hidrográfica, como as disponibilidades hídricas.

As células utilizadas no PDRH - Paraopeba foram determinadas a partir do cruzamento dos perímetros de 4.249 ottobacias de nível 8 em que foi dividida a bacia hidrográfica, com os perímetros dos 2.262 setores censitários definidos pelo censo de 2010 agrupados em função do tipo urbano ou rural, resultando em 11.477 células de análise mostradas na Figura 2.3.

O Quadro 2.3 a seguir mostra algumas estatísticas dessas células com os atributos de usos do solo agregados por sub-bacias. A utilização da escala dos dados em células de análise permite sua agregação da maneira que for conveniente.

A utilização desses elementos permite uma avaliação detalhada dos principais fatores de influência visto que são unidades mínimas de espacialização. A Bacia do Paraopeba totaliza 11.477 células de análise, as quais estão mostradas na Figura 2.3.

Quadro 2.3 - Estatísticas das células de análise

Sub-bacias	Declividade Média (°)	Área (km²)									
		Agricultura	Agricultura ou Pastagem	Infraestrutura Urbana	Corpos d'água	Vegetação Campestre	Pastagem	Florestas Plantadas	Áreas não vegetadas	Formações Florestais	Formações Savânicas
Alto	12,92	5,59	1612,54	86,88	5,45	2,21	1316,32	59,58	0,00	539,47	1,20
Médio	9,99	2,54	1280,30	248,35	28,28	14,38	2012,44	27,33	19,37	1462,86	1,33
Baixo	5,55	11,68	527,07	15,97	32,91	198,56	1340,01	398,92	0,29	666,88	110,66
Total Geral		19,81	3419,91	351,20	66,64	215,15	4668,77	485,84	19,66	2669,21	113,18

Obs: Estatísticas baseadas no mapa de uso de ocupação do solo apresentado no RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba – Tomo I.

FONTE: COBRAPE, 2018.

45°0'0"O

44°0'0"O

Células de Análise

19°0'0"S

19°0'0"S

20°0'0"S

20°0'0"S

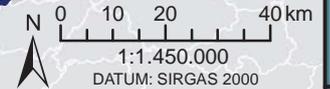
21°0'0"S

21°0'0"S



45°0'0"O

44°0'0"O



Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

2.4. Análise Prospectiva

Como já foi mencionada, a função do exercício de prospecção é produzir estimativas do comportamento futuro das demandas e das disponibilidades dos recursos hídricos locais, tanto no que tange ao consumo e abastecimento de água (balanço quantitativo) como na capacidade de diluição dos efluentes gerados, mesmo depois de tratados (balanço qualitativo). A prospecção, ao analisar as possíveis condições futuras desses balanços, pode também identificar conflitos potenciais a que os sistemas de gestão de recursos hídricos poderão vir a estarem sujeitos.

Os estudos prospectivos que se utilizam de cenários, por força da prática adotada em grande parte dos Planos de Bacias, costumam dividi-los em dois grandes grupos: os Cenários Tendenciais e os Cenários Alternativos. Os cenários tendenciais geralmente articulam extrapolações estatísticas simples, que são como extensões para o futuro do comportamento passado das variáveis de demandas, procurando caracterizar uma imaginada situação futura que viria a ocorrer caso nada que alterasse as tendências atuais ocorresse nessa trajetória.

Os cenários tendenciais, portanto, podem ser considerados como uma “visão míope” do futuro e do passado. Por um lado, porque não incorporam qualquer novidade no horizonte do plano e por outro não reconhecem que a trajetória histórica que desembocou no presente foi construída com fatos que não eram previsíveis no seu tempo, ou seja, novidades.

No entanto, os cenários tendenciais são muito úteis ao evidenciar os limites da percepção local, e focada no presente, ao fornecer uma referência que permite aos sistemas de gestão dar o próximo passo. Nesse sentido, as projeções operacionais são sempre tendenciais e de curto prazo, por mais que se estendam em horizontes distantes. Os cenários tendenciais servem também como referência, ou pano de fundo, contra o qual serão comparadas outras tendências, menos evidentes e ainda não consolidadas, para que possam ser avaliadas em seus impactos sobre a atual estrutura dos sistemas de gestão.

Já os cenários alternativos articulam os chamados “fatores de grande incerteza e motricidade”, que são alterações nas trajetórias “tendenciais” das variáveis sobre as quais os sistemas de gestão não exercem controle, ou que não existam instrumentos previstos no arcabouço da legislação de recursos hídricos para controlá-los. São exemplos os grandes investimentos públicos e privados na infraestrutura produtiva de uma região. Estes nem

sempre são previsíveis⁴, geram muitos postos de trabalho, impactando o ritmo de crescimento populacional e, por conseguinte, as demandas sobre os recursos hídricos, qualitativas e quantitativas. Outro exemplo são as variações climáticas que podem alterar o regime hidrológico regional, impactando os balanços hídricos pelo lado da disponibilidade.

Ao contrário dos cenários tendenciais, os cenários alternativos articulam o imprevisível, descolando o foco do planejamento da percepção da conjuntura presente. Se os primeiros são visões míopes do futuro, os segundos são utopias – ou distopias. Os cenários alternativos são úteis aos sistemas de gestão, pois evidenciam situações que podem representar desafios à estrutura dos atuais sistemas de gestão, sinalizando possíveis mudanças de objetivos, de prioridades ou de meios.

2.5. Cenários Tendenciais

2.5.1. Evolução Demográfica

A trajetória de evolução das populações na bacia hidrográfica é um dos principais focos dos cenários, uma vez que essa variável traduz aspectos da maior importância para o Plano. Seja com relação à previsão das demandas de água para abastecimento público ou das cargas orgânicas geradas, seja pela localização dessa população, os impactos sobre os sistemas de saneamento e os riscos associados a eventos críticos dependem das projeções populacionais definidas nos estudos prospectivos.

A ocupação da bacia do rio Paraopeba iniciou-se nas últimas décadas do século XVII, incentivada, principalmente pela atividade minerária. A descoberta de ouro na região motivou a ocupação do alto e médio trecho da bacia, nos municípios de Ouro Preto, Tiradentes e Congonhas.

A cidade de Ouro Preto, apesar de não se situar na bacia do rio Paraopeba (situa-se na vizinha bacia do rio das Velhas), foi um dos principais focos de atração populacional durante o “ciclo do ouro”, desde o final do século 17 até meados do século 18 e demonstra claramente o padrão de ocupação histórico da região. A cidade chegou a ser a mais populosa da América Latina, contando com cerca de 40 mil pessoas em 1730 e, décadas após, 80 mil. Àquela época, a população de Nova York era de menos da metade desse número de habitantes e a população de São Paulo não ultrapassava 8 mil habitantes. Atualmente o município de Ouro Preto (que tem parte do seu território na bacia) tem pouco

⁴ Investimentos privados vagam ao sabor dos ventos do mercado internacional, das taxas de câmbio e das políticas de incentivo, enquanto que promessas de campanha eleitoral possuem uma estranha porém recorrente tendência de não se realizar. Assim como vem, vão embora.

mais de 70 mil habitantes (IBGE, Censo 2010) e uma vista da área urbana da mesma pode ser observada na Figura 2.4.

Figura 2.4 - Vista da Área Urbana de Ouro Preto



FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

Com a decadência da mineração, o crescimento populacional na região estagnou-se e a agropecuária se tornou uma das atividades mais importantes na bacia, utilizando o rio Paraopeba como meio de transporte principalmente nos trechos médio e baixo da bacia. Na segunda metade do século 19, com a fundação de Belo Horizonte, e com a construção da estrada de ferro Dom Pedro II (e depois Ferrovia do Centro e mais tarde Central do Brasil) conectando as províncias de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais há um novo surto de povoamento, com o surgimento dos primeiros polos de industrialização na região. Em 1883 a ferrovia alcança a cidade de Queluz de Minas (hoje Conselheiro Lafaiete, no médio Paraopeba), e em 1895 chegava a Belo Horizonte e bifurcando para Sete Lagoas. No início do século 20, em 1905, os trilhos chegavam a Curvelo.

A partir da segunda metade do século XX ocorreu o desenvolvimento acelerado da região do chamado “Quadrilátero Ferrífero”, no alto e médio Paraopeba, tanto da indústria como da mineração, promovendo um crescimento populacional acelerado em torno da cidade de Belo Horizonte fazendo surgir a Região Metropolitana de Belo Horizonte e que somava mais de 4

milhões de habitantes no censo de 2010. Alguns municípios vieram a se tornar polos microrregionais, como Conselheiro Lafaiete, Contagem e Betim.

A dinâmica populacional dos últimos 20 anos não apresenta quaisquer sinais evidentes de grandes transformações em suas tendências no horizonte deste Plano, e deve continuar refletindo os movimentos e tendências da indústria mineral, siderúrgica e automotiva no Alto e Médio Paraopeba, bem como uma desaceleração populacional, e mesmo uma retração, no Baixo. Sendo assim, as projeções populacionais adotaram os dados dos três últimos censos nos municípios que possuem algum território na bacia do rio Paraopeba. Foram definidas duas “projeções tendenciais”, recebendo essa denominação uma vez que simplesmente extrapolam as taxas de crescimento médio anual observadas entre os censos:

- Projeção populacional municipal de longo prazo, utilizando as taxas anuais médias de crescimento entre os censos de 1991 e 2010;
- Projeção populacional municipal de curto prazo, utilizando as taxas anuais médias de crescimento entre os censos de 2000 e 200.

Segundo essas projeções tendenciais, a população na bacia do rio Paraopeba, que em 2010 era estimada em 1.300.491 habitantes, poderia vir a se situar entre 2.356.776 habitantes (projeção de longo prazo) e 1.991.259 habitantes (projeção de curto prazo) em 2040. Isso significa que a população na bacia poderá vir a dobrar até o horizonte do Plano e que mais de 96% estará situada nas microrregiões de Belo Horizonte (RMBH, principalmente nos municípios de Betim, Contagem e Ibirité) e Conselheiro Lafaiete.

O Quadro 2.4 abaixo mostra essas projeções e as densidades populacionais municipais médias correspondentes por município com área na bacia e por microrregião. A escala entre o vermelho e o azul auxiliam na identificação e comparação entre as taxas de crescimento.

Quadro 2.4 - Projeções populacionais (horizonte 2040)

Microrregião	Nome do Município	Área do Município (km²)	Área do Município na Bacia (km²)	População 1996 (hab.)	População 2000 (hab.)	População 2010 (hab.)	Densidade Populacional 2010 (hab./km²)	População 2010 na Bacia (hab.)	Densidade Populacional 2010 na Bacia (hab./km²)	Taxa Anual Média 1996-2010	Taxa Anual Média 2000-2010	Projeção da População 2040 (Longo Prazo)	Projeção da População 2040 (Curto Prazo)
Belo Horizonte	Belo Horizonte	331,9	0,13	2.091.448	2.238.526	2.375.444	7.157,11	260	1.983,03	0,91%	0,60%	321	298
	Contagem	195,2	110,38	492.350	538.017	603.048	3.089,39	173.859	1.575,14	1,46%	1,15%	242.603	226.035
	Betim	346,8	342,47	249.451	306.675	377.547	1.088,66	377.228	1.101,50	3,00%	2,10%	745.238	608.524
	Ribeirão das Neves	154,6	0,11	197.025	246.846	296.376	1.917,05	115	1.015,61	2,96%	1,85%	225	175
	Ibirité	73,3	71,6	106.781	133.044	159.026	2.169,52	151.981	2.122,66	2,89%	1,80%	292.389	229.075
	Nova Lima	429,7	0,29	56.960	64.387	81.162	188,88	227	783,61	2,56%	2,34%	406	386
	Esmeraldas	912,3	842,04	33.934	47.090	60.153	65,94	46.058	54,7	4,17%	2,48%	117.966	80.884
	Igarapé	110,3	110,26	17.903	24.838	34.879	316,22	34.851	316,07	4,88%	3,45%	104.244	76.093
	Brumadinho	634,3	635,76	24.336	26.614	34.013	53,62	33.520	52,73	2,42%	2,48%	58.100	58.931
	Mateus Leme	303,4	302,51	20.720	24.144	27.856	91,81	27.855	92,08	2,14%	1,44%	45.296	38.704
	Sarzedo	62,1	62,13	12.577	17.274	25.798	415,43	25.814	415,45	5,27%	4,09%	84.031	64.938
	São Joaquim de Bicas	72,7	71,56	13.160	18.152	25.619	352,39	25.537	356,87	4,87%	3,51%	76.288	56.407
	Juatuba	97,1	99,54	12.306	16.389	22.221	228,85	22.202	223,04	4,31%	3,09%	58.617	44.718
	Mário Campos	35,3	35,2	7.269	10.535	13.214	374,33	13.192	374,81	4,36%	2,29%	35.215	22.214
	Sete Lagoas	539	176,96	167.340	184.871	214.071	397,16	6.224	35,17	1,77%	1,48%	9.328	8.721
	Matozinhos	253,6	0,01	26.722	30.164	32.973	130,02	0	6,52	1,51%	0,89%	0	0
	Paraopeba	627	540,91	18.623	20.383	22.571	36	22.272	41,18	1,38%	1,02%	30.545	28.159
Papagaio	554,4	442,7	12.817	12.472	14.171	25,56	4.409	9,96	0,72%	1,29%	5.200	5.915	
Caetanópolis	156,7	156,04	7.587	8.571	10.227	65,26	10.218	65,48	2,16%	1,78%	16.688	15.340	
Capim Branco	94,5	0,05	7.070	7.900	8.880	93,97	0	3,22	1,64%	1,18%	0	0	
Cordisburgo	825,7	0,02	8.865	8.522	8.667	10,5	0	2,51	-0,16%	0,17%	0	0	
Maravilhas	261,2	179,22	6.066	6.232	7.156	27,4	5.773	32,21	1,19%	1,39%	7.574	7.934	
Inhaúma	245,1	245	4.688	5.195	5.781	23,59	5.760	23,51	1,51%	1,07%	8.127	7.365	
Pequi	204,7	203,07	3.485	3.717	4.075	19,91	4.073	20,06	1,12%	0,92%	5.266	5.032	
Cachoeira da Prata	61,4	61,38	3.713	3.780	3.654	59,51	3.654	59,53	-0,11%	-0,34%	3.559	3.380	
Fortuna de Minas	198,7	198,71	2.283	2.437	2.701	13,59	2.705	13,61	1,21%	1,03%	3.566	3.427	
Conselheiro Lafaiete	371,3	359,17	94.538	102.836	116.527	313,84	116.418	324,13	1,50%	1,26%	164.143	155.191	
Congonhas	306,4	303,22	38.767	41.256	48.550	158,45	48.519	160,01	1,62%	1,64%	70.220	70.555	
Ouro Branco	260,6	150,14	29.783	30.383	35.260	135,3	33.544	223,41	1,21%	1,50%	44.264	47.240	
Entre Rios de Minas	464,1	456,41	12.838	13.114	14.262	30,73	14.240	31,2	0,75%	0,84%	16.926	17.271	
Desterro de Entre Rios	371,2	204,17	6.781	6.807	7.002	18,86	1.843	9,03	0,23%	0,28%	1.943	1.967	
Itaverava	283,6	16,97	6.579	6.388	5.798	20,44	210	12,36	-0,90%	-0,96%	170	168	
Cristiano Ottoni	133,2	122,6	4.632	4.905	5.007	37,59	4.927	40,19	0,56%	0,21%	5.600	5.166	
Santana dos Montes	197	0,01	4.043	3.944	3.822	19,4	0	2,07	-0,40%	-0,31%	0	0	

Microrregião	Nome do Município	Área do Município (km²)		População 1996 (hab.)	População 2000 (hab.)	População 2010 (hab.)	Densidade Populacional 2010 (hab./km²)	População 2010 na Bacia (hab.)	Densidade Populacional 2010 na Bacia (hab./km²)	Taxa Anual Média 1996-2010	Taxa Anual Média 2000-2010	Projeção da População 2040 (Longo Prazo)	Projeção da População 2040 (Curto Prazo)
		Município	Bacia										
	São Brás do Suaçuí	110,7	110,02	3.229	3.282	3.512	31,73	3.513	31,93	0,60%	0,68%	4.033	4.105
	Casa Grande	158,4	145,39	2.176	2.264	2.242	14,15	2.133	14,67	0,21%	-0,10%	2.241	2.086
	Queluzito	153,5	153,56	1.893	1.791	1.866	12,16	1.861	12,12	-0,10%	0,41%	1.818	2.045
Pará de Minas	Pará de Minas	552,6	172,98	68.585	73.007	84.252	152,46	4.309	24,91	1,48%	1,44%	6.042	5.991
	Florestal	194,9	183,07	5.363	5.647	6.603	33,88	6.541	35,73	1,50%	1,58%	9.206	9.373
	São José da Varginha	205,7	205,33	2.960	3.225	4.201	20,42	4.196	20,44	2,53%	2,68%	7.459	7.708
Curvelo	Onça de Pitangui	247,8	2,24	2.748	2.985	3.197	12,9	19	8,31	1,09%	0,69%	24	22
	Curvelo	3.306,10	1.210,95	63.467	67.512	74.184	22,44	5.998	4,95	1,12%	0,95%	7.751	7.450
	Felixlândia	1.558,20	211,96	12.010	12.784	14.121	9,06	331	1,56	1,16%	1,00%	432	417
Divinópolis	Morro da Garça	415,3	0,09	2.952	2.960	2.661	6,41	0	1,86	-0,74%	-1,06%	0	0
	Itaúna	497,3	58,74	70.919	76.862	85.396	171,72	565	9,62	1,34%	1,06%	766	720
Ouro Preto	Ouro Preto	1.248,60	63,7	61.633	66.277	70.227	56,24	375	5,89	0,94%	0,58%	465	429
	Itaguara	411,9	1,85	11.225	11.302	12.371	30,03	15	7,98	0,70%	0,91%	17	18
Itaguara	Itatiauçu	295,9	153,64	8.243	8.517	9.938	33,59	8.650	56,3	1,34%	1,55%	11.761	12.336
	Belo Vale	366,5	365,29	6.955	7.429	7.536	20,56	7.530	20,61	0,57%	0,14%	8.591	7.782
	Bonfim	309,7	301,87	7.206	6.866	6.816	22,01	6.818	22,59	-0,40%	-0,07%	6.222	6.704
Três Marias	Jeceaba	236,3	236,25	6.054	6.109	5.396	22,84	5.395	22,84	-0,82%	-1,23%	4.466	4.055
	Rio Manso	232,8	231,42	4.276	4.646	5.267	22,62	5.275	22,79	1,50%	1,26%	7.429	7.039
	Crucilândia	167	166,86	4.294	4.477	4.749	28,44	4.753	28,49	0,72%	0,59%	5.609	5.444
Barbacena	Moeda	154,7	151,81	4.201	4.469	4.700	30,38	4.636	30,54	0,80%	0,51%	5.575	5.206
	Piedade dos Gerais	261,4	259,39	4.037	4.274	4.645	17,77	4.638	17,88	1,01%	0,84%	5.840	5.616
	Pompéu	2.565,50	714,96	23.250	26.089	29.083	11,34	1.468	2,05	1,61%	1,09%	2.120	1.884
São João Del Rei	Carandá	487,7	0,78	20.307	21.057	23.341	47,86	28	35,73	1,00%	1,04%	35	35
	Caranaíba	160,5	0,03	3.587	3.478	3.288	20,49	0	10,92	-0,62%	-0,56%	0	0
	Lagoa Dourada	479,3	293,54	10.862	11.486	12.267	25,59	3.466	11,81	0,87%	0,66%	4.233	4.032
Oliveira	Resende Costa	633,3	131,01	9.783	10.336	10.918	17,24	462	3,52	0,79%	0,55%	553	524
	Piracema	281,1	2,7	6.306	6.509	6.406	22,79	25	9,36	0,11%	-0,16%	26	24
Total Geral		25.861,10	12.030,15	4.231.961	4.672.048	5.206.694	201,33	1.300.491	108,1	1,39%	1,08%	2.356.776	1.991.259

FONTE: COBRAPE, 2018.

2.5.2. Evolução das Atividades Produtivas e Mudanças no Uso do Solo

A bacia do rio Paraopeba abriga uma intensa atividade produtiva que reflete tanto as suas origens no setor mineral como a modernização industrial já no final do século 19, quanto o surgimento da RMBH no século 20. Mais recentemente surge também a agricultura moderna com incorporação de tecnologia (pivôs de irrigação) e o setor agroindustrial. Essas atividades se destacam como as que se utilizam intensamente de recursos hídricos a bacia, juntamente com o setor de saneamento (abastecimento de água) tanto para as populações locais, mas também com a transposição de vazões para a RMBH.

2.5.2.1. Industrial

Embora seja de praxe que se classifique de forma genérica os consumidores do setor industrial, aqui se procurou diferenciar a evolução de três componentes do setor industrial a partir de uma inspeção detalhada do banco de dados de outorgas e da segregação das demandas correspondentes, tratando de forma diferenciada também a sua projeção de evolução associando-os a variáveis distintas.

O primeiro componente do setor industrial, que foi chamado de “industrial convencional” é aquele associado à dinâmica urbana ou regional e está predominantemente localizado no Alto e Médio Paraopeba. Considerou-se aqui que este segmento seguiria a ritmo de crescimento populacional de curto e de longo prazo das microrregiões em que se inserem (e não dos municípios), apresentado no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 - Taxas de projeção tendencial da indústria

Microrregião	População 1996 (hab.)	População 2000 (hab.)	População 2010 (hab.)	Taxa Média Anual (1996-2010)	Taxa Média Anual (2000-2010)
Barbacena	197.950	205.714	222.054	0,82%	0,77%
Belo Horizonte	3.803.249	4.259.163	4.772.563	1,63%	1,14%
Conselheiro Lafaiete	208.638	220.258	247.310	1,22%	1,17%
Curvelo	138.309	143.703	150.661	0,61%	0,47%
Divinópolis	356.012	391.895	483.524	2,21%	2,12%
Itaguara	56.491	58.089	61.418	0,60%	0,56%
Oliveira	115.522	119.448	125.997	0,62%	0,54%
Ouro Preto	141.052	154.860	173.738	1,50%	1,16%
Pará de Minas	101.822	107.133	123.592	1,39%	1,44%
São João Del Rei	160.541	171.184	182.700	0,93%	0,65%

Microrregião	População 1996 (hab.)	População 2000 (hab.)	População 2010 (hab.)	Taxa Média Anual (1996-2010)	Taxa Média Anual (2000-2010)
Sete Lagoas	325.965	353.330	400.704	1,49%	1,27%
Três Marias	85.440	88.628	96.831	0,90%	0,89%
Total Geral	5.690.991	6.273.405	7.041.092	1,53%	1,16%

FONTE: COBRAPE, 2018.

O segundo segmento industrial seria aquele associado à mineração e siderurgia e está relativamente distribuído pela bacia com alguma concentração no Médio Paraopeba, principalmente nas lavras de minério de ferro localizadas no Quadrilátero Ferrífero. Considerou-se que a trajetória deste segmento segue as tendências do setor de mineração, cujas hipóteses de crescimento são discutidas mais adiante, numa seção específica.

2.5.2.2. *Agricultura, Pecuária e Agroindústria*

O terceiro segmento industrial de importância é o da agroindústria, que naturalmente se articula com atividades de agricultura e pecuária e que apresenta impactos significativos sobre a demanda de recursos hídricos e sobre a qualidade da água na bacia. A agropecuária é uma prática que ocorre em toda a bacia, nos trechos baixos no Alto e Médio Paraopeba, e em todo o Baixo Paraopeba. Se no Alto e Médio Paraopeba ela tradicionalmente vinha se caracterizando por pequenas e médias propriedades com baixo investimento tecnológico, com reduzida capacidade de reprodução, hoje já se nota a expansão dos cítricos e do rebanho confinado (aves e suínos) e, principalmente no Baixo Paraopeba, da agricultura tecnologicamente mais avançada, com o estabelecimentos de pivôs de irrigação e sua infraestrutura associada (canais, dutos, reservatórios etc.).

Figura 2.5 - Pivô de Irrigação de Grama em Paraopeba

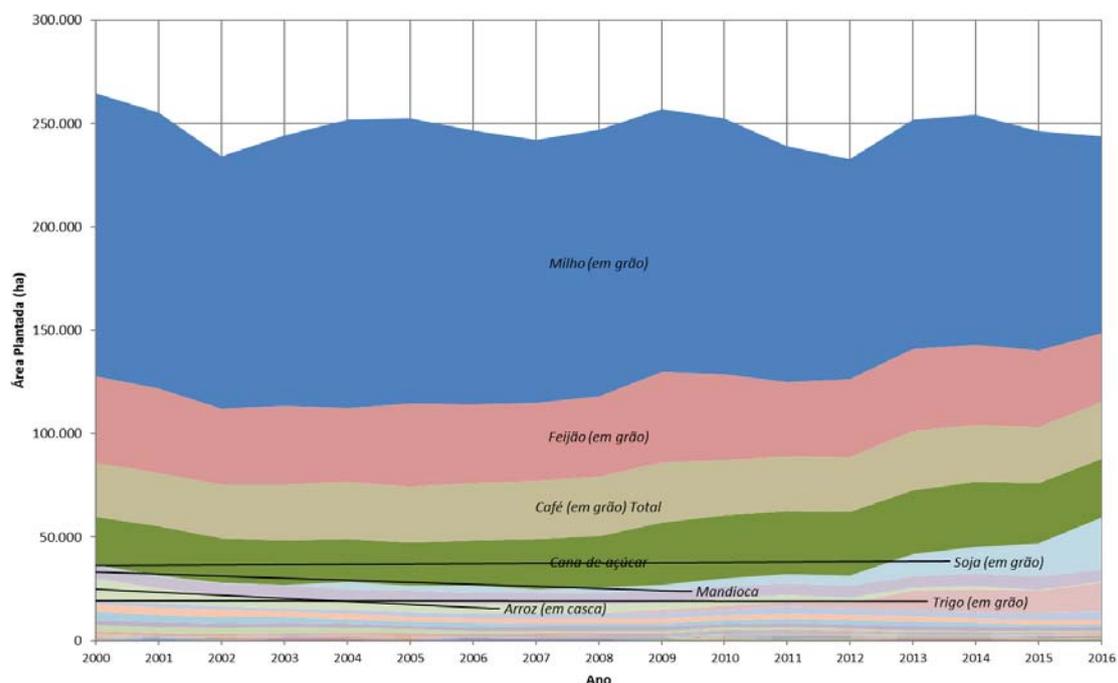


FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

Quando se observa a evolução histórica das áreas plantadas nas microrregiões com territórios municipais na bacia do rio Paraopeba nota-se uma estabilidade marcante. Observando a Figura 2.7 fica claro que neste século as áreas plantadas somam cerca de 250 mil hectares, ficando neste patamar com pequenas variações. Nota-se também uma tendência recente de decréscimo das lavouras de milho e cana, e de crescimento das áreas plantadas com soja e trigo, principalmente desde 2010.

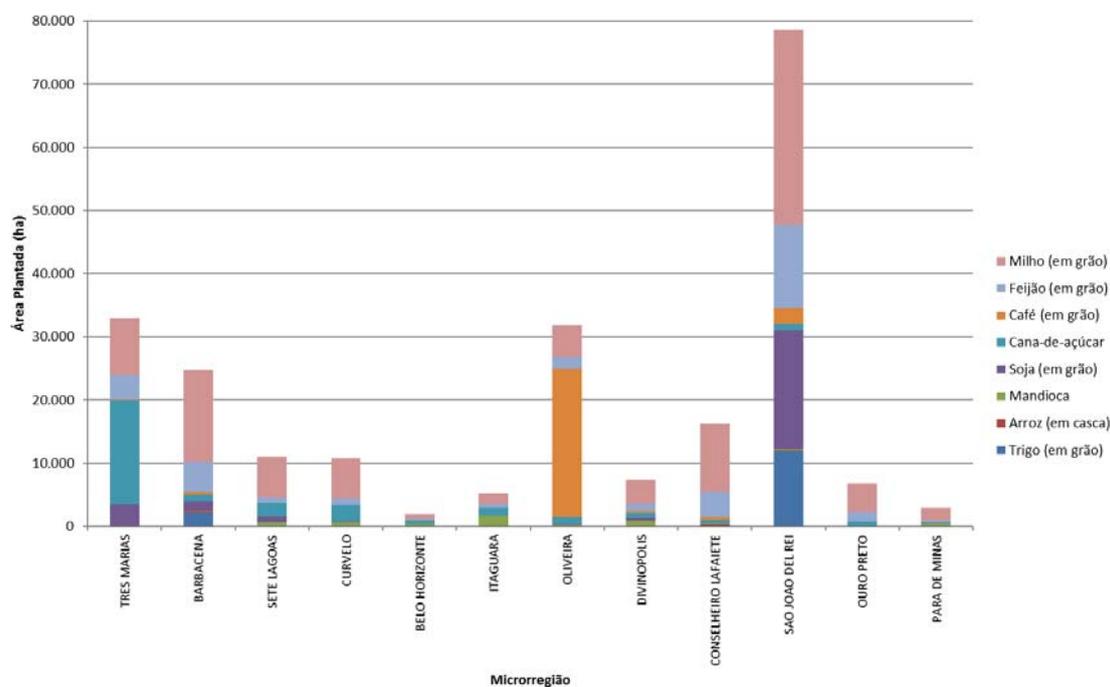
Destaca-se também a produção de café na microrregião de Oliveira, no Alto Paraopeba. As culturas de grãos, principalmente o milho, são importantes em todas as microrregiões da bacia, sendo que a soja e o trigo surgem nesta década com alguma intensidade na microrregião de São João del Rei, nos trechos do Alto Paraopeba, mas também em Três Marias, ao norte, no Baixo Paraopeba, como mostra a Figura 2.6.

Figura 2.6 - Evolução das Áreas Agrícolas e Culturas nas Microrregiões da bacia do Rio Paraopeba (2000-2016)



FONTE: Produção Agrícola Municipal, 2000 a 2016.

Figura 2.7 - Área plantada nas Microrregiões da Bacia do Paraopeba em 2016



FONTE: Produção Agrícola Municipal, 2000 a 2016.

As estimativas das demandas do setor agroindustrial e da agricultura foram feitas com base na evolução da área plantada nas microrregiões que englobam municípios com

área na bacia do rio Paraopeba. As séries históricas da área plantada por tipo de cultura em cada município foram obtidas da PAM – Pesquisa Agropecuária Municipal, IBGE, para o período de 2000 a 2017.

Foram determinadas duas taxas de crescimento para as projeções tendenciais, uma de curto prazo (2010 – 2016) e outra de longo prazo (2000 – 2016) aplicadas às demandas registradas nas categorias de agricultura e agroindústria. Esses valores estão mostrados no Quadro 2.6

Quadro 2.6 - Taxas de projeção tendencial da agroindústria e agricultura

Microrregião	Área Plantada (ha)					Taxa Média Anual (2000-2016)	Taxa Média Anual (2010-2016)
	2000	2005	2010	2015	2016		
Barbacena	22.836	29.069	26.672	27.652	27.197	1,10%	0,33%
Belo Horizonte	11.765	7.863	6.772	3.906	3.383	-7,49%	-10,92%
Conselheiro Lafaiete	31.328	21.097	23.148	16.708	17.475	-3,58%	-4,58%
Curvelo	25.623	23.650	23.665	16.065	11.509	-4,88%	-11,32%
Divinópolis	17.602	13.618	12.271	8.343	8.037	-4,78%	-6,81%
Itaguara	16.211	10.388	10.556	9.682	8.748	-3,78%	-3,08%
Oliveira	46.491	46.807	41.405	61.004	56.537	1,23%	5,33%
Ouro Preto	7.398	9.166	9.088	7.405	7.105	-0,25%	-4,02%
Pará de Minas	6.453	5.748	5.835	3.209	3.449	-3,84%	-8,39%
São João Del Rei	31.677	43.821	46.677	73.899	82.241	6,14%	9,90%
Sete Lagoas	21.856	19.628	18.437	15.814	12.282	-3,54%	-6,55%
Três Marias	25.290	21.821	27.876	29.750	33.678	1,81%	3,20%
Total Geral	264.530	252.676	252.402	273.437	271.641	0,17%	1,23%

FONTE: COBRAPE, 2018 com dados da Produção Agrícola Municipal, 2000 a 2016.

2.5.2.3. Pecuária

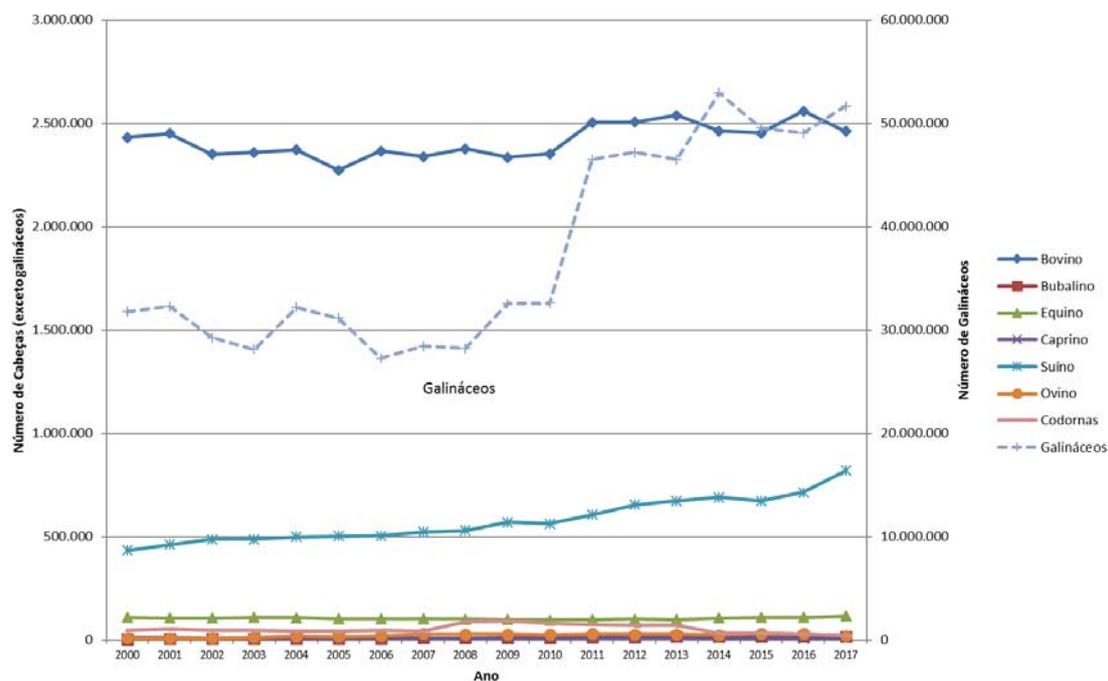
A tendência de evolução do setor da pecuária partiu da inspeção das séries históricas do rebanho existente nas microrregiões da bacia do rio Paraopeba, registradas pelo IBGE. (IBGE, 2018). O Quadro 2.7 mostra essas informações, que também estão apresentadas na Figura 2.8.

Quadro 2.7 - Séries históricas dos rebanhos nas microrregiões da Bacia do Rio Paraopeba (2000-2017)

Ano	N° de Cabeças									
	Bovinos	Bubalino	Equino	Caprino	Suíno	Ovino	Galináceos	Codornas		
2000	2.432.734	3.290	107.699	8.848	431.997	7.250	31.764.049	45.431		
2001	2.450.587	3.602	105.003	9.254	460.345	7.183	32.269.827	51.257		
2002	2.350.449	4.668	104.324	8.206	486.381	8.138	29.260.441	46.727		
2003	2.358.913	4.857	107.983	7.899	485.678	10.698	28.090.938	44.652		
2004	2.372.364	5.002	106.183	7.537	498.755	16.027	32.172.059	41.832		
2005	2.272.809	5.238	101.703	6.829	502.103	15.623	31.150.964	42.673		
2006	2.366.776	6.246	101.254	7.247	502.612	18.726	27.242.071	45.426		
2007	2.338.547	8.136	100.613	8.014	521.982	27.792	28.418.623	40.964		
2008	2.377.055	8.745	99.516	8.724	529.384	27.609	28.210.727	87.044		
2009	2.335.235	8.871	96.934	8.701	568.481	27.585	32.559.336	90.635		
2010	2.352.236	9.724	95.780	8.047	561.349	25.409	32.603.812	81.129		
2011	2.504.324	12.398	97.913	9.207	605.636	28.204	46.487.860	74.251		
2012	2.505.747	13.300	100.041	8.946	652.596	26.994	47.180.562	68.629		
2013	2.539.410	14.250	97.250	8.966	671.948	27.190	46.502.814	68.247		
2014	2.463.278	14.169	103.926	8.343	689.671	23.891	52.955.215	32.879		
2015	2.452.743	16.081	108.722	7.082	671.716	30.759	49.570.838	32.106		
2016	2.559.019	14.644	108.251	6.055	713.151	29.169	49.066.758	28.683		
2017	2.462.041	15.855	115.338	7.308	818.079	20.032	51.660.946	20.460		

FONTE: COBRAPE, 2018 com dados da Pesquisa da Pecuária Municipal, 2000 a 2017.

Figura 2.8 - Séries Históricas dos Rebanhos nas Microrregiões da Bacia do Rio Paraopeba (2000-2017)



FONTE: COBRAPE, 2018 com dados da Pesquisa da Pecuária Municipal, 2000 a 2017.

De acordo com essas séries históricas, percebe-se uma relativa estabilidade no rebanho em geral, com algumas exceções importantes. Enquanto que o número de cabeças de bovinos tem evoluído lentamente, situando-se em torno dos 2,5 milhões de cabeças em todas as microrregiões da bacia, o rebanho de suínos e galináceos tem apresentado uma aceleração marcante, principalmente na última década.

O número de galináceos ultrapassava os 50 milhões de cabeças e o de suínos já se aproxima de 1 milhão de cabeças em 2017. Essa tendência ressalta a tendência crescente dos rebanhos confinados e da agroindústria como um todo, o que se relaciona de algum modo com a já discutida evolução das lavouras de grãos (milho e soja) na bacia.

O impacto dessa evolução sobre os recursos hídricos tem diversas dimensões, desde o crescimento das demandas de água para dessedentação animal até a carga orgânica gerada pelo rebanho no pasto ou confinado. Ambas podem ser estimadas e projetadas em sua tendência a partir da determinação do BEDA – Bovino Equivalente para a Demanda de Água, que aqui foi decomposto em dois componentes: O BEDA referente ao rebanho de pasto (bovinos, bubalinos, equinos e caprinos) e o confinado (suínos, galináceos e codornas). O

Quadro 2.8 apresenta as taxas de projeção de curto prazo e de longo prazo para ambas as categorias de demandas.

Quadro 2.8 - Taxas de projeção tendencial da pecuária

Microrregião	BEDA - Pastagem (L/s)						BEDA - Confinado (L/s)					
	2000	2005	2010	2016	Taxa Média Anual (2000-2016)	Taxa Média Anual (2010-2016)	2000	2005	2010	2016	Taxa Média Anual (2000-2016)	Taxa Média Anual (2010-2016)
	Barbacena	944,96	736,68	805,77	1.085,97	0,87%	5,10%	4,21	3,07	3,05	13,40	7,50%
Belo Horizonte	1.282,41	1.235,92	1.165,20	1.051,77	-1,23%	-1,69%	32,62	12,37	9,38	8,94	-7,77%	-0,79%
Conselheiro Lafaiete	661,19	609,84	585,01	726,15	0,59%	3,67%	2,16	2,15	1,61	2,89	1,83%	10,25%
Curvelo	2.731,21	2.914,84	2.924,88	2.675,54	-0,13%	-1,47%	4,05	3,11	1,67	5,77	2,23%	22,89%
Divinópolis	2.201,34	2.051,40	2.091,51	2.594,72	1,03%	3,66%	20,90	26,56	27,36	46,97	5,19%	9,43%
Itaguara	738,39	610,71	690,90	824,56	0,69%	2,99%	2,56	2,36	1,75	1,35	-3,94%	-4,24%
Oliveira	1.539,56	1.427,18	1.427,73	1.724,70	0,71%	3,20%	4,57	7,00	6,90	9,18	4,46%	4,88%
Ouro Preto	199,43	248,69	267,62	295,13	2,48%	1,64%	0,87	1,01	1,10	2,82	7,63%	16,96%
Pará de Minas	802,61	827,61	855,39	931,63	0,94%	1,43%	33,07	49,36	59,45	71,38	4,93%	3,10%
São João Del Rei	1.542,22	1.031,12	1.190,59	1.507,96	-0,14%	4,02%	4,00	4,22	4,52	7,40	3,92%	8,55%
Sete Lagoas	2.561,53	2.388,47	2.462,19	2.431,77	-0,32%	-0,21%	11,53	14,42	18,79	21,96	4,11%	2,63%
Três Marias	2.328,20	2.327,28	2.504,99	2.663,28	0,84%	1,03%	2,98	4,58	4,86	4,06	1,96%	-2,95%
Total Geral	17.533,05	16.409,73	16.971,78	18.513,19	0,34%	1,46%	123,53	130,22	140,44	196,12	2,93%	5,72%

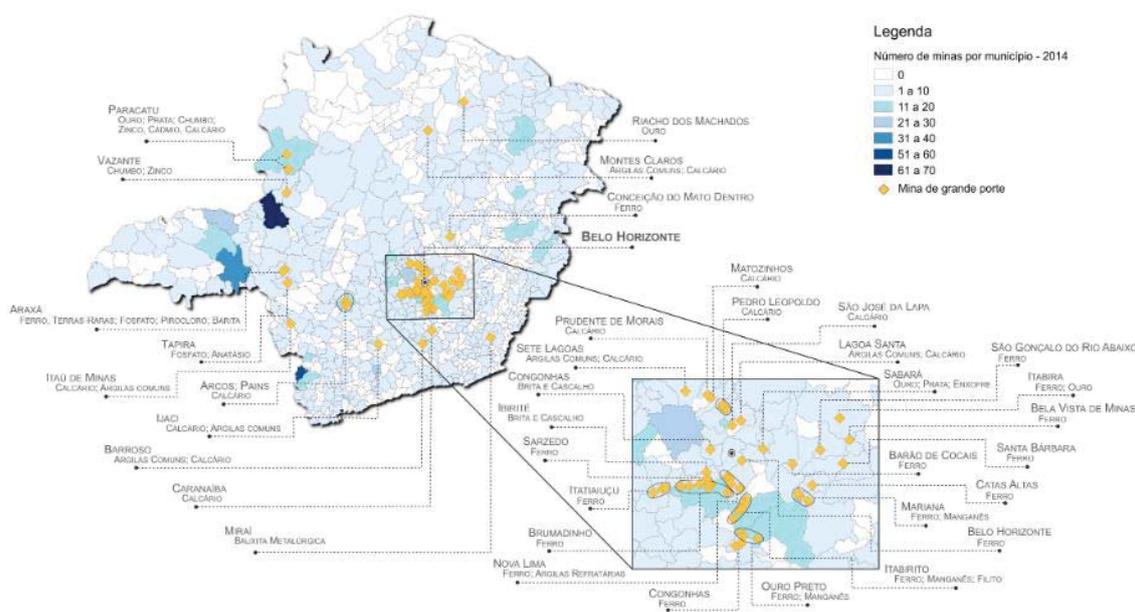
FONTE: COBRAPE, 2018 com dados da Pesquisa da Pecuária Municipal, 2000 a 2017.

2.5.2.4. Mineração

Em toda a Bacia do rio Paraopeba, mas com uma grande concentração no médio Paraopeba, a mineração é uma atividade produtiva da maior importância que caracteriza, em grande medida, a dinâmica econômica não só da bacia, mas também do Estado de Minas Gerais e até do Brasil em seu papel global de exportador de minérios. Embora o portfólio dos minerais explorados na bacia seja extenso, a produção de minério de ferro é, de longe, a atividade mineral de maior destaque, assim como as demandas de água e os impactos sobre o uso do solo e do subsolo, com rebatimentos importantes nos recursos hídricos.

O reflexo da atividade de mineração se manifesta não somente localizado dentro do “Quadrilátero Ferrífero”, nos trechos Médio e Alto da bacia, onde se situam as maiores e mais importantes lavras do ferro. Também no Baixo Paraopeba a exploração da ardósia, da areia e de outros minerais causam impactos significativos. A Figura 2.9 abaixo mostra a distribuição das minas por município em Minas Gerais.

Figura 2.9 - Distribuição das Minas por Município em Minas Gerais



FONTE: Anuário Mineral Estadual de Minas Gerais, 2010-2014⁵.

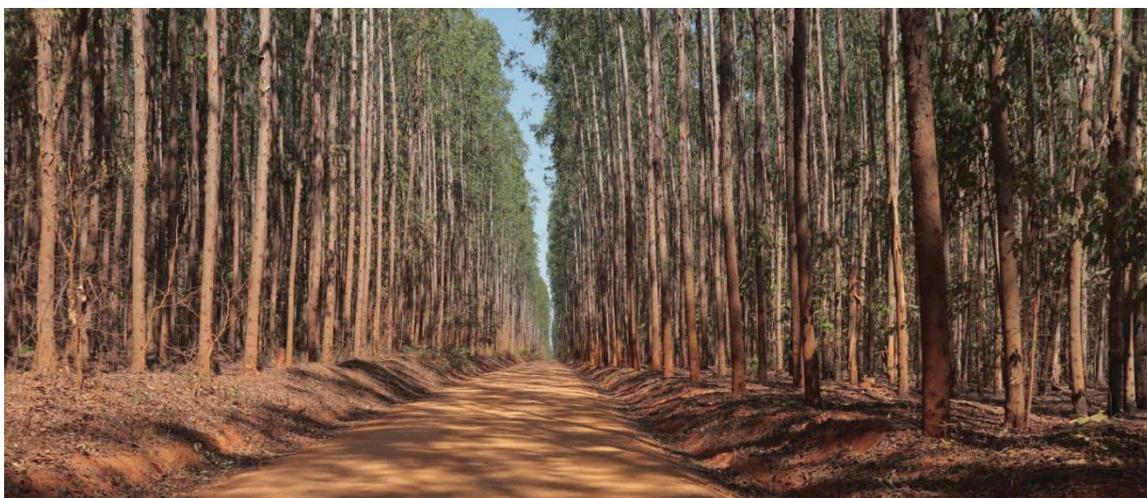
A atividade mineral do ferro vai além da extração do minério, se estendendo para um setor industrial associado de beneficiamento de parte do minério explorado, composto por siderúrgicas onde se produz o ferro gusa, o aço e outros subprodutos. O rebatimento dos impactos desse setor sobre os recursos hídricos são muitos e muito

⁵<http://www.anm.gov.br/dnprm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-minas-gerais-anos-base-2010-2014>:

variados. Vão desde os impactos diretos sobre as demandas de água das empresas até impactos indiretos, como a modificação da cobertura do solo relacionada com extensas áreas de florestas plantadas no trechos médio e baixo da bacia (principalmente eucalipto, como pode ser observado na Figura 2.10) para a produção de carvão vegetal (Figura 2.11 e Figura 2.12) como insumo para a produção do ferro gusa.

O setor também produz riscos significativos aos rios, aos ecossistemas aquáticos e às populações ribeirinhas. As barragens dos rejeitos da mineração merecem atenção constante, visto que acidentes ocorrem e suas consequências são devastadoras, como recentemente se viu em uma bacia vizinha à do Paraopeba, a do rio Doce.

Figura 2.10 - Plantação de Eucalipto no Baixo Paraopeba



FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

Figura 2.11 - Indústria de Carvão no Baixo Paraopeba



FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

Figura 2.12 - Caminhão com Carga de Carvão Vegetal na BR-040, em Ribeirão das Neves



FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

No seu papel de *player* global, a evolução da atividade mineral segue os desígnios do mercado globalizado fazendo com que seu ritmo de crescimento ou de retração, embora desassociado das dinâmicas econômicas ou populacionais locais na origem, as influenciam profundamente. Como consequência, a projeção das demandas de recursos hídricos desse setor se subordinam, em grande medida, às forças e dinâmicas do mercado internacional que são de difícil previsão.

Com base em relatórios incompletos da ANM – Agência Nacional de Mineração⁶ foi possível estimar o ritmo de crescimento da produção do minério de ferro bruto no Estado de Minas Gerais para os períodos de 1996 a 2008 e de 2010 a 2014. Uma vez que o minério de ferro é representativo das maiores demandas de água associadas ao setor de mineração na bacia do rio Paraopeba, e que aparentemente deve continuar assim, os estudos prospectivos consideraram que o ritmo tendencial de crescimento do setor seria representado pelas taxas médias anuais de crescimento da produção de ferro. Esses valores estão mostrados no Quadro 2.9.

⁶ <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-minas-gerais-anos-base-2010-2014>

Quadro 2.9 - Taxas de projeção tendencial da mineração

Projeção	Período	Taxas Médias Anuais de Evolução (produção bruta)	Fator de Evolução (2017-2040)
Curto Prazo	2014-2010	3,94%	2,43
Longo Prazo	1996-2008	5,15%	3,18

FONTE: COBRAPE, 2018.

Além dessa incerteza sobre a evolução futura dos mercados para a exportação mineral brasileira, há também os limites de exaustão das lavras em exploração e das prospecções sobre novas lavras. De acordo com notícias veiculadas em maio de 2018, a Vale informou à agência controladora das bolsas de valores dos Estados Unidos suas expectativas de exaustão das minas que operam no Brasil. O Quadro 2.10 apresenta as datas de exaustão previstas.⁷

Quadro 2.10 - Expectativas de exaustão das minas

Sistema	Tipo	Operando desde	Data de exaustão prevista ⁽¹⁾	Participação da Vale (%)
Sistema Sudeste				
Itabira	A céu aberto	1957	2028	100
Minas Centrais	A céu aberto	1994	2056	100
Mariana	A céu aberto	1976	2105	100
Sistema Sul				
Minas Itatibirito	A céu aberto	1942	2118	100
Vargem Grande	A céu aberto	1993	2054	100
Paraopeba	A céu aberto	2001	2034	100
Sistema Norte				
Serra Norte	A céu aberto	1984	2040	100
Serra Sul	A céu aberto	2016	2046	100
Serra Leste	A céu aberto	2014	2060	100

⁽¹⁾ Indica a vida útil da mina operacional, com a data de exaustão mais longa prevista no complexo.

FONTE: Relatório ao Mercado Internacional, Vale, 2018.

Segundo as notícias citadas acima, a Vale cita que as minas de Itabira que começaram a produzir em 1957 e ainda se encontram em operação, têm data prevista de exaustão em 2028, e que algumas das minas do “Sistema Sul” da Vale poderiam estar chegando ao fim ainda do horizonte deste Plano. Segundo a reportagem, a Vale

⁷ <https://www.defatoonline.com.br/ao-mercado-internacional-vale-preve-exaustao-das-minas-de-itabira-em-10-anos/> publicado em 01/06/2018.

deverá concentrar gradativamente suas atenções para as operações no norte do país (Sistema Norte).

Supondo que a desativação da mina de Itabira possa implicar numa intensificação, ainda que temporária, das minas do Sistema Sul, com algumas minas situadas na Bacia do rio Paraopeba, cabe analisar o seu possível impacto. Isso será feito a partir de simulações do potencial de expansão do setor mineral na bacia, a ser articulado pelos cenários alternativos.

Figura 2.13 - Mina de Ardósia no Município de Paraopeba, no Baixo Paraopeba



FONTE: Rodolpho Ramina, 2018.

2.6. Cenários Alternativos

Enquanto os cenários tendenciais fundamentam-se na premissa de que o comportamento no passado determina o futuro, os cenários alternativos têm por função definir situações futuras que possam ocorrer caso novas premissas, ou “hipóteses criativas”, que difiram das trajetórias inerciais do passado, venham a ocorrer.

Mas, uma vez que tais situações na realidade nunca ocorreram, a dificuldade desses cenários reside justamente no fato de que não há, essencialmente, registros sobre essa situação, portanto não há dados concretos e específicos em que basear suas projeções. Sob esse aspecto os cenários alternativos são especulações acerca do que

pode ocorrer no futuro. No caso da metodologia de prospecção aqui aplicada, isso significa que as trajetórias diferenciadas em relação aos cenários tendenciais devem ser baseadas em algum tipo de inferência racionalizável, como vetores de desenvolvimento e indicadores indiretos de crescimento populacional.

As tendências observadas na Bacia do rio Paraopeba e que abrigam o potencial de se transformar em fatores de grande motricidade econômica e populacionais foram relacionadas com as possíveis articulações de uso do solo, através das áreas de conservação, mineração e áreas críticas.

Por meio das articulações de cada uma dessas áreas, foram definidos cenários alternativos de uso e ocupação do solo, que correspondem a hipóteses adotadas em cada um dos cenários. Os diferentes mapas de uso e ocupação do solo associados aos cenários alternativos servem para determinar as áreas que cada atividade teria o potencial de ocupar, em algum horizonte futuro, que pode estar situado muito além do horizonte do Plano.

O potencial de cada atividade, em cada cenário alternativo, é então comparado com o crescimento tendencial (cenários e projeções tendenciais) de cada atividade permitindo uma avaliação do grau de restrição que as tendências observadas sofrerão em função de limites de área de expansão. Essa comparação é feita na escala de Ottobacias Nível 6, que compreende 73 Ottobacias.

2.6.1.1. *Restrição Ambiental*

A existência de áreas protegidas na bacia representa um indicador importante sobre a quantidade e qualidade do recurso hídrico da região. A manutenção das áreas de preservação permanente (APPs), por exemplo, garante que não haverá o assoreamento do leito principal do rio (não afetando na sua quantidade de água disponível) e atua como agente inibidor de poluição, uma vez que serve como barreira natural dos corpos hídricos.

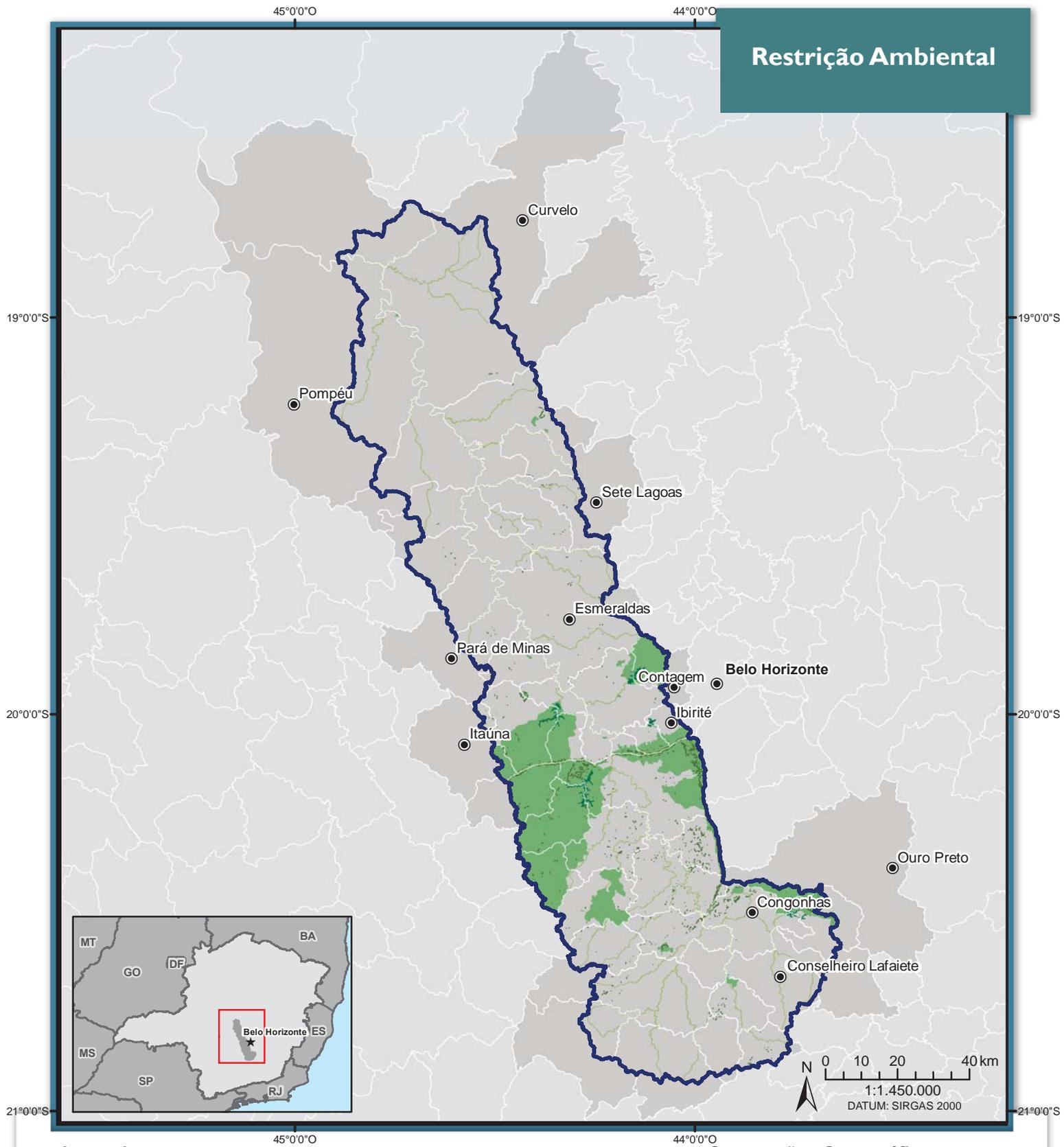
As Áreas de Proteção Ambiental são geralmente extensas, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

As Unidades de Conservação de proteção integral objetivam a manutenção dos ecossistemas, excluídas as alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. As de uso sustentável servem à

exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e demais características ecológicas, de forma socialmente justa e economicamente viável.

Desta forma, nos Cenários Alternativos todas as Áreas de Proteção serão consideradas como Restrição Ambiental, conforme exposto na Figura 2.14. Essa “Restrição Ambiental” terá como a finalidade gerar as articulações entre os usos do solo apresentadas no item 2.7.

Restrição Ambiental



Legenda

Unidades de Conservação



Áreas de Preservação Permanente

Reservatórios

Declividade > 45°

Hidrografia

FONTE: COBRAPE, 2018.

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

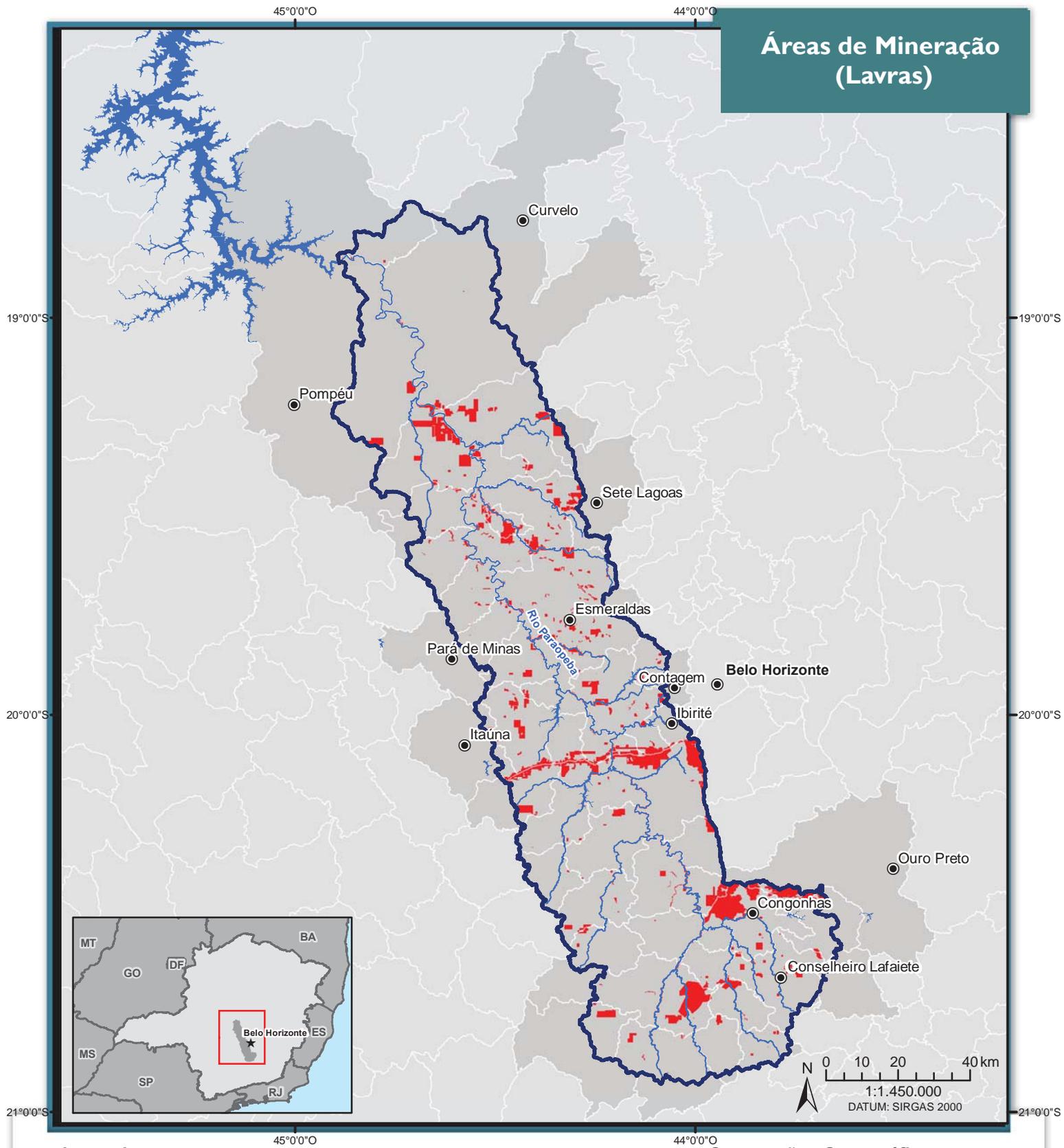
2.6.1.2. Áreas de Mineração

Devido à importância do setor de mineração na Bacia, esta atividade também será uma das variáveis articuladas nos cenários. Conforme já apresentado no Produto *RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba*, os principais minerais extraídos na Bacia são: o minério de ferro, o manganês, a ardósia, a argila e a extração de areia.

A atividade minerária é desenvolvida em grande parte da bacia, entretanto, a exploração de minério de ferro e manganês concentra-se na região do Quadrilátero Ferrífero (Médio Paraopeba) e a exploração de ardósia, argila e extração de areia se concentram na região de baixo curso da bacia.

Para representar a área de mineração, foi utilizado o levantamento já realizado no Produto *RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba*, através das lavras de mineração, conforme é exposto na Figura 2.15. Foram consideradas as lavras referentes ao ano de 2016. Além do local de exploração, foram obtidas informações dos recursos minerais explorados, a fase atual da lavra e a área da jazida.

Áreas de Mineração (Lavras)



Legenda

■ Lavras de Mineração

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: DNPM, 2018.

2.6.1.2.1. Áreas Críticas

A terceira articulação que será utilizada nos Cenários Alternativos são as Áreas Críticas apresentadas no item 9.4 do *RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba*, e replicada no Quadro 2.11.

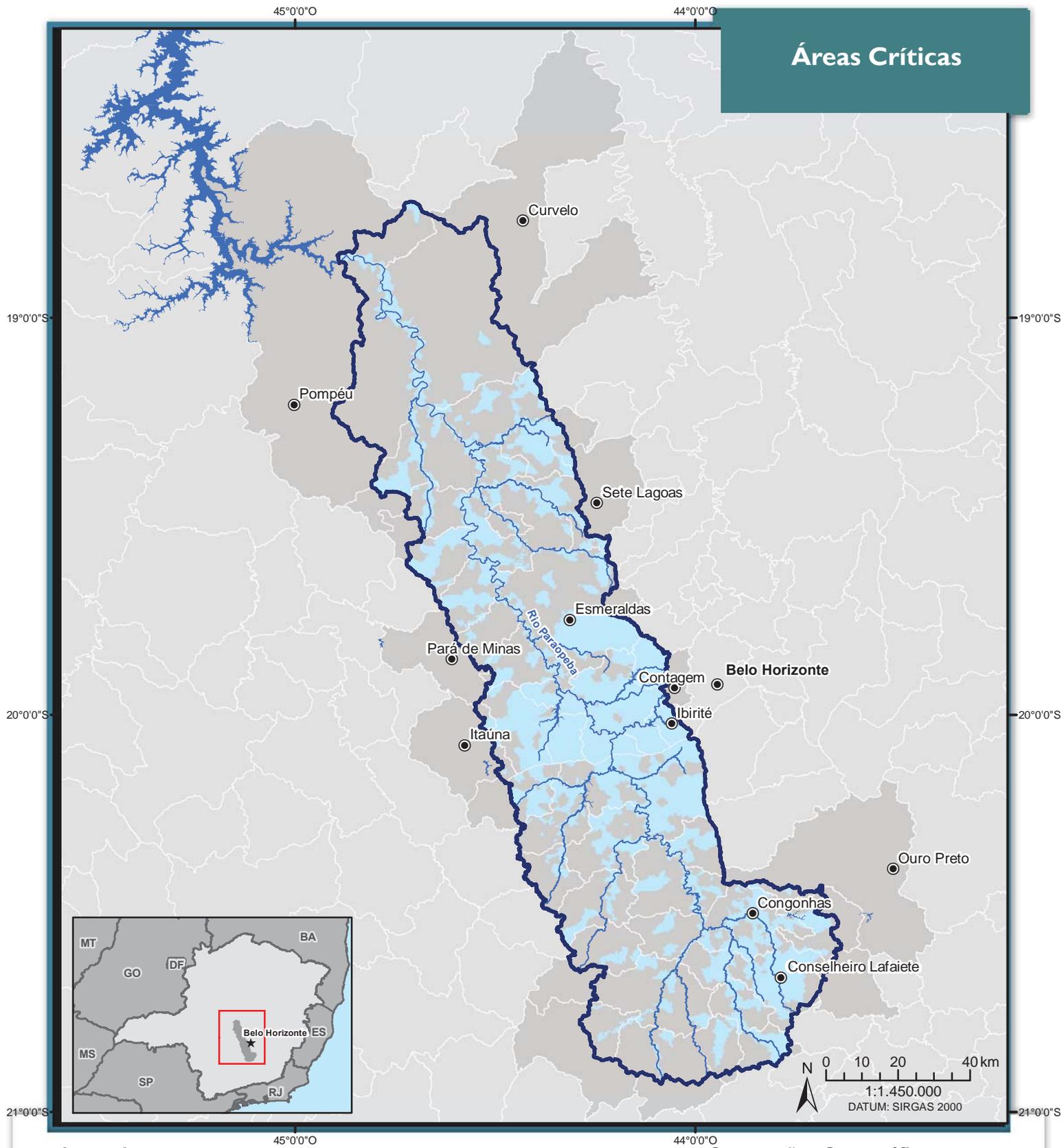
Quadro 2.11 - Classes de Criticidade adotadas pela NTC 002/2012/SPR/SER

Classes de Criticidade		Fatores de Criticidade Identificados
Classe Propriamente Dita	Descrição	
1	Balanço quali ou quali-quantitativo crítico	Balanço quali ou quali-quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração
2		Balanço quali ou quali-quantitativo crítico
3	Balanço quantitativo crítico	Balanço quantitativo crítico + alta demanda para indústria ou mineração
4		Balanço quantitativo crítico
5	Conflito potencial	Conflito potencial → alta demanda para indústria ou mineração conjugada com outros fatores (cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento)
6		Conflito potencial → cabeceira e/ou captações vulneráveis para abastecimento

FONTE: Nota Técnica Conjunta 002/2012/SPR/SER, 2016.

Desta forma, foram consideradas como Áreas Críticas todas as otobacias nível 8 que estão classificadas como 1 ou 2, no caso do Balanço Hídrico Qualitativo; e que estão classificadas como 3 ou 4, no caso do Balanço Hídrico Quantitativo. Essas estão apresentadas na Figura 2.16 abaixo.

Áreas Críticas



Legenda

Áreas Críticas

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

2.7. Resumo dos Cenários

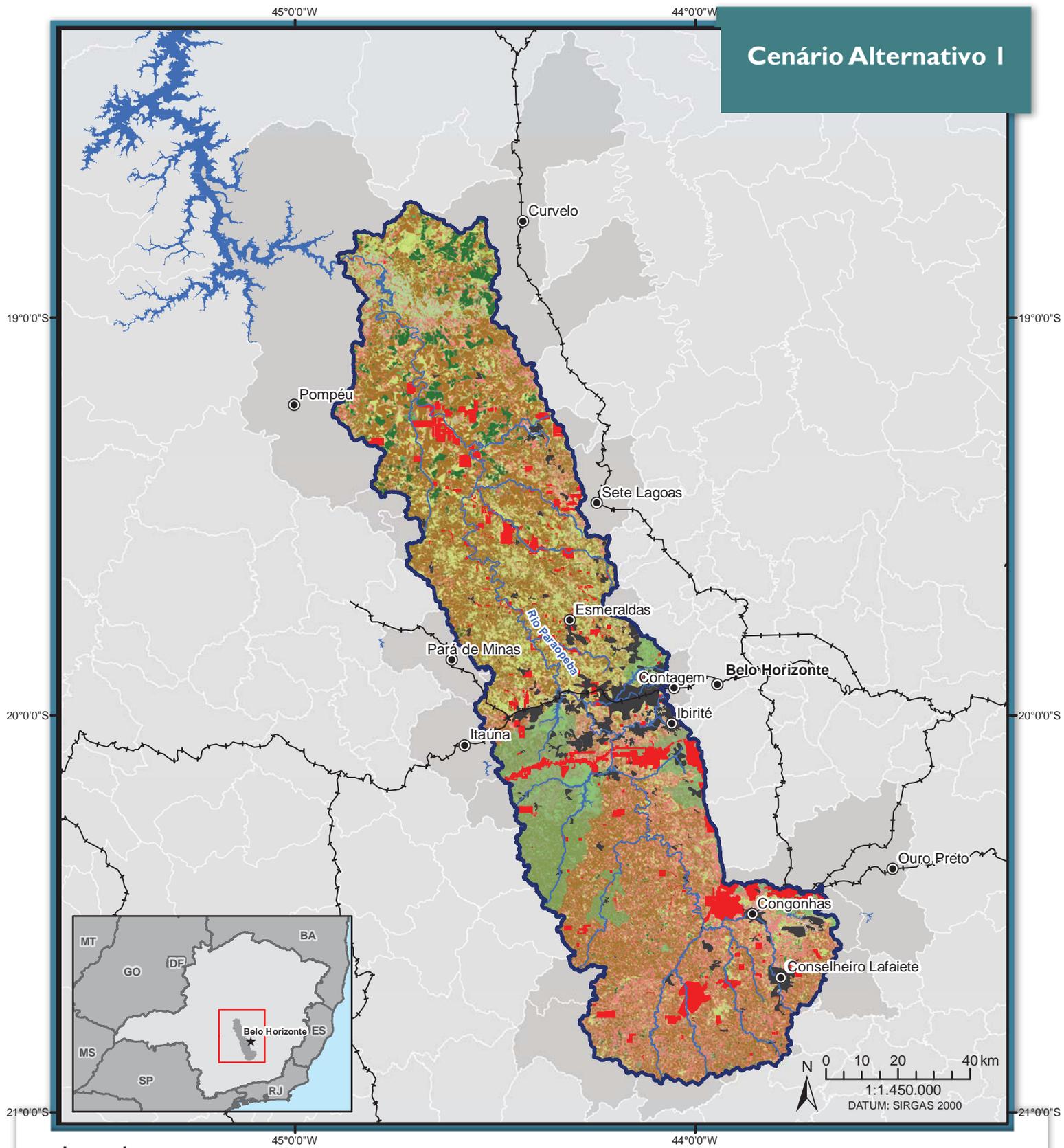
A articulação realizada entre os usos do solo, a fim de gerar os diversos cenários, pode ser exemplificada através da Figura 2.17. E o resultado dessas articulações pode ser observado através das Figura 2.18, Figura 2.19 e Figura 2.20.

Figura 2.17 - Cenários Tendenciais e Alternativos

CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO ALTERNATIVO 1	CENÁRIO ALTERNATIVO 2	CENÁRIO ALTERNATIVO 3
LONGO PRAZO (LP)	1. MINERAÇÃO 2. RESTRIÇÃO AMBIENTAL	1. RESTRIÇÃO AMBIENTAL 2. MINERAÇÃO	1. RESTRIÇÃO AMBIENTAL 2. ÁREAS CRÍTICAS 3. MINERAÇÃO
CURTO PRAZO (CP)	1. MINERAÇÃO 2. RESTRIÇÃO AMBIENTAL	1. RESTRIÇÃO AMBIENTAL 2. MINERAÇÃO	1. RESTRIÇÃO AMBIENTAL 2. ÁREAS CRÍTICAS 3. MINERAÇÃO

FONTE: COBRAPE, 2018.

Cenário Alternativo I



Legenda

- Área Urbana
 - Áreas de Mineração
 - Áreas de Restrição Ambiental
- ### USO DO SOLO
- Áreas não Vegetadas
 - Corpos d'água
 - Agricultura

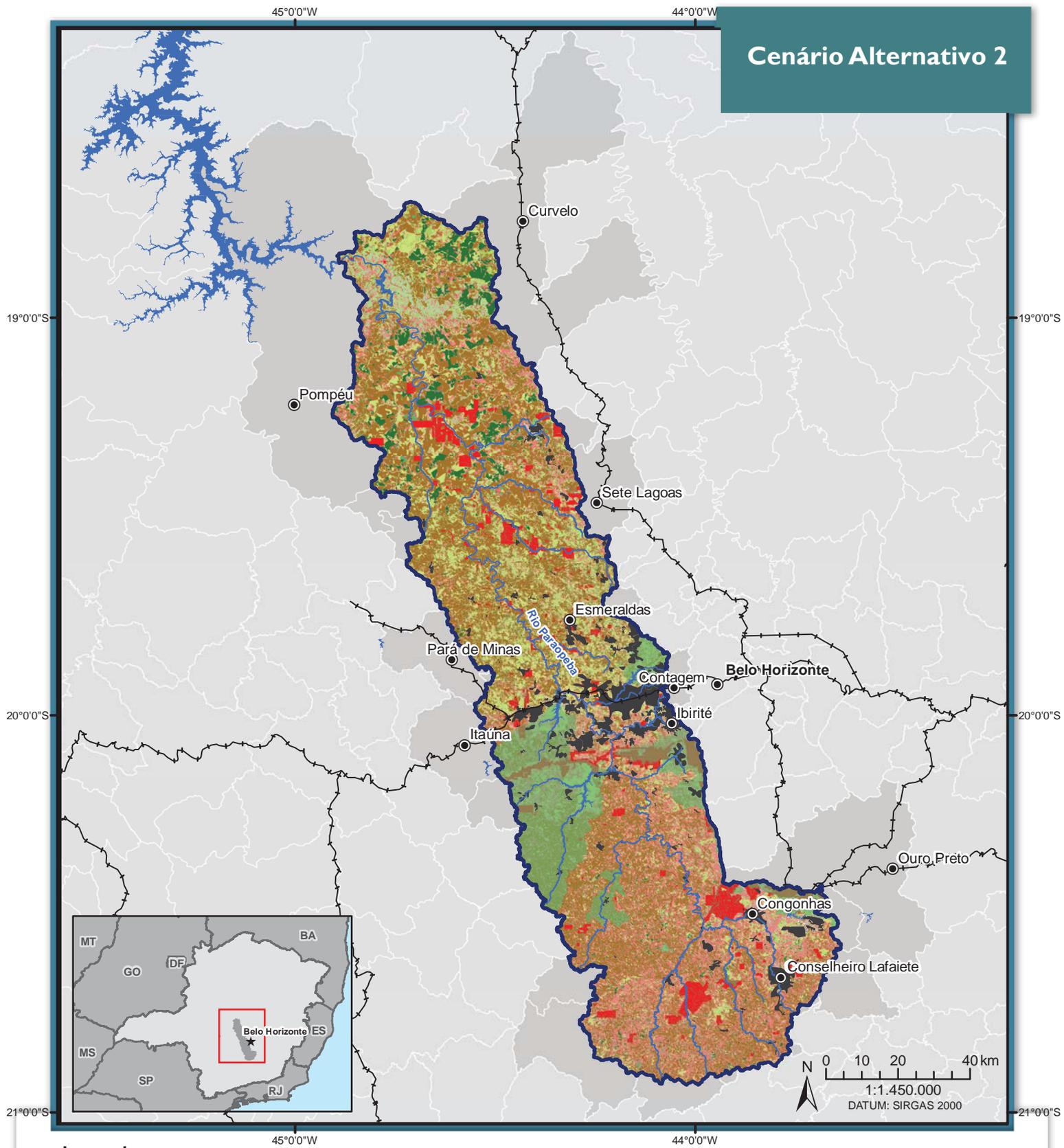
- Agricultura ou Pastagem
- Pastagem
- Florestas Plantadas
- Vegetação Campestre
- Formações Florestais
- Formações Savanicas
- Formações Naturais não Florestais

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Rodovias Federais
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

Cenário Alternativo 2



Legenda

- Área Urbana
 - Áreas de Restrição Ambiental
 - Áreas de Mineração
- ### USO DO SOLO
- Áreas não Vegetadas
 - Corpos d'água
 - Agricultura

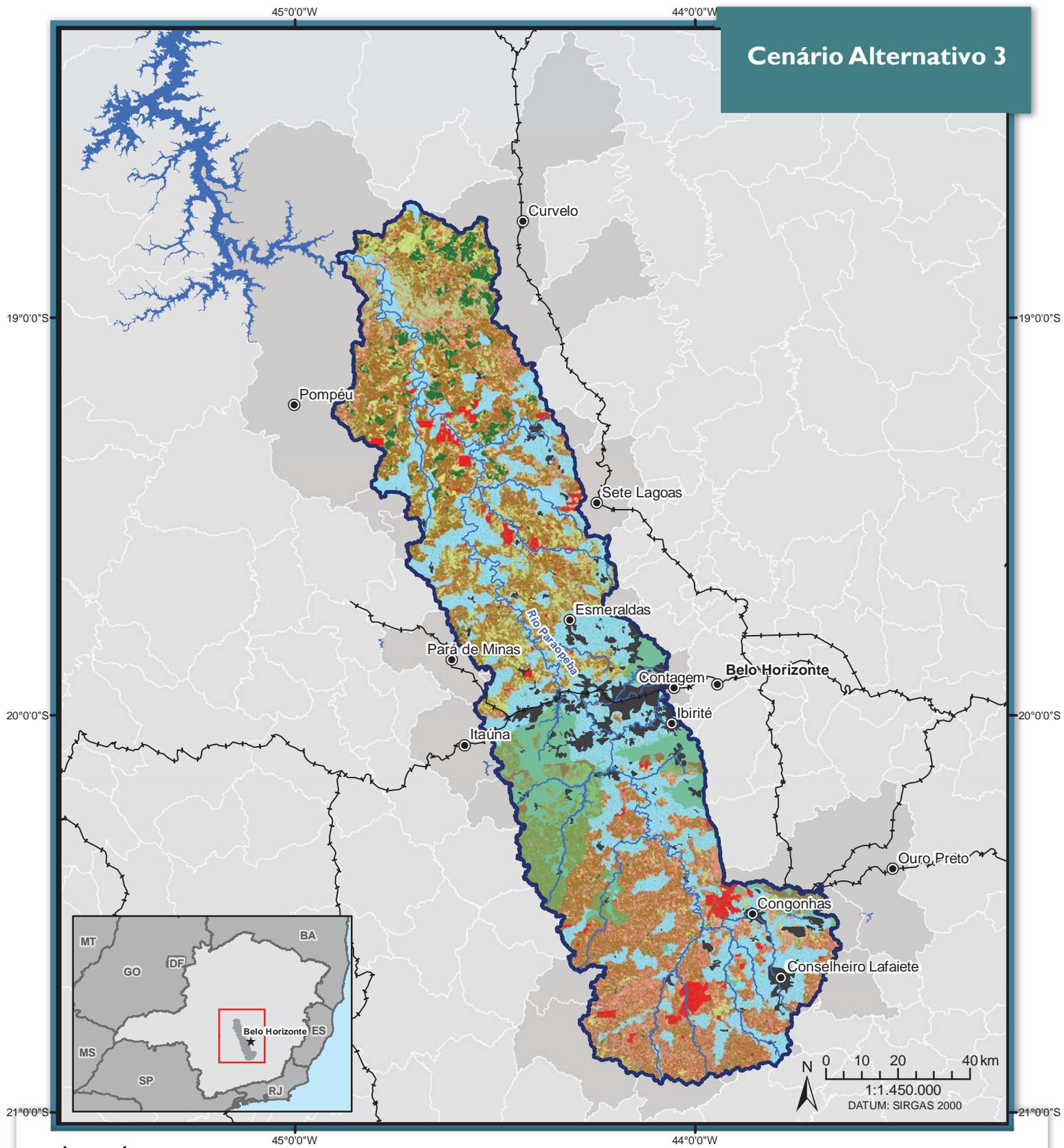
- Agricultura ou Pastagem
- Pastagem
- Florestas Plantadas
- Vegetação Campestre
- Formações Florestais
- Formações Savanicas
- Formações Naturais não Florestais

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Rodovias Federais
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

Cenário Alternativo 3



Legenda

- Área Urbana
 - Áreas de Restrição Ambiental
 - Áreas Críticas
 - Áreas de Mineração
- ### USO DO SOLO
- Áreas não Vegetadas
 - Corpos d'água
 - Agricultura

- Agricultura ou Pastagem
- Pastagem
- Florestas Plantadas
- Vegetação Campestre
- Formações Florestais
- Formações Savanicas
- Formações Naturais não Florestais

Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Rodovias Federais
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

A partir dessas três articulações dos Cenários Alternativos, definiram-se os seguintes critérios:

- Nas áreas de “Restrição Ambiental” as demandas ou as cargas poluidoras serão consideradas conforme o Cenário Atual, desta forma nessas regiões as demandas não sofrerão aumento conforme as taxas médias dos Cenários Tendenciais;
- As demandas ou cargas poluidoras do uso de mineração e referentes às “Áreas de Mineração” são as únicas que – no Cenário Alternativo 1 – se sobrepõem à “Restrição Ambiental”;
- Nas “Áreas Críticas” as demandas ou as vazões necessárias para diluição das cargas poluidoras serão consideradas equivalentes à $Q_{7,10}$, assim nesses locais onde atualmente o consumo é superior à disponibilidade, definiu-se que haverá um limite para a captação obedecendo a vazão de referência do critério de outorga;
- Nas demais regiões onde não está imposta nenhuma restrição, as demandas ou as cargas poluidoras crescem conforme as taxas de projeção dos Cenários Tendenciais.

2.8. Análise de Riscos

O balanço quantitativo compara as demandas projetadas nos cenários com a disponibilidade de vazões para atendê-las. Mas tanto as demandas como a disponibilidade são variáveis aleatórias: as demandas são estimadas a partir de hipóteses articuladas nos cenários, enquanto que a disponibilidade se caracteriza pela variabilidade de eventos naturais de precipitação e vazão. As projeções das demandas possuem uma dispersão por utilizarem taxas diferentes de crescimento populacional, todas elas provenientes das hipóteses articuladas nos cenários e consideradas possíveis de ocorrer. Já, a disponibilidade apresenta uma dispersão natural que pode ser estimada a partir de séries históricas de eventos hidrológicos.

Neste sentido, portanto, os balanços quantitativos se caracterizam como uma análise de risco, em que as estimativas das demandas são confrontadas com toda a distribuição probabilística da disponibilidade. Muito além de determinar se está “faltando” ou “sobrando” água no balanço de uma determinada bacia ou sub-bacias com base em uma vazão de referência, essa análise permite a avaliação da probabilidade de não atendimento das demandas, orientando ações no sentido de controlar ou reduzir riscos inaceitáveis através da aplicação dos instrumentos de

gestão previstos em lei. Tais riscos são calculados com base em probabilidades, ou seja, são determinados a partir de estatísticas de registros de dados.

Desta forma, os diversos cenários serão analisados em termos de riscos de duas naturezas: a) risco de déficit no balanço hídrico quantitativo e b) risco de déficit no balanço hídrico qualitativo. As análises de riscos são realizadas a partir de agregação das informações de disponibilidade hídrica, demandas e carga poluidora que foram determinadas em cada célula de análise.

Em ambos os casos, os riscos são quantificados em termos da probabilidade da ocorrência de déficit em cada um desses balanços, baseando-se na permanência da vazão necessária para equilibrar as demandas projetadas (balanço quantitativo) ou da vazão necessária para trazer as concentrações de poluentes para dentro da faixa adotada de enquadramento de cada trecho de rio (balanço qualitativo).

Vale notar também que as demandas consideradas nesta análise de risco incluem as demandas superficiais e subterrâneas, sem distinção entre elas. Para as cargas poluidoras admite-se que as condições de poluição de cada célula não se propagam além dela, assim o Nível de Risco (NR) é calculado a partir da permanência da maior vazão necessária para a diluição das cargas poluidoras de modo a deixar as concentrações dentro do enquadramento vigente definido pela Deliberação Normativa COPAM Nº 14/95 e com os usos identificados (Resolução CONAMA nº 357/2005).

Em função, portanto, da permanência das vazões equivalentes às demandas e cargas atuais e projetadas, determina-se o NR associado ao balanço hídrico. O Quadro 2.12 apresenta os níveis de risco que serão associados aos balanços hídricos quantitativos e qualitativos.

Quadro 2.12 – Níveis de Risco e sua caracterização

Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora \geq	Demanda ou Carga Poluidora \leq	Caracterização do Risco Face aos Instrumentos de Gestão
0	0	30% da $Q_{7,10}$	Risco nulo
1	30% da $Q_{7,10}$	$Q_{100\%}$	Risco praticamente nulo, demanda/vazão de diluição menor que a vazão mínima registrada ou da dentro da faixa de referência para o instrumento de outorga.
2	$Q_{100\%}$	$Q_{7,10}$	Risco muito baixo, demanda/vazão de diluição dentro da faixa de referência para o instrumento de outorga.

Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora \geq	Demanda ou Carga Poluidora \leq	Caracterização do Risco Face aos Instrumentos de Gestão
3	Q _{7,10}	Q _{95%}	Risco baixo, mas acima do limite de aplicação do instrumento de outorga.
4	Q _{95%}	Q _{70%}	Risco médio, acima da faixa de referência para o instrumento de outorga, porém abaixo do limite de regularização.
5	Q _{70%}	Q _{50%}	Risco alto, acima da faixa da aplicação de volumes de regularização intra-anuais e/ou a criação de políticas de gestão da demanda
6	Q _{50%}	Q _{MÉDIA}	Risco alto e frequente, exigindo controle da demanda e a necessidade de prever grandes volumes de regularização.
7	Q _{MÉDIA}	Q _{10%}	Risco muito alto, exige gestão integrada de demanda/vazão de diluição e disponibilidade em escala regional.
8	Q _{10%}	Sem limite	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.

FONTE: COBRAPE, 2018.

Cabem as seguintes observações sobre o Quadro 2.12:

- Q_{95%}, Q_{70%}, Q_{50%} e Q_{100%} se referem às vazões com permanência de 95%, 70%, 50% e 100% do tempo, respectivamente. A Q_{100%} corresponde à vazão mínima;
- A vazão 30% da Q_{7,10} corresponde ao atual critério de outorga de captações no Estado de Minas Gerais;
- A vazão Q_{70%} foi adotada como o valor limite da capacidade de regularização utilizando reservatórios de pequeno ou médio porte, dentro da capacidade de regularização intra-anual.

As comparações entre as demandas e cargas poluidoras projetadas nos diversos cenários e a disponibilidade hídrica determinada como descrito acima, assim como a determinação do Nível de Risco associado, serão feitas inicialmente no nível de agregação das 73 sub-bacias (ottobacias nível 6).

No nível de resolução das 11.477 células de análise a comparação entre demandas e disponibilidades pode também ser feita, mas os resultados estariam distorcidos

apresentando situações críticas que não ocorrem necessariamente, uma vez que algumas das células com balanços negativos podem facilmente ser supridas por células vizinhas, o que realmente se observa. Portanto, esse nível de análise funciona somente para organização dos dados, como forma de agregação dos dados e facilidade de utilização da metodologia OLAP. Outros níveis intermediários de agregação podem ser utilizados, como por exemplo, as otobacias de níveis 8 ou 9.

3. ESTIMATIVAS DOS CENÁRIOS

3.1. Projeções das Demandas Hídricas

A projeção das demandas hídricas teve como ponto de partida as demandas hídricas captadas totais dispostas no *RP02 - Revisão do Relatório do Diagnóstico da Bacia do Rio Paraopeba*, para cada um dos setores usuários: abastecimento público, indústria, pecuária, agricultura, mineração, pesca e aquicultura e urbanização e paisagismo.

Cabe destacar que as demandas de pesca e aquicultura e de urbanização e paisagismos não possuem projeções, pois não apresentam consumo, e a suas captações são insignificantes do ponto de vista de quantidade de água.

3.1.1. Abastecimento Público

As demandas do abastecimento público em geral estão diretamente relacionadas com o crescimento populacional em cada município. As taxas anuais médias de crescimento populacional, conforme apresentado no item 2.5.1, e foram aplicadas à demanda registrada por intermédio das células do cubo para produzir as projeções tendenciais, uma de longo prazo e outra de curto prazo. Da mesma forma foram projetadas as demandas da população rural.

Já as projeções tendenciais das demandas dos sistemas que abastecem a RMBH contemplaram a evolução populacional dos municípios da microrregião de Belo Horizonte, que inclui não só os municípios da bacia. Da mesma forma, foram definidas uma projeção de longo prazo e outra de curto prazo com base nos dados censitários da microrregião dos anos de 1996, 2000 e 2010.

Os resultados das demandas de abastecimento público para os Cenários Tendenciais estão apresentados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Demandas de abastecimento público – Cenários Tendenciais

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	926,08	1.224,14	1.268,21
BAIXO	314,46	410,78	435,23
MÉDIO	13.232,47	18.598,10	21.454,65
Total	14.473,01	20.233,02	23.158,09

FONTE: COBRAPE, 2018.

Para os Cenários Alternativos as demandas de abastecimento público permanecem variando com as taxas dos Cenários Tendenciais, e somente no Cenário Alternativo 3

há uma diminuição baseada na Restrição Ambiental imposta. Desta forma, nas células onde há restrição ambiental a demanda de abastecimento público permanece conforme o padrão atual. Os resultados das demandas de abastecimento público para os Cenários Alternativos estão apresentados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Demandas de abastecimento público – Cenários Alternativos

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	926,08	1.224,14	1.268,21	1.224,14	1.268,21	932,10	935,57
BAIXO	314,46	410,78	435,23	410,78	435,23	322,87	322,56
MÉDIO	13.232,47	18.598,10	21.454,65	18.598,10	21.454,65	13.282,85	13.304,54
Total	14.473,01	20.233,02	23.158,09	20.233,02	23.158,09	14.537,81	14.562,67

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.1.2. Industrial

As demandas associadas ao setor industrial, excluindo-se aquelas do setor mineral, tiveram suas projeções tendenciais calculadas com base nas taxas médias de crescimento populacional para as microrregiões onde se inserem. Também para estas foram traçadas duas projeções tendenciais – uma de longo prazo e outra de curto prazo, conforme estão apresentados os resultados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Demandas industriais – Cenários Tendenciais

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	12.762,01	17.130,38	17.399,71
BAIXO	2.625,82	3.828,35	4.084,43
MÉDIO	12.433,99	17.402,63	19.501,84
Total	27.821,82	38.361,36	40.985,98

FONTE: COBRAPE, 2018.

Para os Cenários Alternativos as demandas industriais permanecem variando com as taxas dos Cenários Tendenciais, havendo uma diminuição baseada nas Restrições Ambientais e nas Áreas Críticas impostas. Desta forma, nas células onde há restrição ambiental a demanda industrial permanece conforme o padrão atual, e onde estão localizadas as Áreas Críticas do Cenário Atual as demandas se restringem à $Q_{7,10}$. Os resultados das demandas industriais para os Cenários Alternativos estão apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Demandas industriais – Cenários Alternativos

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	12.762,01	13.150,80	13.173,31	13.150,80	13.173,31	5.580,69	5.581,22
BAIXO	2.625,82	3.069,93	3.164,45	3.069,93	3.164,45	168,97	170,30
MÉDIO	12.433,99	14.304,23	15.029,10	14.304,23	15.029,10	2.263,68	2.292,36
Total	27.821,82	30.524,95	31.366,86	30.524,95	31.366,86	8.013,34	8.043,88

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.1.3. Agroindustrial

As demandas agroindustriais estão associadas ao setor agrícola, desta forma para as mesmas foram consideradas as taxas anuais médias de crescimento da área plantada determinadas para cada microrregião conforme apresentado no item 2.5.2.2, e foram aplicadas à demanda registrada por intermédio das células do cubo para produzir as projeções tendenciais, uma de longo prazo e outra de curto prazo.

Os resultados das demandas agroindustriais para os Cenários Tendenciais estão apresentados no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Demandas agroindustriais – Cenários Tendenciais

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	787,33	5.232,17	1.089,16
BAIXO	26,60	1.619,59	57,94
MÉDIO	2.507,94	4.151,61	3.311,96
Total	3.321,87	11.003,37	4.459,06

FONTE: COBRAPE, 2018.

Para os Cenários Alternativos a demanda agroindustrial varia com as taxas dos Cenários Tendenciais, havendo uma diminuição baseada nas Restrições Ambientais e nas Áreas Críticas impostas. Desta forma, nas células onde há restrição ambiental a demanda agropecuária permanece conforme o padrão atual, e onde estão localizadas as Áreas Críticas do Cenário Atual as demandas se restringem à $Q_{7,10}$. Os resultados das demandas agroindustriais para os Cenários Alternativos estão apresentados no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 - Demandas agroindustrial – Cenários Alternativos

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	787,33	1.174,98	853,11	1.174,98	853,11	91,51	66,69
BAIXO	26,60	477,25	43,90	477,25	43,90	476,06	42,72
MÉDIO	2.507,94	2.510,75	2.513,60	2.510,75	2.513,60	1.403,46	1.404,23
Total	3.321,87	4.162,98	3.410,61	4.162,98	3.410,61	1.971,03	1.513,63

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.1.4. Pecuária

As demandas de pecuária em geral estão ligadas com o crescimento dos rebanhos em cada município. As taxas anuais médias foram determinadas para cada microrregião conforme apresentado no item 2.5.2.3, e foram aplicadas à demanda registrada por intermédio das células do cubo para produzir as projeções tendenciais, uma de longo prazo e outra de curto prazo.

Os resultados das demandas de pecuária para os Cenários Tendenciais estão apresentados no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 - Demandas de pecuária– Cenários Tendenciais

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	92,91	214,62	105,21
BAIXO	58,95	85,82	55,43
MÉDIO	121,17	116,43	107,55
Total	273,04	416,86	268,18

FONTE: COBRAPE, 2018.

Para os Cenários Alternativos a demanda pecuária varia com as taxas dos Cenários Tendenciais, havendo uma diminuição baseada nas Restrições Ambientais e nas Áreas Críticas impostas. Desta forma, nas células onde há restrição ambiental a demanda agropecuária permanece conforme o padrão atual, e onde estão localizadas as Áreas Críticas do Cenário Atual as demandas se restringem à $Q_{7,10}$. Os resultados da demanda pecuária para os Cenários Alternativos estão apresentados no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Demanda pecuária – Cenários Alternativos

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	92,91	134,84	96,24	134,84	96,24	130,80	93,74
BAIXO	58,95	76,52	57,28	76,52	57,28	74,45	55,27
MÉDIO	121,17	119,28	118,20	119,28	118,20	111,61	110,41
Total	273,04	330,64	271,72	330,64	271,72	316,86	259,42

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.1.5. Mineração

As demandas de mineração estão relacionadas com o ritmo de crescimento da produção do minério de ferro bruto. As taxas anuais médias foram determinadas para o curto prazo e longo prazo conforme apresentado no item 2.5.2.4, e foram aplicadas à demanda registrada por intermédio das células do cubo para produzir as projeções tendenciais, uma de longo prazo e outra de curto prazo.

Os resultados das demandas de mineração para os Cenários Tendenciais estão apresentados no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 - Demandas de mineração – Cenários Tendenciais

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	4.359,53	10.591,91	13.848,72
BAIXO	4.225,75	10.266,87	13.423,74
MÉDIO	7.434,00	18.061,61	23.615,22
Total	16.019,28	38.920,38	50.887,68

FONTE: COBRAPE, 2018.

Para os Cenários Alternativos as demandas de mineração variam com as taxas dos Cenários Tendenciais, havendo uma diminuição baseada nas Restrições Ambientais e nas Áreas Críticas impostas. Desta forma, nas células onde há restrição ambiental a demanda de mineração permanece conforme o padrão atual, e onde estão localizadas as Áreas Críticas do Cenário Atual as demandas se restringem à $Q_{7,10}$. Os resultados das demandas de mineração para os Cenários Alternativos estão apresentados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Demandas de mineração – Cenários Alternativos

Sub-bacia	Demanda Atual Total Captada (L/s)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Curto Prazo Total Captada (L/s)	Demanda de Longo Prazo Total Captada (L/s)
ALTO	4.359,53	9.236,59	12.076,67	4.379,17	4.389,42	1.768,69	1.771,23
BAIXO	4.225,75	9.981,95	13.051,21	4.305,78	4.347,60	1.411,62	1.421,91
MÉDIO	7.434,00	15.649,33	20.461,21	7.643,24	7.752,58	4.391,37	4.499,20
Total	16.019,28	34.867,87	45.589,10	16.328,18	16.489,60	7.571,68	7.692,34

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.2. Projeções das Cargas Poluidoras

Por meio do processamento das informações disponíveis, a análise das cargas no prognóstico foi realizada para cinco tipologias de diferentes origens: doméstica; industrial; de mineração, pecuária e difusa.

Para o cálculo da carga de origem doméstica, além das projeções populacionais, buscou-se utilizar os dados de planejamento em esgotamento sanitário dos municípios por meio do levantamento dos projetos indicados nos Planos Municipais de Saneamento Básico e ações previstas disponibilizadas pelas prestadoras. As informações levantadas nos PMSB estão resumidas no Quadro 3.11 e as fornecidas pela COPASA no Quadro 3.12.

Quadro 3.11 - Informações dos Planos Municipais de Saneamento Básico

Município	Situação Prevista
Betim	Segundo informações da Prefeitura, existe um projeto de lei para implantação de fossas sépticas em unidades com mais de um domicílio. Não há nada específico para ampliação de ETE.
Congonhas	Ainda não há previsão de investimento para o município no que diz respeito à ampliação do sistema de esgotamento sanitário. Existem projetos para ampliação da rede e implantação do tratamento coletivo dos esgotos nas localidades rurais e distritos. Sistemas nos Distritos e localidades rurais: foi informado que existe um planejamento para desativar todas as ETE's, para futuramente construir novas instalações, entretanto não há previsão devido a falta de recursos.
Conselheiro Lafaiete	Não há nada específico para ampliação de ETE no PMSB.
Contagem	Bacia do Arrudas: a COPASA desenvolve projetos para melhorar, ampliar, corrigir e aumentar a capacidade do sistema de esgotamento sanitário na bacia. No Município de Contagem também estão sendo executadas as seguintes obras: Tratamento de esgoto na Bacia de Vargem das Flores e controle do odor da Estação localizada no bairro Nova Contagem. Há um projeto de implantação de rede coletora e de uma estação de tratamento de esgotos específica para esse bairro (Nova Contagem), com reversão dos efluentes da ETE para a bacia vizinha, no município de Esmeraldas.
Cristiano Ottoni	O município dispõe de rede coletora separadora de esgotos, entretanto, não há Estação de Tratamento de Esgotos (ETE). Objetivo: Ampliar os SES na Sede Municipal, considerando a demanda atual e futura, tendo em vista a ampliação da rede coletora e ampliação da estação de tratamento para 100% da Sede
Curvelo	A principal deficiência da ETE, apontadas pela prestadora e pela população, é o processo de secagem do lodo e o controle do odor durante o processo. Existem áreas, no perímetro da ETE, que podem servir para uma futura ampliação dos mecanismos que compõem o sistema.
Entre Rios de Minas	Segundo a Prefeitura Municipal, o município conseguiu um recurso de R\$ 4.390.290,76, disponibilizado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), para a construção de uma ETE na sede municipal, sendo que já conta com um local adequado para a sua construção. Entretanto, o projeto não foi aceito por não atender à demanda de efluentes líquidos gerados no município, devido a um erro de cálculo. Atualmente, já foi liberada a primeira parcela do Termo de Compromisso - TC/PAC n.º 092/2012 -, que deverá constar como "obras em fase de ajustes com recursos já aprovados".
Igarapé	Segundo informações disponibilizadas pela COPASA, não são realizadas análises da qualidade da água dos corpos receptores do Município de Igarapé, e até o momento não há previsão de instalação da ETE para tratar os esgotos gerados pela população.
Itaúna	A construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), no Distrito Industrial – C.D.I, teve seu início em abril de 2012 e visa a recuperação ambiental do Rio São João.

Município	Situação Prevista
Jeceaba	Não há Estação de Tratamento de esgotos. De acordo com informações da Secretaria, não existem registros ou documentos oficiais relacionados ao cadastro das solicitações dos serviços de esgotamento sanitário.
Ouro Preto	Com relação ao esgotamento sanitário, o maior gargalo do município é o término da construção da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE e construção dos interceptores para interligação das redes coletoras de esgoto, já instaladas na sede do município, retirando todo o efluente que hoje é lançado in natura nos corpos hídricos do município.
Pará de Minas	Distrito Sede: A ETE está em funcionamento contemplando a 1.ª etapa com capacidade de tratamento para 180 l/s. Existe a previsão de implantação da 2ª etapa para tratamento de 240 l/s. Além da ampliação necessária, será considerada a necessidade de investimento na atual ETE para que ocorra a correta queima do gás gerado no processo de tratamento.
Pequi	Objetivo: Ampliar os SES na Sede Municipal, considerando a demanda atual e futura, tendo em vista a ampliação da rede coletora e ampliação da estação de tratamento para 100% da Sede;
Queluzito	O PMSB Indica ao município a ampliação da ETE e da rede coletora, separando-a da rede de drenagem pluvial.
São Bras do Suaçui	Objetivo do PMSB ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos: Instalação de Estação de tratamento de esgoto para a população da Sede.
Sarzedo	Não há nada específico sobre ETE no PMSB.

FONTE: Prefeitura Municipal de Betim, 2015; Prefeitura Municipal de Congonhas, 2016; Prefeitura Municipal de Conselheiro Lafaiete, 2015; Prefeitura Municipal de Contagem, 2013; Prefeitura Municipal de Cristiano Ottoni, 2015; Prefeitura Municipal de Curvelo; 2015; Prefeitura Municipal de Entre Rios de Minas, 2015; Prefeitura Municipal de Igarapé, 2015; Prefeitura Municipal de Itaúna, 2013; Prefeitura Municipal de Jeceaba, 2015; Prefeitura Municipal de Ouro Preto, 2013; Prefeitura Municipal de Pará de Minas, 2014; Prefeitura Municipal de Pequi, 2015; Prefeitura Municipal de Queluzito, 2015; Prefeitura Municipal de São Bras do Suaçui, 2015; Prefeitura Municipal de Sarzedo, 2010.

Quadro 3.12 - Informações de investimento previsto da COPASA

Município	ETE	Investimento Previsto
Betim	ETE Teixeira	Melhoria estrutural do reator UASB em ferrocimento e implantação de interceptor na Vila Kennedy
Brumadinho	ETE Mirante	Implantação de pós tratamento
	ETE Ecológica	Implantação de pós tratamento
	ETE Sede	Implantação do SES, da rede, constituído por ligações prediais, redes coletoras, interceptores, estações elevatórias e ETE (tratamento secundário)
Contagem	ETE de Nova Contagem	Ampliação da ETE, com ampliação da vazão
Conselheiro Lafaiete	ETE Bananeiras	As duas ETE's implantadas estão em fase de elaboração de projetos para ampliação do atendimento do tratamento de esgoto contemplando: rede, interceptor e possíveis elevatórias
Esmeraldas	ETE Bairro Novo Retiro	Execução da urbanização e impermeabilização das lagoas
Ibirité	ETE Ibirité	Implantação de interceptores, estações elevatórias e travessias
Mateus Leme	ETE Mateus Leme	Ampliação do SES, compreendendo a implantação de redes coletoras, ligações prediais, elevatórias, interceptor e ampliação da ETE existente
Juatuba	ETE Juatuba	Implantação do SES, redes coletoras e ETE (tratamento secundário)
Sarzedo	ETE Sarzedo	Implantação do SES e da rede, constituído por ligações prediais, redes coletoras, interceptores, estações elevatórias e ETE (tratamento secundário)

FONTE: COPASA, 2018.

Observou-se que as informações disponíveis são bastante superficiais, dificultando o uso das mesmas na quantificação das cargas. Dessa forma, para as projeções das cargas domésticas nos cenários, foram realizadas algumas considerações quanto aos índices e sistemas de esgotamento sanitário.

No que se refere aos índices de coleta e tratamento urbano, utilizou-se os índices atuais, com exceção dos municípios com previsão de construção de uma ETE dentro do horizonte do PMSB e que possuem atualmente o ICT igual a zero. Situação que ocorre em Entre Rios de Minas, Itaúna, Ouro Preto e São Brás do Suaçui. Nesses casos, foi considerado que o índice coletado e não tratado atual corresponderia ao ICT no ano de 2035. Nos demais casos não houve alteração.

A estimativa de cargas poluidoras dos cenários tendenciais na etapa do Prognóstico teve como base a mesma metodologia utilizada na situação atual, descrita no *RP2b*, variando-se apenas os fatores ligados aos cenários propostos, tais como população e uso do solo. Para os cenários alternativos, o cálculo da carga foi conforme a estimativa das demandas.

O Quadro 3.13 apresenta as cargas estimadas para os cenários tendenciais, onde nota-se que os valores quase dobram em relação ao calculado para a situação atual, sendo que na projeção de longo prazo, as cargas são pouco maiores que na de curto prazo. Nos dois

cenários, mais da metade da carga gerada é sempre referente ao setor doméstico e em todas as sub-bacias, sendo que o setor industrial também tem alta representatividade, sobretudo no Alto Paraopeba.

Quadro 3.13 - Cargas de DBO estimadas para os cenários tendenciais

Sub-bacia	Carga Atual Total Captada (kg/dia)	Projeção Curto Prazo (kg/dia)	Projeção Longo Prazo (kg/dia)
ALTO	22.142,40	30.631,84	30.331,44
BAIXO	3.388,82	4.533,72	4.692,96
MÉDIO	40.083,48	69.837,67	84.325,50
Total	65.614,71	105.003,22	119.349,90

FONTE: COBRAPE, 2018.

No que se refere aos cenários alternativos, as estimativas estão descritas no Quadro 3.14, onde a maior carga refere ao Alternativo 2 de longo prazo enquanto que a menor é observada no Alternativo de curto prazo. Tal situação demonstra que a manutenção de áreas verdes e de proteção natural contribui para a melhoria da qualidade da água.

Quadro 3.14 - Cargas de DBO estimadas para os cenários alternativos

Sub-bacia	Carga Atual Total (kg/dia)	Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
		Projeção Curto Prazo (kg/dia)	Projeção Longo Prazo (kg/dia)	Projeção Curto Prazo (kg/dia)	Projeção Longo Prazo (kg/dia)	Projeção Curto Prazo (kg/dia)	Projeção Longo Prazo (kg/dia)
ALTO	21.893,82	27.086,15	26.845,10	27.067,26	26.815,21	16.242,29	16.636,85
BAIXO	3.198,16	4.135,35	4.301,03	4.113,28	4.267,19	3.236,27	3.271,01
MÉDIO	39.736,52	68.041,02	82.101,10	68.009,90	82.051,69	47.453,78	51.963,28
Total	64.828,50	99.262,52	113.247,23	99.190,44	113.134,09	66.932,34	71.871,14

FONTE: COBRAPE, 2018.

Em todos os cenários e para todas as bacias, a maior fonte de poluição é novamente a doméstica, corroborando para a importância no investimento em infraestrutura de saneamento para a população, sobretudo urbana.

3.3. Estimativas das Disponibilidades

Um dos desafios da etapa do Prognóstico estava relacionado à estimativa das disponibilidades hídricas superficiais dos três trechos da bacia (Alto, Médio e Baixo) do rio Paraopeba.

A metodologia de elaboração dos cenários estratégicos, proposta pela COBRAPE no Plano de Trabalho, se baseia na curva de permanência das vazões, pois entende que todos os usuários de água convivem com um risco de não atendimento da demanda no sistema de gestão, sendo que esse risco tem uma relação direta com a permanência da vazão observada na série histórica disponível.

No caso da Bacia do rio Paraopeba, os dados de disponibilidade hídrica superficial disponibilizados na etapa do Diagnóstico estavam regionalizados por trecho de rio, estando disponíveis apenas as vazões mínimas de estiagem ($Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$) e as vazões médias de longo período.

Como o intuito principal da COBRAPE era utilizar a mesma base de dados em todas as etapas do Plano, para manter a homogeneidade das informações, a equipe técnica avaliou diferentes formas para se apropriar da regionalização da bacia, sem descartar as curva de permanência de vazões.

A solução que apresentou a melhor aderência foi a utilização de um posto fluviométrico para cada trecho da bacia (Alto, Médio e Baixo), os quais foram utilizados para a obtenção de curvas de permanência de vazões específicas ($L/s.km^2$), consideradas como referência para os respectivos trechos.

Os dados das estações fluviométricas utilizadas para a realização dos cálculos, assim como o período de tempo (em anos) das séries históricas, são apresentados no Quadro 3.15.

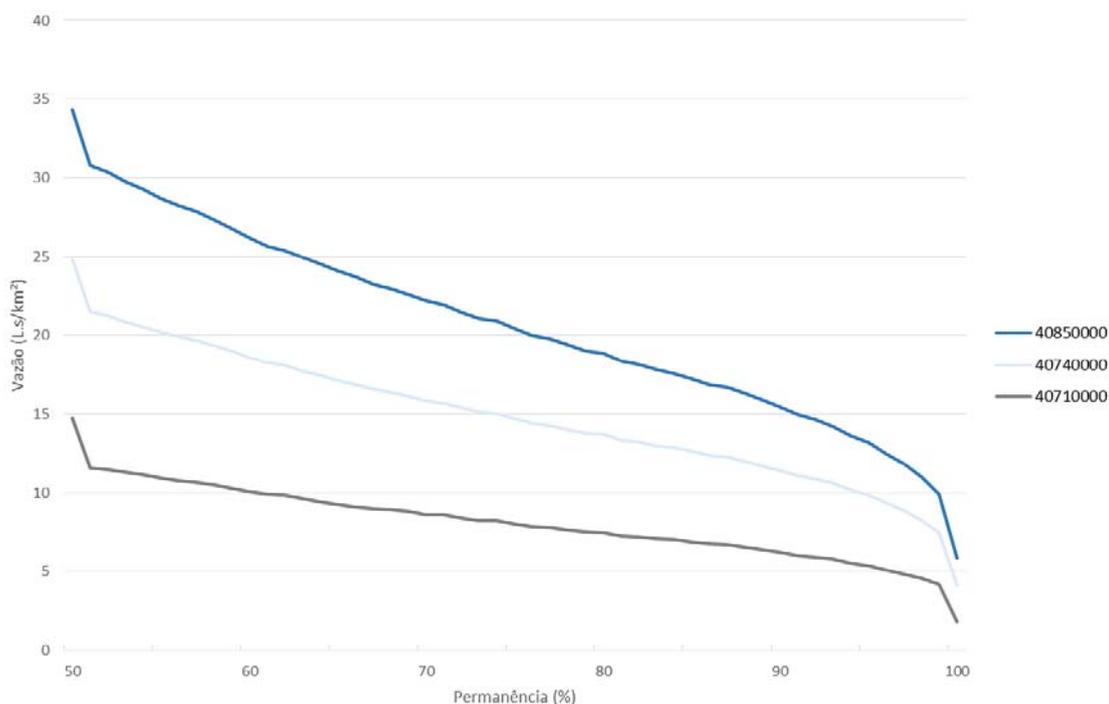
Quadro 3.15 - Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Sub-bacia	Nome	Latitude	Longitude	Órgão Responsável	Período de tempo (anos)
40710000	Baixo	BELO VALE	-20,4083	-44,0217	ANA	1967 - 2007
40740000	Médio	ALBERTO FLORES	-20,1545	-44,1643	ANA	1967 - 2007
40850000	Alto	PONTE DA TAQUARA	-19,4226	-44,5474	ANA	1967 - 2007

FONTE: Hidroweb, 2018.

A Figura 3.1 apresenta as curvas de permanência de cada um dos trechos da bacia.

Figura 3.1 - Curva de Permanência de Vazões Específicas do Rio Paraopeba



FONTE: COBRAPE, 2018.

Com as curvas de permanência definidas, as vazões de interesse foram obtidas a partir da consideração das áreas incrementais da bacia, sendo adotada a mesma abordagem que o estudo de regionalização disponibilizado pelo IGAM. Os resultados finais, acumulados em cada um dos trechos da bacia, são apresentados no Quadro 3.16 abaixo.

Quadro 3.16 - Vazões específicas por trecho

Permanência	Baixo (40710000) (L/s.km ²)	Médio (40740000) (L/s.km ²)	Alto (40850000) (L/s.km ²)
100%	1,82	3,32	1,16
95%	5,34	2,89	2,27
90%	6,21	3,26	2,96
85%	6,90	3,63	3,56
80%	7,40	3,93	4,13
75%	7,98	4,22	4,79
70%	8,59	4,67	5,51
65%	9,21	5,19	6,09
60%	10,04	5,78	6,65
55%	10,87	6,07	7,75
50%	11,62	6,96	8,88
45%	12,67	7,41	10,02
40%	13,86	8,22	11,56
35%	15,34	8,59	13,37
30%	17,11	9,11	15,40
25%	19,28	10,74	17,95
20%	22,42	11,56	21,02

Permanência	Baixo (40710000) (L/s.km ²)	Médio (40740000) (L/s.km ²)	Alto (40850000) (L/s.km ²)
15%	26,14	14,96	25,36
10%	33,03	19,63	32,83
5%	45,85	22,96	43,41
Q_{7,10}	3,33	2,35	0,60
Q^{MED}	16,94	8,40	13,60

FONTE: COBRAPE, 2018.

3.4. Balanço Hídrico Quantitativo

O balanço hídrico quantitativo considerou a metodologia de níveis de risco apresentada no item 622.8 e se trata da comparação entre as disponibilidades hídricas, considerando a curva de permanência; e as demandas atuais e projetadas.

Embora tanto as demandas como as disponibilidades tenham sido determinados no nível das 11.477 células do cubo, estas foram agregadas em outros níveis (ou “escalas”) para a avaliação do Nível de Risco (NR) dos balanços quantitativos. A agregação em escalas maiores é parte do procedimento utilizado na metodologia dos cenários na inspeção daquelas sub-bacias que podem apresentar riscos significativos e implica a utilização da codificação em ottobacias com a qual é montado o banco de dados de informações georreferenciadas (o “cubo”).

A avaliação dos NRs dos cenários foi feita utilizando as 73 ottobacias no nível 6, como mostra

a

Figura 3.2. Esta escala de análise permitiu identificar aquelas sub-bacias hidrográficas nas quais, segundo os cenários concebidos, os níveis de risco tendem a aumentar significativamente no horizonte do Plano.

45°0'0"O

44°0'0"O

Ottobacias Nível 6

19°0'0"S

19°0'0"S

20°0'0"S

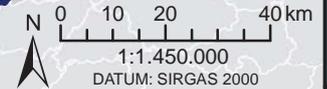
20°0'0"S

21°0'0"S

21°0'0"S

45°0'0"O

44°0'0"O



Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Municípios SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório

FONTE: COBRAPE, 2018.

A Figura 3.3 representa os Cenários Tendenciais e a Figura 3.4, a Figura 3.5, e a Figura 3.6 foram elaboradas a partir dos resultados da análise de risco do balanço quantitativo no horizonte do Plano (2040) para os Cenários Alternativos.

O Quadro 3.17 apresenta a síntese da análise do risco do balanço hídrico quantitativo para todos os cenários no horizonte do Plano, o ano de 2040. Os Níveis de Risco estão mostrados para as 73 ottobacias nível 6 em que as estimativas das demandas e das disponibilidades foram agregadas.

O Quadro 3.17 também mostra o Nível de Risco dos balanços contemplando as demandas determinadas no diagnóstico. É também mostrada a porcentagem da área de cada ottobacia nível 6 em relação à área total da Bacia do Paraopeba. Os valores exibidos foram coloridos de forma a evidenciar aqueles cenários (colunas) e ottobacias (linhas) em que o NR é mais significativo, utilizando uma escala que vai do verde (NR zero) ao vermelho (NR 8).

Como forma de facilitar a visualização dos resultados, os dados apresentados no Quadro 3.17 espacializados nas Figura 3.3 a Figura 3.6.

Quadro 3.17 - Níveis de Risco do Balanço Quantitativo nos Cenários

Sub-bacias	Ottobacias Nível 6	Nome do Rio	% da Ottobacia em Relação à Área Total	Cenários Tendenciais		Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
				Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo						
ALTO	749674	Rio Macaúbas	3,97%	3	4	3	3	3	3	2	2
ALTO	749675	Rio Paraopeba	1,02%	4	4	3	3	3	3	1	1
ALTO	749676	Ribeirão Cordeiros	1,23%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749677	Rio Paraopeba	1,09%	6	5	6	5	6	5	4	4
ALTO	749678	Ribeirão dos Paivas ou Pedra	1,34%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749679	Rio Paraopeba	1,05%	8	8	8	8	8	8	7	7
ALTO	749681	Ribeirão São José da Ponte Nova	0,66%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749682	Ribeirão Caiuaba de Cima	1,80%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749683	Rio Brumado	0,19%	1	2	0	0	0	0	0	0
ALTO	749684	Rio Camapuã	2,44%	3	1	2	1	2	1	0	0
ALTO	749685	Rio Paraopeba	1,13%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749686	Rio Brumado	1,37%	4	3	4	3	4	3	1	0
ALTO	749687	Rio Paraopeba	0,08%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749688	Ribeirão São José da Ponte Nova	0,48%	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTO	749689	Rio Paraopeba	1,04%	6	6	3	1	4	4	1	0
ALTO	749691	Rio Paraopeba	0,31%	0	1	0	0	0	1	0	0
ALTO	749692	Rio Paraopeba	4,98%	1	1	1	1	1	1	0	0
ALTO	749693	Ribeirão dos Paulos	0,44%	7	7	7	7	6	6	6	6

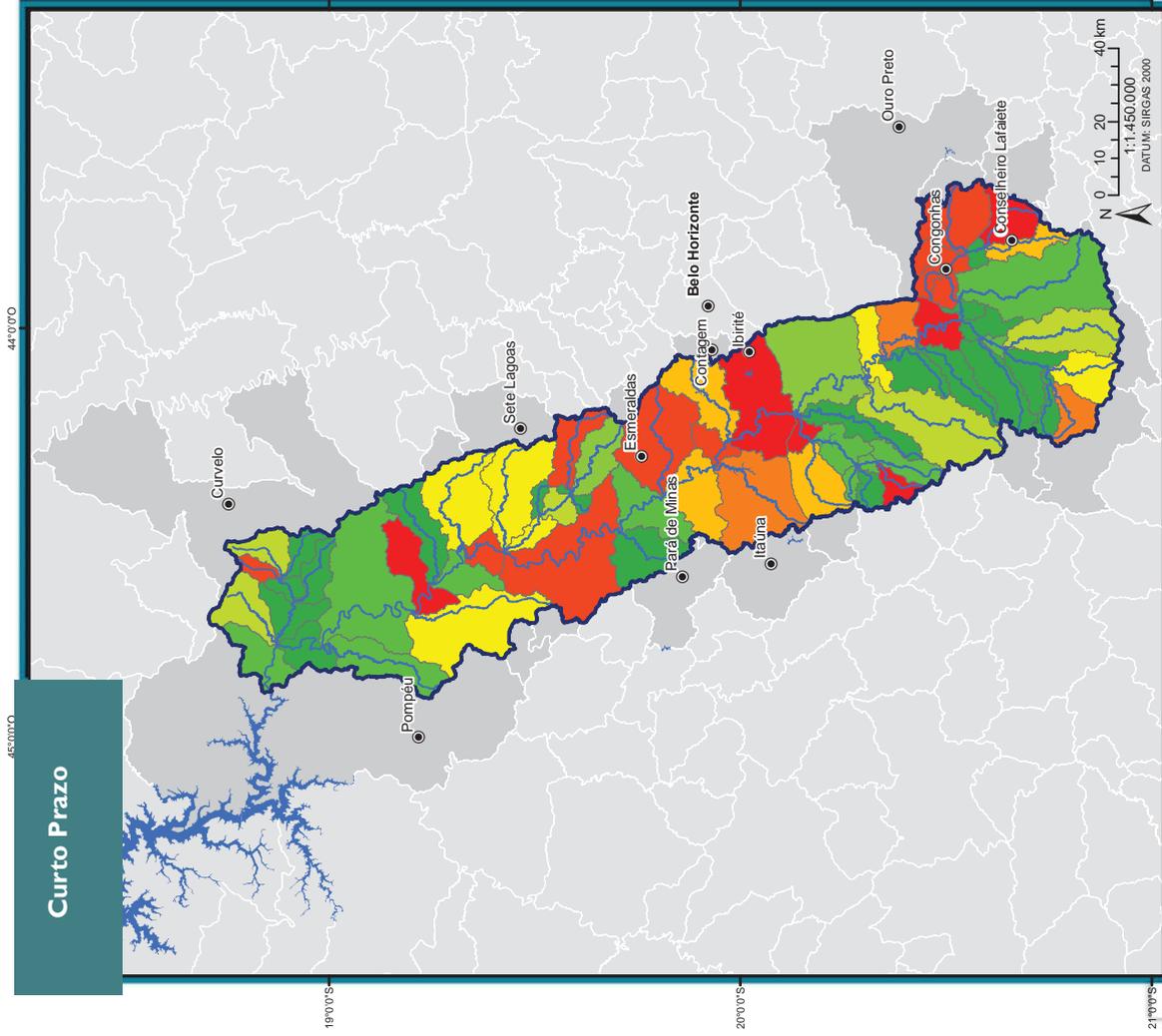
Sub-bacias	Ottobacias Nível 6	Nome do Rio	% da Ottobacia em Relação à Área Total	Cenários Tendenciais		Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
				Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo						
ALTO	749694	Córrego Santo Antônio ou Lagarto	0,37%	7	8	7	8	7	7	4	4
ALTO	749695	Rio Maranhão	0,76%	7	7	7	7	7	7	6	6
ALTO	749696	Ribeirão Soledade	2,04%	7	7	6	6	6	6	1	2
ALTO	749697	Rio Maranhão	0,26%	0	3	0	0	0	0	0	0
ALTO	749698	Ribeirão Bananeiras	0,82%	5	5	4	4	4	4	4	4
ALTO	749699	Rio Ventura Luís	1,28%	8	7	6	6	6	6	3	3
MÉDIO	749641	Ribeirão São João	0,01%	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749642	Ribeirão São João	2,77%	4	5	4	4	4	4	0	1
MÉDIO	749643	Ribeirão dos Macacos	0,52%	4	4	4	4	1	1	1	1
MÉDIO	749644	Córrego Riacho Fundo	0,25%	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749645	Ribeirão dos Macacos	0,55%	3	4	3	3	2	2	2	2
MÉDIO	749646	Córrego Carreira Comprida	0,17%	0	1	0	1	0	1	0	0
MÉDIO	749647	Ribeirão dos Macacos	0,05%	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749648	Ribeirão dos Macacos	1,33%	7	7	7	7	7	7	0	0
MÉDIO	749649	Ribeirão do Cipó	1,39%	2	3	1	2	1	1	1	1
MÉDIO	749651	Rio Paraopeba	5,27%	7	7	6	7	4	4	3	3
MÉDIO	749652	Ribeirão Cova d'Anta	1,77%	0	0	0	0	0	0	0	0

Sub-bacias	Ottobacias Nível 6	Nome do Rio	% da Ottobacia em Relação à Área Total	Cenários Tendenciais		Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
				Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo						
MÉDIO	749653	Rio Paraopeba	1,82%	1	1	0	1	0	1	0	0
MÉDIO	749654	Ribeirão Grande	3,34%	7	7	7	7	6	7	2	3
MÉDIO	749655	Rio Paraopeba	1,95%	5	5	5	1	5	1	0	0
MÉDIO	749656	Ribeirão Serra Azul	3,70%	6	7	6	6	6	6	5	5
MÉDIO	749657	Rio Paraopeba	0,62%	7	7	7	7	7	7	6	6
MÉDIO	749658	Rio Betim	2,03%	5	6	5	6	5	6	4	4
MÉDIO	749659	Rio Paraopeba	3,56%	8	8	7	8	7	7	5	5
MÉDIO	749661	Rio Manso	0,41%	8	8	8	8	8	8	8	8
MÉDIO	749662	Rio Veloso	1,77%	5	5	5	5	4	4	1	1
MÉDIO	749663	Rio Manso	0,99%	1	1	1	1	1	1	0	0
MÉDIO	749664	Córrego Barreiro	0,24%	1	1	1	1	1	1	1	1
MÉDIO	749665	Rio Manso	0,00%	2	2	1	1	1	1	1	1
MÉDIO	749666	Córrego do Baú	0,53%	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749667	Rio Manso	0,16%	1	1	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749668	Córrego Cachoeira	0,58%	8	7	7	7	7	7	7	7
MÉDIO	749669	Rio Manso	0,91%	1	0	1	1	1	1	1	1
MÉDIO	749671	Rio Manso	0,00%	0	0	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749672	Ribeirão Águas Claras	1,52%	0	7	0	0	0	0	0	0
MÉDIO	749673	Rio Paraopeba	4,16%	2	3	2	2	1	1	0	1
BAIXO	749619	Rio Paraopeba	1,36%	1	1	1	1	0	0	0	0
BAIXO	749621	Ribeirão dos Gomes	0,01%	0	0	0	0	0	0	0	0

Sub-bacias	Ottobacias Nível 6	Nome do Rio	% da Ottobacia em Relação à Área Total	Cenários Tendenciais		Cenário Alternativo 1		Cenário Alternativo 2		Cenário Alternativo 3	
				Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo	Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo	Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo	Projeção de Curto Prazo	Projeção de Longo Prazo
BAIXO	749622	Córrego do Meleiro	1,45%	3	1	3	0	3	1	3	0
BAIXO	749623	Ribeirão das Almas	1,07%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749624	Córrego do Gomes	0,86%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749625	Ribeirão das Almas	0,37%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749626	Córrego Boa Morte	0,40%	7	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749627	Ribeirão das Almas	0,01%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749628	Córrego da Prata	0,63%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749629	Córrego do Falcão	0,95%	3	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749631	Ribeirão dos Gomes	1,05%	0	0	0	0	0	0	0	0
BAIXO	749632	Ribeirão Pedro Moreira	2,02%	1	0	1	0	1	0	0	0
BAIXO	749633	Rio Paraopeba	5,49%	1	1	1	1	0	0	0	0
BAIXO	749634	Rio Pardo	3,94%	4	4	4	4	4	4	0	1
BAIXO	749635	Rio Paraopeba	1,67%	8	8	8	8	7	7	4	4
BAIXO	749636	Ribeirão do Chico	1,61%	0	1	0	1	0	1	0	0
BAIXO	749637	Rio Paraopeba	1,02%	1	1	1	1	0	1	0	0
BAIXO	749638	Ribeirão do Cedro	2,84%	4	5	4	4	4	4	1	1
BAIXO	749639	Rio Paraopeba	0,70%	7	7	7	7	6	6	3	3

FONTE: COBRAPE, 2018..

Curto Prazo

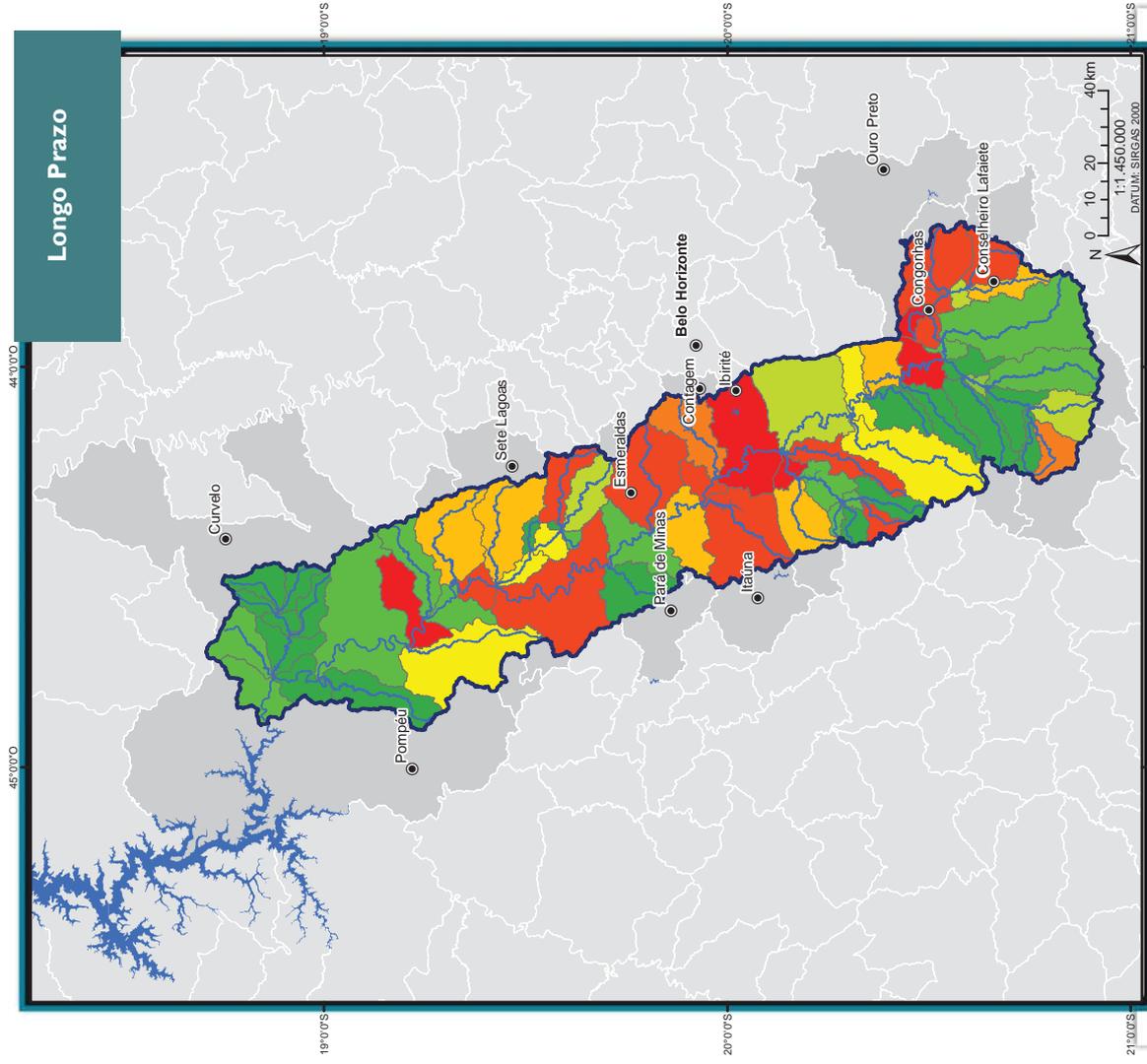


Legenda Níveis de Risco - Cenários Tendências



Nível de Risco	Demanda ou Carga Populacional 1	Demanda ou Carga Populacional 2	Condição de Risco
0	0	30% (de Q ₁₀)	Risco nulo
1	30% (de Q ₁₀)	Q _{10%}	Risco muito baixo, menor que a vazão mínima de referência para o planejamento de energia.
2	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco baixo, mas acima do limite de aplicação do planejamento de energia.
3	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco médio, sem necessidade de referência para o planejamento de energia.
4	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco alto, acima da base da regularização por meio de políticas de gestão de demanda exigido controle da demanda e a necessidade de planejamento energético.

Longo Prazo

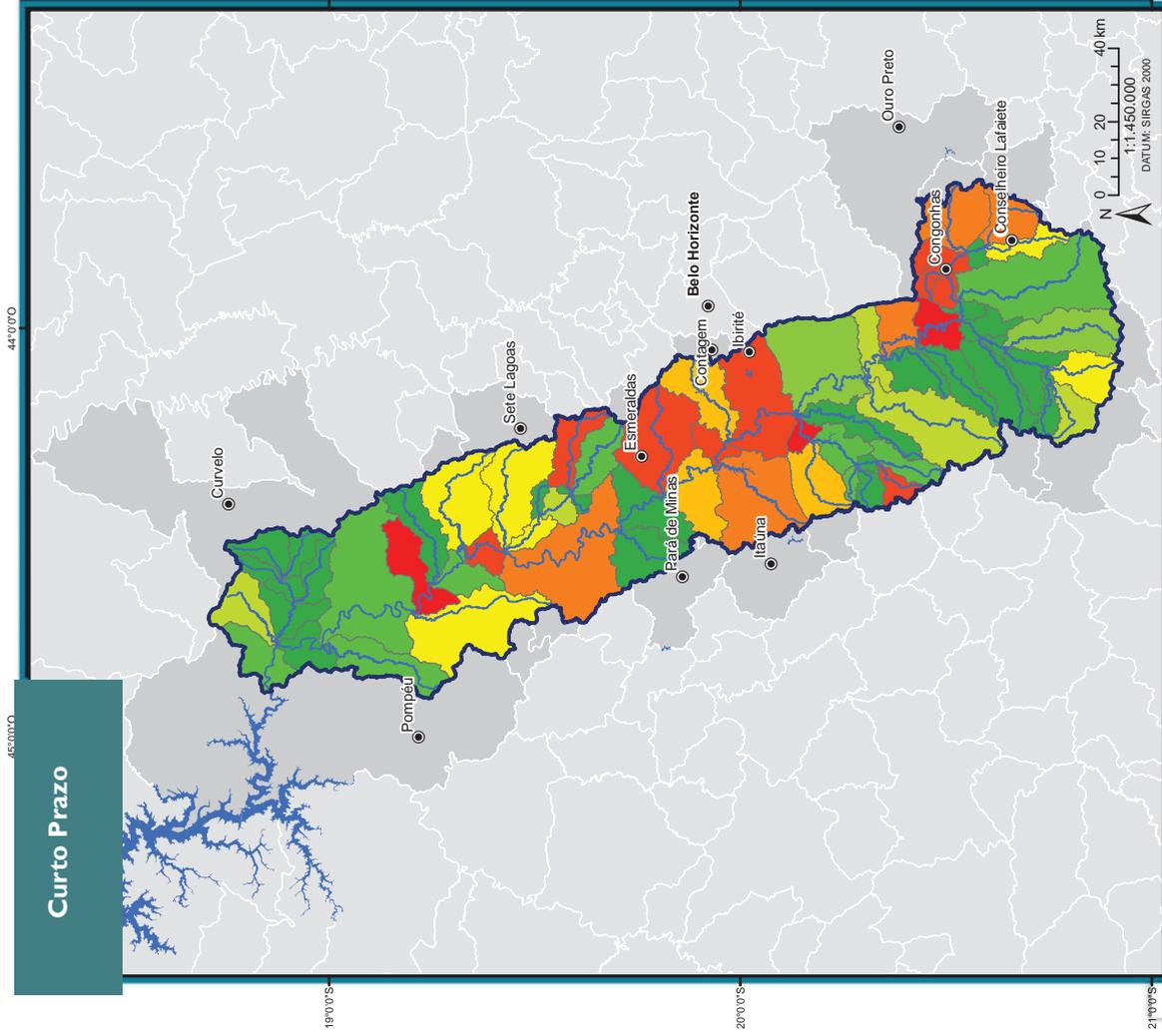


Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Nível de Risco	Demanda ou Carga Populacional 1	Demanda ou Carga Populacional 2	Condição de Risco
5	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco alto, acima da base da regularização por meio de políticas de gestão de demanda exigido controle da demanda e a necessidade de planejamento energético.
6	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco muito alto, exigido planejamento de demanda, vazão de diluição e disponibilidade em escala regional.
7	Q _{10%}	Q _{10%}	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.
8	Q _{10%}	Sem limite	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.

Curto Prazo

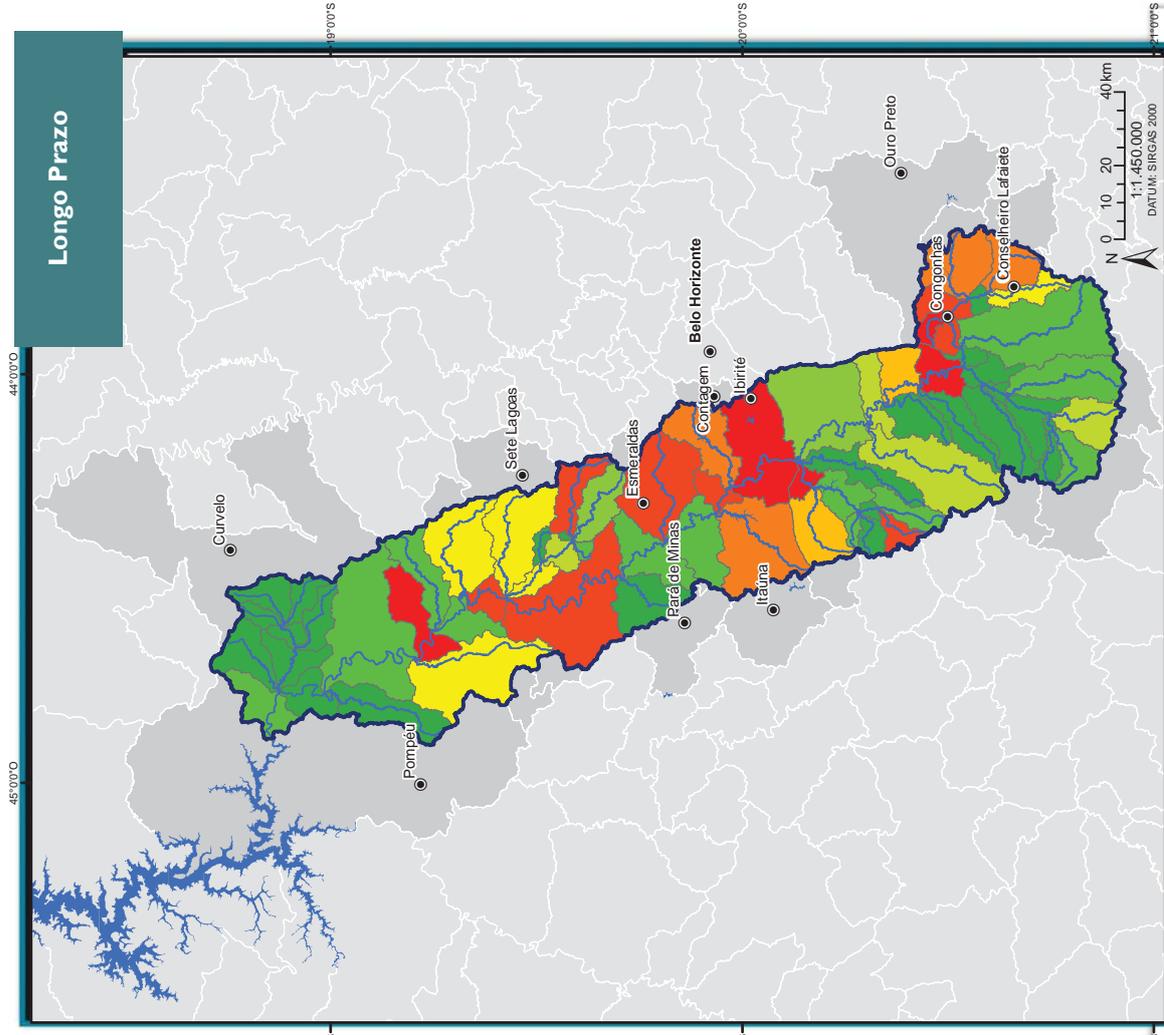


Legenda Níveis de Risco - Cenários Alternativos 1



Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
0	0	Risco nulo
1	30% de Q_{10}	Risco muito baixo, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
2	Q_{10}	Risco baixo, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
3	Q_{10}	Risco médio, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
4	Q_{10}	Risco médio-alto, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.

Longo Prazo

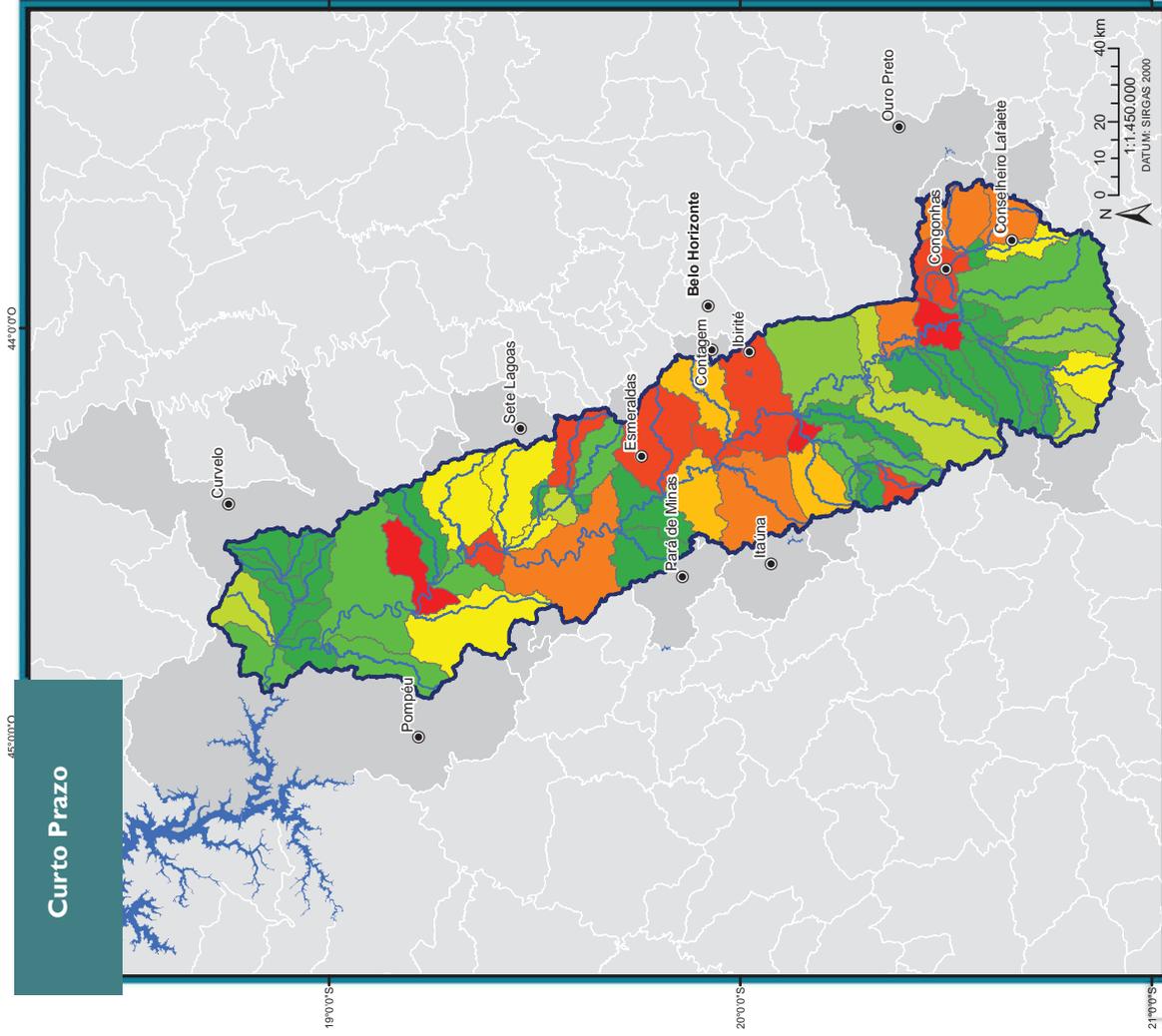


Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
5	Q_{10}	Risco alto, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
6	Q_{10}	Risco muito alto, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
7	Q_{10}	Risco muito alto, com administração adequada de diluição e controle de qualidade da água para o consumo humano.
8	Sem limite	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.

Curto Prazo

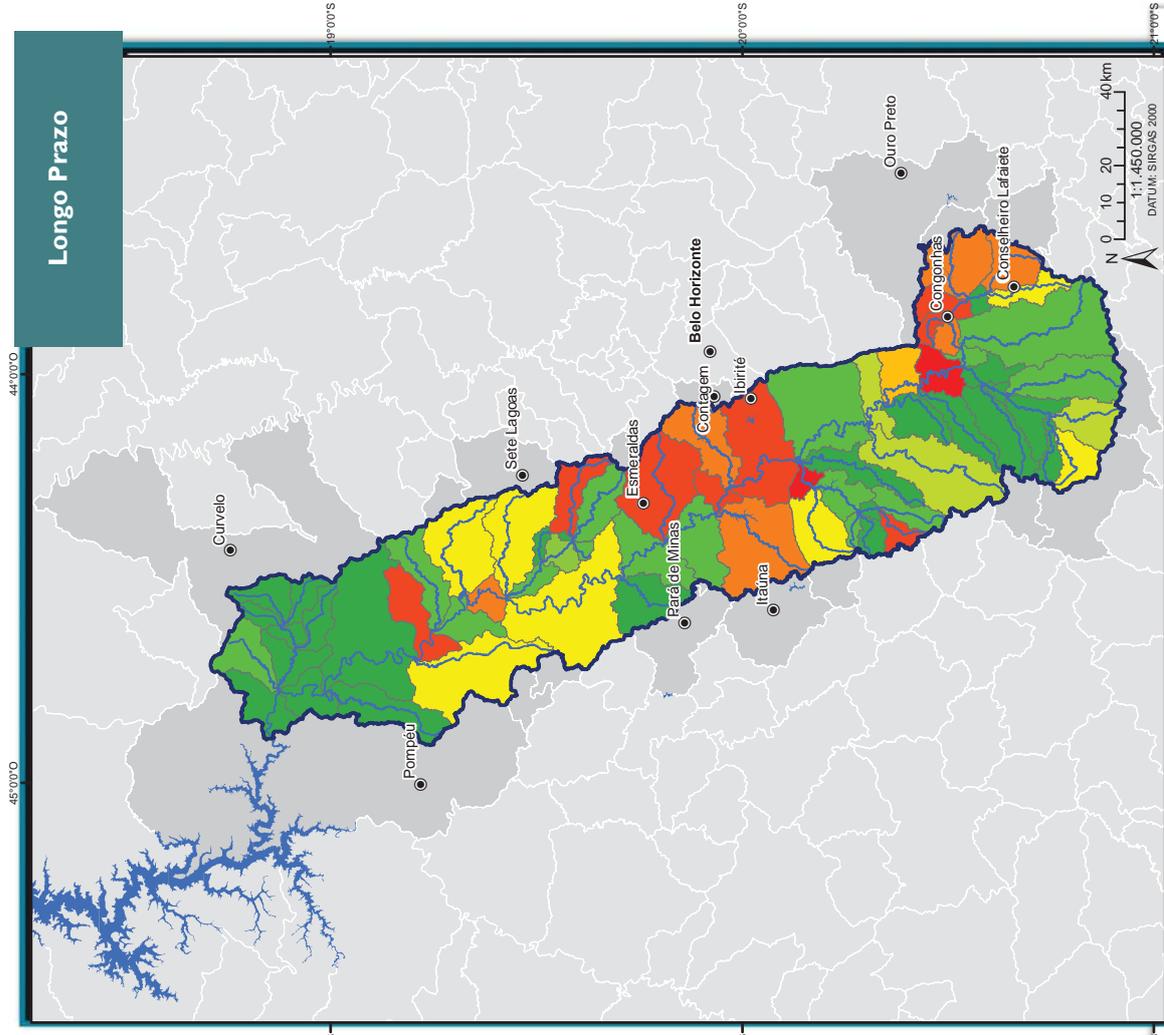


Legenda Níveis de Risco - Cenários Alternativos 2



Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
0	0	Risco nulo
1	30% de Q_{10}	Risco muito baixo, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
2	Q_{10}	Risco baixo, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
3	Q_{10}	Risco baixo, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
4	Q_{10}	Risco médio, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.

Longo Prazo

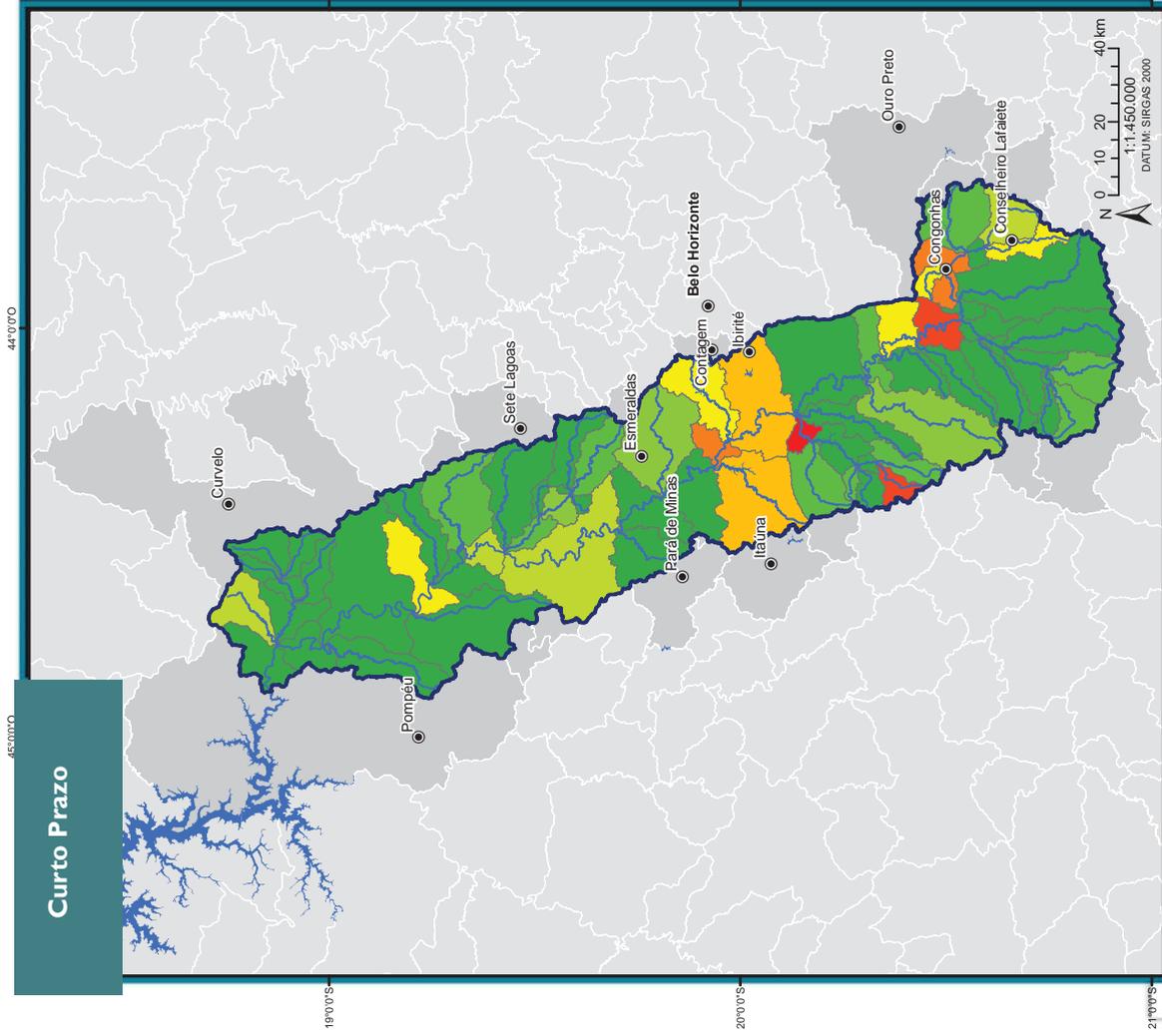


Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
5	Q_{10}	Risco alto, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
6	Q_{10}	Risco alto, com administração adequada de diluição e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
7	Q_{10}	Risco muito alto, exigindo controle de demanda e atenuação de impactos, com o limite de referência para o instrumento de gestão.
8	Sem limite	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.

Curto Prazo

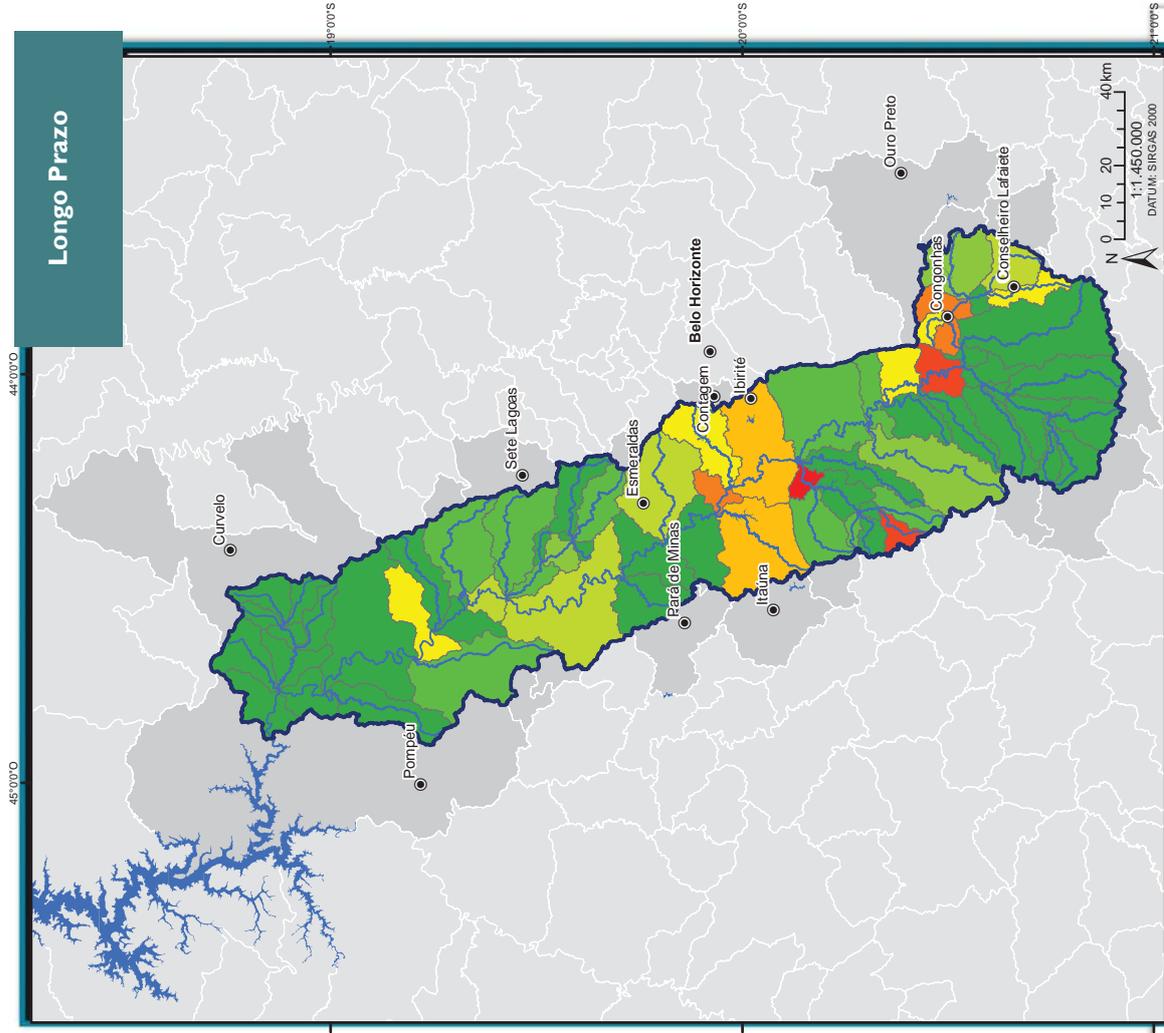


Legenda Níveis de Risco - Cenários Alternativos 3



Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
0	0	Risco baixo
1	30% de Q_{10}	Risco moderado, com administração integrada de diluição e tratamento de efluentes para o corpo receptor.
2	Q_{10}	Risco moderado, com administração integrada de diluição e tratamento de efluentes para o corpo receptor.
3	Q_{10}	Risco moderado, com administração integrada de diluição e tratamento de efluentes para o corpo receptor.
4	Q_{10}	Risco moderado, com administração integrada de diluição e tratamento de efluentes para o corpo receptor.

Longo Prazo



Convenções Cartográficas

- Principais Sedes Municipais
- Limite Municipal
- Hidrografia Principal
- Limite SF3: Rio Paraopeba
- Reservatório
- Municípios SF3: Rio Paraopeba

Nível de Risco	Demanda ou Carga Poluidora 2	Concentração de Risco Fase aos Instrumentos de Gestão
5	Q_{10}	Risco alto, acima da taxa de regeneração natural, exigindo controle de demanda e a necessidade de priorizar o planejamento de uso regularizado.
6	Q_{10}	Risco muito alto, exigindo gestão integrada de demanda, vazão de diluição e disponibilidade em escala regional.
7	Q_{10}	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.
8	Sem limite	Risco muito alto, incompatível com os sistemas de gestão de recursos hídricos.

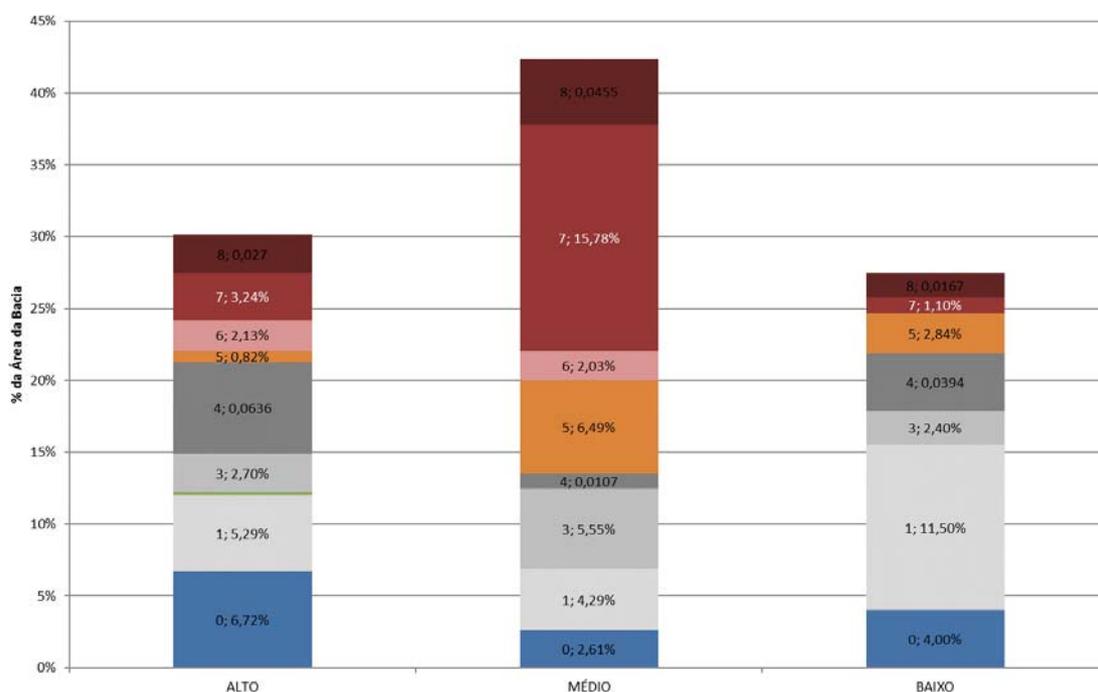
A análise dos resultados do balanço hídrico quantitativo a partir dos Níveis de Risco (Quadro 3.17) revela uma situação desafiadora para o sistema de gestão de recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba, principalmente nos seus trechos alto e médio. Os cenários tendenciais, tanto de curto prazo como de longo prazo, justamente por não considerarem qualquer tipo de restrição à expansão tendencial das demandas, indicam que somente em cerca de 1/3 da área da bacia (34%) as demandas projetadas ainda se situariam dentro dos limites dos critérios de outorga adotado pelo IGAM. Em cerca de 22% da área da bacia as demandas estariam acima desses critérios, mas ainda com condições técnicas de serem abastecidas mediante o uso de volumes de regularização, o que implica um nível de complexidade operacional adicional. Nos restantes 44% da bacia os níveis de risco seriam muito altos, com uma grande probabilidade das demandas não serem atendidas de forma satisfatória e regular.

Os cenários alternativos procuraram articular situações de restrição à ocupação de áreas com vistas à proteção dos recursos hídricos na bacia, bem como a possibilidade de restrição das demandas por critérios de criticidade em áreas específicas, estimadas com uma alta resolução de análise (ottobacias nível 8). Conforme pode ser observado no Quadro 3.17, mesmo no Cenário Alternativo 3 que maximiza essas restrições, as bacias hidrográficas mais impactadas pela mineração e pelas demandas de abastecimento público (incluindo a transposição para a RMBH) continuam a apresentar Níveis de Risco acima de 4.

Uma vez que, de acordo com a metodologia adotada, todos os cenários poderiam vir a ocorrer, selecionou-se em cada das 73 ottobacias nível 6 a pior situação de Níveis de Risco do balanço quantitativo em todos os cenários para uma análise comparativa condensada, determinando assim o “cenário do pior caso” em cada ottobacia. A Figura 3.7 abaixo mostra, para o “cenário do pior caso”, a distribuição da área da bacia em Níveis de Risco para os trechos alto, médio e baixo do rio Paraopeba.

Observando a Figura 3.7 fica evidente a situação particularmente preocupante no médio Paraopeba onde aproximadamente 30% da área da bacia poderá se situar além dos instrumentos de controle previsto na legislação, e até mesmo de medidas estruturais complexas para poder fazer face à evolução das demandas. A situação é um pouco melhor no Alto Paraopeba, ainda assim com riscos excessivos em algumas áreas, e menos preocupante no Baixo Paraopeba, embora também sejam previstas algumas áreas com Nível de Risco excessivo.

Figura 3.7 - Distribuição da Área da Bacia do Rio Paraopeba em Níveis de Risco



FONTE: COBRAPE, 2018.

3.5. Balanço Hídrico Qualitativo

O balanço hídrico qualitativo considerou a metodologia de níveis de risco apresentada no item 2.8. Para esta análise não foi utilizado nenhum modelo, pois no presente relatório a análise é realizada de maneira simplificada relacionando as vazões de diluição necessárias para que o rio fique no enquadramento vigente.

A análise do balanço hídrico qualitativo tem como principal objetivo identificar as áreas onde estarão os maiores riscos de não atendimento do parâmetro de DBO na Bacia Paraopeba. Embora tanto as cargas poluidoras como as disponibilidades tenham sido determinados no nível das 11.477 células do cubo, estas foram agregadas no nível 6 de ottobacia para a avaliação do NR dos balanços qualitativos. Conforme já descrito em outros itens do presente relatório, a agregação em escalas menores é parte do procedimento utilizado na metodologia dos cenários na inspeção daquelas sub-bacias que podem apresentar riscos significativos e implica a utilização da codificação em ottobacias com a qual é montado o banco de dados de informações georreferenciadas (o “cubo”).

As Figura 3.8 aFigura 3.11 foram elaboradas a partir dos resultados da análise de risco do balanço qualitativo no horizonte do Plano (2040) para os Cenários Tendenciais e Alternativos, respectivamente.

O Quadro 3.18 apresenta a síntese da análise do risco do balanço hídrico qualitativo para todos os cenários no horizonte do Plano, o ano de 2040. Os Níveis de Risco estão mostrados para as 73 ottobacias nível 6 em que as estimativas das demandas e das disponibilidades foram agregadas.

O Quadro 3.18 também mostra o Nível de Risco dos balanços contemplando as demandas determinadas no diagnóstico. É também mostrada a porcentagem da área de cada ottobacia nível 6 em relação à área total da Bacia do Paraopeba. Os valores exibidos foram coloridos de forma a evidenciar aqueles cenários (colunas) e ottobacias (linhas) em que o NR é mais significativo, utilizando uma escala que vai do verde (NR zero) ao vermelho (NR 8).

Como forma de facilitar a visualização dos resultados, os dados apresentados no Quadro 3.18 foram espacializados nas Figura 3.8 a Figura 3.11.