



PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PSH-RMBH

PRODUTO 1 – PLANO DE TRABALHO

RF001



Março de 2022

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Produto 1 – Plano de Trabalho**, que corresponde ao relatório de planejamento técnico e físico, contendo o detalhamento metodológico, os prazos previstos de execução das atividades, a alocação de recursos humanos, materiais e tecnológicos, cronograma de execução das ações e os detalhes metodológicos a serem empregados na elaboração do Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PSH-RMBH.

Este produto tem por base a proposta técnica apresentada no processo licitatório e está orientado de modo a atender ao Termo de Referência que norteia a elaboração do PSH-RMBH, contratado pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Março de 2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo geral.....	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PSH-RMBH	15
4. CONCEITUAÇÃO E ARTICULAÇÃO COM PLANOS E PROGRAMAS VIGENTES	18
4.1. Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH	22
4.2. Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais	24
4.3. Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos Água	25
4.4. Plano Mineiro de Segurança Hídrica – PMSH.....	26
4.5. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/MG.....	27
4.6. Planos Diretores de Bacias Hidrográficas	29
4.6.1. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio das Velhas	29
4.6.2. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraopeba	32
4.6.3. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Pará.....	35
4.7. Planos Municipais de Saneamento Básico.....	36
4.8. Enquadramentos dos Corpos de Água.....	37
4.8.1. Rio Pará	39
4.8.2. Rio Paraopeba.....	39
4.8.3. Rio das Velhas	40
4.9. Protocolo de intenções do Alto Rio das Velhas	41
4.10. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI-RMBH.....	42
5. ESTRATÉGIAS GERAIS PARA ELABORAÇÃO DOS TRABALHOS	44
5.1. Coleta e Sistematização de Dados.....	44
5.2. Divisão da área de estudo em unidades de análise	47
5.3. Participação pública e Comunicação Social	48
5.3.1. Oficinas para discussão dos resultados dos mapas temáticos e seleção das áreas prioritárias.....	48
5.3.2. Oficina voltada a promover o engajamento e facilitação para a implementação do PSH-RMBH	50
5.3.3. Atividades de comunicação social e mobilização, procedimentos e apresentação de resultados.....	51
5.3.4. Formato de realização das oficinas	54

6. INDICAÇÕES METODOLÓGICAS PARA ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS	56
6.1. Produto 1 – Plano de Trabalho.....	56
6.2. Produto 2 – Estudos e Levantamentos Diagnósticos	56
6.2.1. Subproduto 2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água.....	57
6.2.2. Subproduto 2B – Estudo de demanda hídrica pelo uso da água	63
6.2.3. Subproduto 2C – Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário	70
6.2.4. Subproduto 2D – Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas.....	72
6.2.5. Subproduto 2E – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos	74
6.2.6. Subproduto 2F – Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos...	80
6.2.7. Subproduto 2G – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens	83
6.2.8. Subproduto 2H – Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	86
6.2.9. Subproduto 2I – Estudo da situação do saneamento básico.....	88
6.2.10. Subproduto 2J – Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções	90
6.3. Produto 3 – Identificação das áreas prioritárias para Segurança Hídrica	93
6.3.1. Subproduto 3A – Mapeamento preliminar das áreas prioritárias para a segurança hídrica	95
6.3.2. Subproduto 3B – Mapeamento consolidado das áreas prioritárias para a segurança hídrica.....	98
6.4. Produto 4 – Banco de projetos	98
6.4.1. Subproduto 4A – Ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão).	98
6.5. Produto 5 – Plano de Mobilização, Comunicação Social e Educação Ambiental .	106
6.5.1. Subproduto 5A – Produtos e ações de mobilização, comunicação social e educação ambiental	106
6.5.2. Subproduto 5B – Plano de mobilização, comunicação social, e educação ambiental para implementação do PSH-RMBH	107
6.6. Produto 6 – Resumo Executivo do PSH-RMBH	108
7. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES	109
8. PRODUTOS E ROTINA DE ENTREGA.....	111
9. EQUIPE E ORGANOGRAMA FUNCIONAL	114
9.1. Equipe Técnica	114
9.2. Organograma.....	115
10. CRONOGRAMA GERAL.....	117



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

11. RECURSOS FÍSICOS E TECNOLÓGICOS A SEREM DISPONIBILIZADOS	119
11.1. Recursos físicos.....	119
11.2. Software de uso geral	120
11.3. Software para Sistemas de Informações	120
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Municípios localizados na área de abrangência do PSH-RMBH.....	16
Quadro 4.1 – Dimensões da Segurança Hídrica.	20
Quadro 4.2 – Arquitetura do PERH-MG.....	28
Quadro 6.1 – Composição do Produto 2.....	56
Quadro 6.2 – Metodologias para estimativas de demandas hídricas	64
Quadro 6.3 – Sementes de futuro para o PNRH 2022-2040.	66
Quadro 6.4 – Caracterização dos cenários nacionais do PNRH 2022-2040.....	67
Quadro 6.5 – Indicadores para avaliação da segurança hídrica e eventos extremos.....	78
Quadro 6.6 – Matriz de classificação das captações a jusante de barragens em situação de atenção	85
Quadro 6.7 – Composição do Produto 3.....	94
Quadro 6.8 – Exemplos de mapas gerados no Mapeamento Analítico em um Plano de Recursos Hídricos	95
Quadro 6.9 – Composição do Produto 5.....	106
Quadro 8.1 – Produtos, Subprodutos e Relatórios	111
Quadro 9.1 – Equipe técnica do PSH-RMBH.	114
Quadro 10.1 – Cronograma físico das atividades.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – Objetivos da segurança hídrica.	20
Figura 4.2 – Relação entre revitalização, ecossistemas e sistemas humanos.	21
Figura 4.3 – Elaboração da Análise Integrada no PNSH.....	23
Figura 4.4 – Estrutura do PSH.	23
Figura 4.5 – Estrutura do Plano de Ação das Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais. 25	
Figura 4.6 – Estrutura do Plano de Ação do PDRH do Rio das Velhas.	30
Figura 4.7 – Metas intermediárias assumidas pela agenda estratégica azul do PDRH Rio das Velhas.	31
Figura 4.8 – Diretrizes e ações associadas a agenda estratégica azul do PDRH Rio das Velhas.	32
Figura 4.9 – Programas e ações da estratégia 1 do PDRH Rio Paraopeba.	33
Figura 4.10 – Programas e ações da estratégia 2 do PDRH Rio Paraopeba.	34
Figura 4.11 – Programas e ações da estratégia 2 do PDRH do Rio Paraopeba.	35
Figura 4.12 – Ações do Programa 2 do PDRH Rio Pará.	36
Figura 4.13 – Ações do Programa 3 do PDRH Rio Pará.	36
Figura 6.1 – Cenários para o PNRH 2022-2040.	67
Figura 6.2 – Estrutura representativa para definição da vulnerabilidade, no contexto da mudança do clima.	76
Figura 6.3 – Proposta de estrutura para o banco de projetos e programas.	100
Figura 6.4 – Conteúdo mínimo dos Projetos e Programas.	101
Figura 6.5 – Matriz de desenho do fluxo do processo para determinado tema a ser detalhado no MOP	105
Figura 7.1 – Fluxograma das atividades.	110
Figura 9.1 – Organograma da equipe.	116



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

LISTA DE MAPAS

Mapa 3.1 – Área de abrangência do PSH-RMBH..... 17

Elaborado por:



Nº da revisão:

Código do Documento:

ARMBH_RMBH_PSH_RF001_R01

8/127

LISTA DE SIGLAS

- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANM** – Agência Nacional de Mineração
- APP** – Área de Preservação Permanente
- ARMBH** – Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte
- ARSAE** – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais
- CBH** – Comitê de Bacia Hidrográfica
- CERH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- CEMIG** – Companhia Energética de Minas Gerais
- CG** – Comitê Gestor
- COBRAPE** – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimento
- COGERH** – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPAM** – Conselho Estadual de Política Ambiental
- COPASA** – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
- CRH** – Conselho de Recursos Hídricos
- CTPLAN** – Câmara Técnica do Plano
- CT** - Contaminação por Tóxico
- CV** – Coeficiente de Variação
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- DNPM** – Departamento Nacional de Produção Mineral
- DPA** – Dano Potencial Associado
- FEAM** – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- FHIDRO** – Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais
- FMA** – Fórum Mundial das Águas
- EE** - Ensaio Ecotoxicológicos
- EEA** – *European Environment Agency*
- ESRI** – *Environmental Systems Research Institute*
- ETA** – Estação de Tratamento de Água
- ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto
- GEE** – Gases de Efeito Estufa
- GEF** – Fundo para Meio Ambiente Mundial
- GMHEC** – Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos
- GT** – Grupo de Trabalho
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMS** – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
- IDE** – Infraestrutura de Dados Espaciais

IEF – Instituto Estadual de Florestas

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INDI – Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IQA – Índice de Qualidade de Água

IET – Índice de Estado Trófico

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISH – Índice de Segurança Hídrica

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

MCGs – Modelos Climáticos Globais

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MG – Minas Gerais

OEA – Organização dos Estados Americanos

ONG – Organização Não Governamental

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU – Organização das Nações Unidas

PBH-SF – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PDDI – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado

PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB – Produto Interno Bruto

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PMSH – Plano Mineiro de Segurança Hídrica

PNQA – Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

PNSH – Plano Nacional de Segurança Hídrica

PSH – Plano de Segurança Hídrica

PSH – Programa de Segurança Hídrica

PRH – Plano de Recursos Hídricos

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

RHN – Rede Hidrometeorológica Nacional

RSB – Relatório de Segurança de Barragens

S2iD – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SAA – Sistemas de Abastecimento de Água

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEDE – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico



SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEGRH – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEINFRA – Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade
SEPLAG – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais
SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SIGBM – Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração
SIMGE – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais
SMPOG – Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão
SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SNIRH – Sistema Nacional de Recursos Hídricos
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNISB – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SSD – Sistema de Suporte a Decisão
SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital
UEG – Unidade Especial de Gestão
UFLA – Universidade Federal de Lavras
UFV – Universidade Federal de Viçosa
UHE – Usina Hidrelétrica
UN-Water – *United Nations Water*
UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
USGS – *United States Geological Survey*
USP – Universidade de São Paulo
UTE – Unidade Territorial Estratégica

1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH possui um total de 34 municípios onde reside uma população de aproximadamente seis milhões de habitantes, sendo Belo Horizonte o município mais populoso, com mais de dois milhões de habitantes. Esse aglomerado urbano é o terceiro maior do Brasil e tanto o abastecimento humano, quanto as atividades produtivas, estão em risco de desabastecimento na região segundo as projeções para 2035 realizadas no âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica (ANA, 2019a): aproximadamente 38% da população residente, 15% da produção industrial, 13% da irrigação e 2% da pecuária.

Além de eventos extremos ligados ao clima, como as estiagens prolongadas ocorridas em anos recentes, a região foi fortemente impactada pelo evento de rompimento das Barragens B-I, B-IV e B-IVA do Córrego do Feijão, em Brumadinho, em 2019. O que colocou em evidência a necessidade de elaborar medidas de planejamento para a melhoria da segurança hídrica na região.

Além dos eventos passados, há riscos associados aos rompimentos de outras barragens na região, o que coloca o abastecimento da população e o atendimento das atividades produtivas sob possibilidade iminente de grave escassez hídrica (ARMBH, 2021). É devido a esse contexto que está sendo elaborado o PSH-RMBH.

Este primeiro produto contempla o Plano de Trabalho e está estruturado com esta introdução no Capítulo 1. No Capítulo 2 é apresentada uma breve descrição da área de abrangência do PSH-RMBH. No Capítulo 3 apresenta-se uma abordagem conceitual sobre segurança hídrica e indica os principais instrumentos de planejamento que deverão ser considerados na elaboração do PSH-RMBH.

O Capítulo 4 apresenta as estratégias gerais e diretrizes que servirão para nortear o desenvolvimento do PSH-RMBH. São questões centrais: a coleta e sistematização de dados; as unidades de análises a serem utilizadas e o processo de comunicação e mobilização social.

O relatório entra então em seu capítulo mais central, o Capítulo 5, com a apresentação dos dados e informações a serem utilizados no desenvolvimento das atividades e as indicações metodológicas, abrangendo a relação de Produtos, Subprodutos e Relatórios a serem entregues. Entende-se que este capítulo busca consensuar com a Agência de



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte – ARMBH as bases com que serão realizadas as atividades, considerando o Termo de Referência e a Proposta apresentada no processo licitatório.

Finalmente, nos Capítulos de 6 a 10, é apresentada a organização para o desenvolvimento do trabalho com lista dos produtos a serem entregues (Capítulo 6), rotina de entrega, avaliação e aprovação dos produtos (Capítulo 7), descrição da equipe técnica mobilizada para os serviços (Capítulo 8), cronograma das atividades (Capítulo 9) e recursos físicos e tecnológicos a serem disponibilizados (Capítulo 10) O relatório é encerrado pela apresentação das referências realizadas à literatura e a documentos técnicos (Capítulo 11).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaboração do Plano de Segurança Hídrica da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PSH-RMBH).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Subsidiar a **gestão de recursos hídricos** na Região Metropolitana de Belo Horizonte;
- Definir **áreas prioritárias com vistas à segurança hídrica** da Região Metropolitana de Belo Horizonte, hierarquizando-as e estabelecendo a urgência para a implementação das ações por unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos;
- Propor **banco de projetos** com a definição de ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas em quatro eixos de atuação: (1) Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionadas à água; (2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos; (3) Saneamento, controle da poluição e obras hídricas, (4) Garantia da quantidade e qualidade do abastecimento da RMBH;
- Propor **Plano de Comunicação, Mobilização e Educação Ambiental** visando difundir informações e conhecimentos no contexto da implementação do PSH-RMBH.

3. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PSH-RMBH

A área de abrangência do PSH-RMBH foi delimitada a partir das sub-bacias definidas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos rios Pará, Paraopeba e das Velhas, cujas bacias contém parte dos municípios da RMBH em seu território. Dessa forma, o limite municipal não foi critério preponderante para a delimitação da área de abrangência do PSH-RMBH. Além dos municípios da RMBH, foram considerados ainda, parte dos municípios do Colar Metropolitano.

No total, a área de abrangência do PSH-RMBH contempla total ou parcialmente 71 municípios, sendo 34 municípios da RMBH, 12 municípios do Colar Metropolitano e outros 25 municípios que estão inseridos nas áreas de drenagens das bacias que drenam para a RMBH. O Quadro 3.1 apresenta a lista de municípios identificando aqueles que pertencem à RMBH, aqueles que pertencem ao Colar Metropolitano e os demais municípios. O Mapa 3.1 apresenta a localização da área de estudo.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011), esse conjunto de municípios abriga uma população total de 5,65 milhões de habitantes, sendo 5,60 milhões habitantes de áreas urbanas e 197 mil habitantes de áreas rurais. O maior quantitativo populacional está em Belo Horizonte, que abriga uma população total de 2,37 milhões de habitantes com uma densidade demográfica de 7,2 mil hab./km². Já o menor quantitativo está em Fortuna de Minas, com um total de 2,7 mil habitantes.

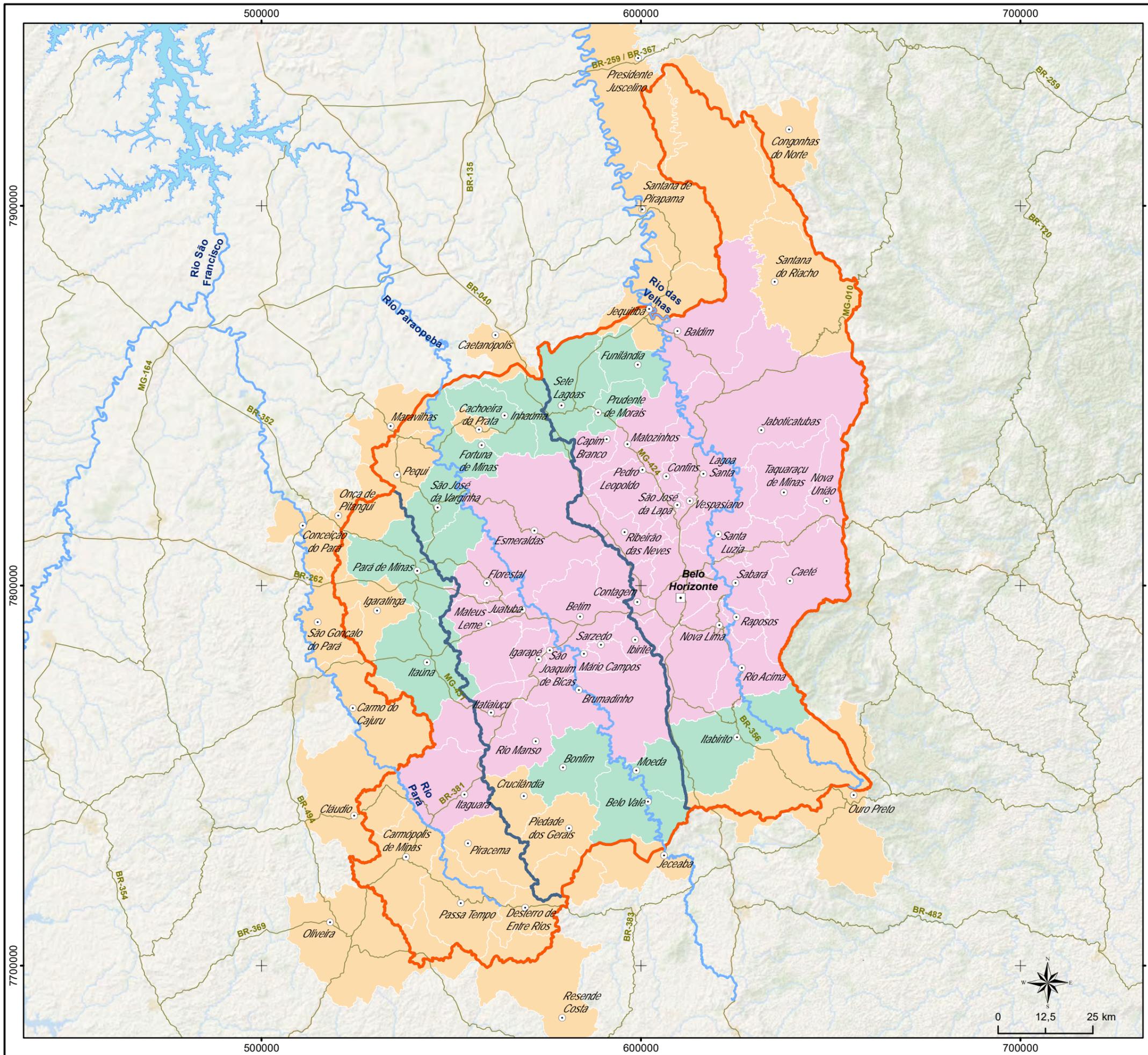
Essa população está concentrada na porção central da área de abrangência do PSH-RMBH, em Belo Horizonte e seu entorno, formando uma grande mancha urbana localizada na principalmente na bacia do Rio das Velhas, mas que se expande para a bacia do Rio Paraopeba. Nesta região estão praticamente todos os municípios com mais de 100 mil habitantes, a exceção é Sete Lagoas, localizada fora da RMBH, no Colar Metropolitano, na porção Norte da área de abrangência e na bacia do Rio da Velhas.

A caracterização da área de estudo no presente Plano de Trabalho tem por objetivo tão somente delimitar a abrangência do PSH-RMBH. Por este motivo, não é realizada uma extensa descrição de informações de diagnóstico ou prognóstico, considerando-se que estas informações serão apresentadas durante a elaboração do Plano.

Quadro 3.1 – Municípios localizados na área de abrangência do PSH-RMBH.

Municípios da RMBH	Municípios do Colar Metropolitano	Demais municípios
<ul style="list-style-type: none"> • Baldim • Belo Horizonte • Betim • Brumadinho • Caeté • Capim Branco • Confins • Contagem • Esmeraldas • Florestal • Ibirité • Igarapé • Itaguara • Itatiaiuçu • Jaboticatubas • Juatuba • Lagoa Santa • Mário Campos • Mateus Leme • Matozinhos • Nova Lima • Nova União • Pedro Leopoldo • Raposos • Ribeirão das Neves • Rio Acima • Rio Manso • Sabará • Santa Luzia • São Joaquim de Bicas • São José da Lapa • Sarzedo • Taquaraçu de Minas • Vespasiano 	<ul style="list-style-type: none"> • Belo Vale • Bonfim • Fortuna de Minas • Funilândia • Inhaúma • Itabirito • Itaúna • Moeda • Pará de Minas • Prudente de Moraes • São José da Varginha • Sete Lagoas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cachoeira da Prata • Caetanópolis • Carmo do Cajuru • Carmópolis de Minas • Cláudio • Conceição do Pará • Congonhas do Norte • Crucilândia • Desterro de Entre Rios • Igaratinga • Jeceaba • Jequitibá • Maravilhas • Oliveira • Onça de Pitangui • Ouro Preto • Passa Tempo • Pequi • Piedade dos Gerais • Piracema • Presidente Juscelino • Resende Costa • Santana de Pirapama • Santana do Riacho • São Gonçalo do Pará

Fonte: elaboração própria.



Mapa 2.1 – Área de abrangência do PSH-RMBH

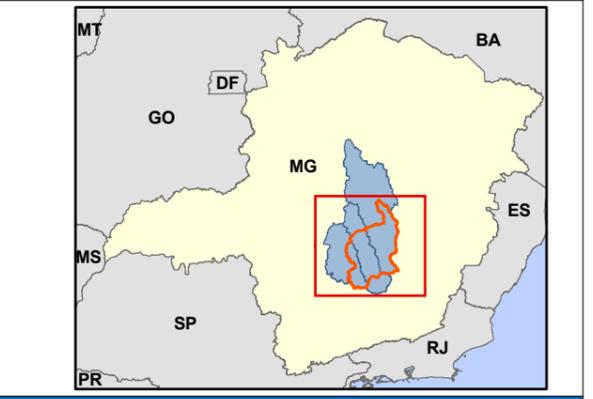
Legenda

- Capital estadual
- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovias principais
- 🗺️ Área de abrangência do PSH - RMBH
- 🗺️ Sub-bacias

Municípios na área de abrangência

- 🗺️ Região Metropolitana de BH
- 🗺️ Colar Metropolitano
- 🗺️ Demais municípios

Localização



Informações

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2021
 - Limite municipal: IDESISEMA, 2021
 - Limite estadual: IBGE, 2021
 - Hidrografia: IDESISEMA, 2021
 - Rodovias: selecionado a partir de IBGE, 2021
 - Área de abrangência: elaborado com base no Edital - Concorrência 01/2021 (34950349) - SEI 2430.01.0000384/2021-14 / pg. 14

Sistema de Coordenadas UTM
 Datum SIRGAS2000
 Zona 23S
 Escala: 1:1.000.000

Elaboração: Isabel C. Rekowski Data: mar/2022

Dados do Projeto

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PSH-RMBH

Execução técnica: **PROFILL** Realização: **AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE**

MINAS GERAIS

4. CONCEITUAÇÃO E ARTICULAÇÃO COM PLANOS E PROGRAMAS VIGENTES

A primeira menção explícita à segurança hídrica no cenário político internacional ocorreu no 2º Fórum Mundial da Água, em Haia, Países Baixos. Na ocasião, a segurança hídrica foi definida como “garantir que águas doces, costeiras e seus ecossistemas relacionados sejam protegidos e melhorados; que o desenvolvimento sustentável e estabilidade política sejam promovidos, que toda pessoa tenha acesso a água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a parcela vulnerável da sociedade seja protegida dos riscos relacionados à água” (2ND WORLD WATER FORUM, 2000).

Desde então, a segurança hídrica se apresenta como um termo com múltiplos significados, variáveis com o contexto no qual o conceito se insere. Sete edições depois, visando um melhor entendimento e aperfeiçoamento desta discussão, a “Segurança Hídrica para a Paz e o Desenvolvimento” será o tema central da 9ª edição do Fórum Mundial das Águas – FMA, que deverá ocorrer no ano de 2022.

Mais recentemente, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE definiu segurança hídrica como a manutenção de um nível aceitável para quatro tipos de risco relacionados à água:

- Escassez (incluindo secas): Insuficiência de água para suprir a demanda (no curto e longo prazo) para todos os usos (doméstico, econômico e ambiental);
- Qualidade inadequada: Insuficiência de água de qualidade para um propósito ou uso particular;
- Excesso (incluindo inundações): Extravasamento dos limites normais de um corpo d’água (natural ou construído), ou a destruição pela água de áreas que normalmente não estão submersas;
- Subestimar a resiliência à capacidade de suporte de corpos de água doce: Exceder a capacidade de corpos d’água superficiais ou subterrâneos, e suas interações; cruzar pontos onde o dano às funções hidráulicas e biológicas do sistema hídrico são irreversíveis.

Embora apresente uma abordagem mais técnica, essa definição traz as dificuldades de avaliar estes riscos, e deixa em segundo plano fatores importantes como a

conservação da biodiversidade (que estaria indiretamente relacionada à capacidade de suporte dos corpos de água).

A UN-Water define segurança hídrica como “a capacidade da população de garantir acesso sustentável a quantidades adequadas de água em condições aceitáveis de qualidade para o sustento e bem-estar humano, desenvolvimento socioeconômico, garantia de proteção contra desastres relacionados à água e poluição e para preservar ecossistemas, em um clima de paz e estabilidade política” (UN-WATER, 2013). Um esquema representando estes quatro objetivos está apresentado na Figura 4.1.

A definição atualmente utilizada no Brasil, que consta no PNSH (ANA, 2019a), alinhada ao conceito da UN-Water (2013), é “disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país” (ANA, 2019a). Essa definição é a mesma apresentada no Termo de Referência para a elaboração do PSH-RMBH, o que indica um alinhamento conceitual e institucional salutar para o planejamento e, também, para a implementação das políticas públicas.



Figura 4.1 – Objetivos da segurança hídrica.
Fonte: Adaptado de UN-Water (2013).

Quadro 4.1 – Dimensões da Segurança Hídrica.

Dimensões	PNSH e PSH-RMBH	ONU-ÁGUA
Abastecimento humano	Necessidades humanas	Sustento e bem-estar humano
Atividade econômica	Atividades econômicas	Desenvolvimento socioeconômico
Conservação ambiental	Conservação dos ecossistemas aquáticos	Preservar ecossistemas
Resiliência	Nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias	Garantia de proteção contra desastres relacionados à água e poluição

Fonte: Elaboração própria.

As duas definições trazem as quatro dimensões: abastecimento humano, atividades econômicas, conservação ambiental e proteção contra eventos extremos e acidentes, sendo que a definição da ONU traz ainda dimensões adicionais de paz e estabilidade política, cooperação transfronteiriça, financiamento e boa governança.

O Termo de Referência também traz o conceito de medidas estruturais e não estruturais, onde cabe a relação com os conceitos de Speed *et al.* (2016), apresentados na Figura 4.2: (i) Qualidade Ambiental, em ações ativas ou estruturais voltadas a recuperação e proteção e ações não estruturais de melhor planejamento da ocupação territorial; (ii) Oferta Hídrica, no que é estrutural com possíveis implantações de infraestruturas hídricas que aumentam a disponibilidade e no que são ações não estruturais no controle das demandas e; (iii) Riscos Associados a Água, com ações estruturais também voltadas a novas infraestruturas de proteção e nas ações não estruturais com o planejamento e gestão dos fatores determinantes de risco.

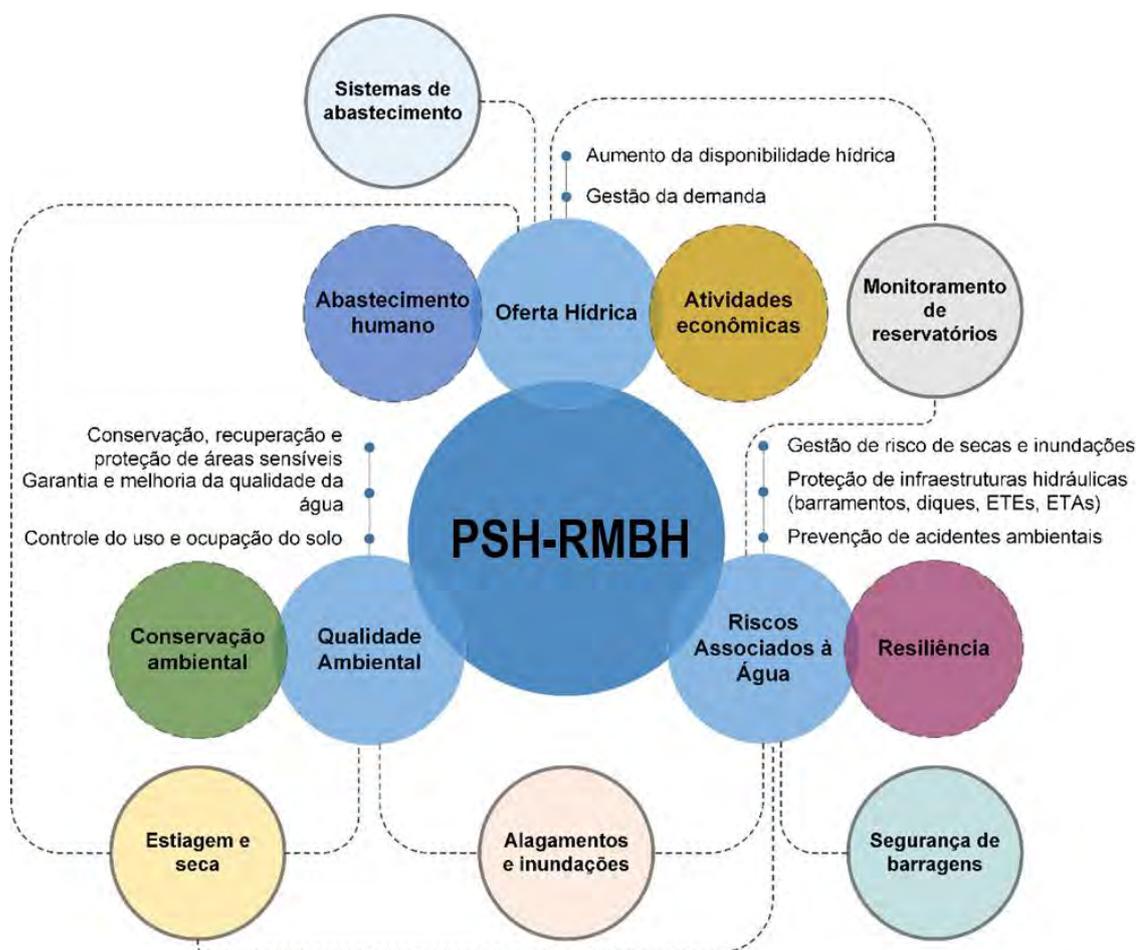


Figura 4.2 – Relação entre revitalização, ecossistemas e sistemas humanos.
Fonte: Adaptado de SPEED, et al. (2016).

Sugere-se este conceito como alternativo à classificação das medidas entre estruturais e não-estruturais, visto que nem sempre medidas ativas necessariamente dependem de estruturas de engenharia tradicionais. Boas práticas de manejo do uso do solo são exemplos de medidas ativas, que consistem em intervenções no território, porém não são estruturais. Este conceito está alinhado com as abordagens de Soluções baseadas na

Natureza (SbN) tema recorrente nas discussões institucionais nacionais e internacionais como medidas de adaptação e gestão de recursos hídricos frente ao desafio de garantir a segurança hídrica (UN-WATER, 2018).

A implementação de plano de segurança hídrica no Brasil, seja em nível nacional ou local, deve estar amplamente integrada às demais políticas públicas, especialmente a de meio ambiente e a de recursos hídricos. Essas duas são políticas que para além da sinergia natural que existe com a temática de segurança hídrica, possuem sistemas de gestão consolidados e instrumentos implementados em grande parte do território nacional. Em Minas Gerais, ambos os sistemas de gestão, são especialmente desenvolvidos e atuantes, quando comparado a outros Estados da federação.

Para tanto, uma análise sucinta de alguns instrumentos de planejamento e gestão é apresentada, visando contextualizar os relacionamentos que devem ser identificados e construídos na elaboração do PSH-RMBH para que esse possua um relacionamento positivo com as demais estratégias, planos e programas, incluindo as estratégias e planos da temática de segurança hídrica já construídos.

4.1. PLANO NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA – PNSH

O PNSH foi concluído em 2019 e parte do conceito de segurança hídrica da Organização das Nações Unidas, onde Segurança Hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país.

A partir desse conceito o PNSH estrutura o diagnóstico da situação em quatro dimensões: humana, econômica, ecossistêmicas e de resiliência para realizar o diagnóstico da situação, que tem como principal resultado o ISH para o Brasil. A partir do ISH e do inventário de Estudos, Planos, Projetos e Obras, foi realizada uma análise integrada, que resulta nas intervenções selecionadas. A Figura 4.3 resume o processo de elaboração da análise integrada e seus encaminhamentos.

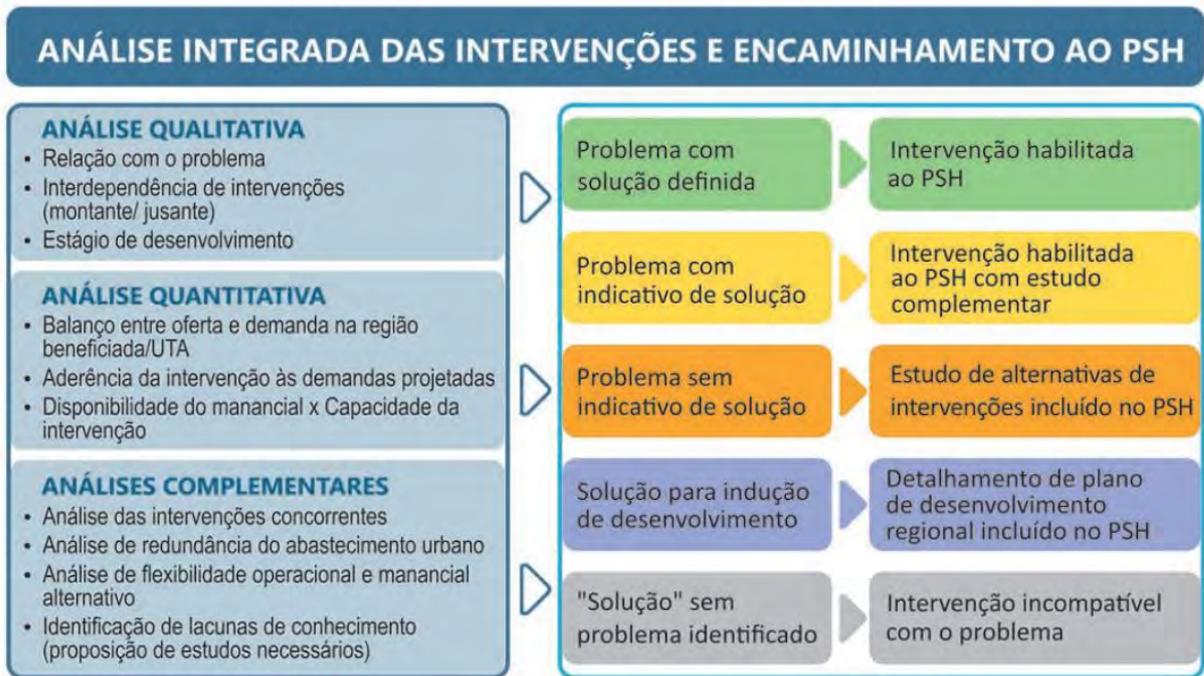


Figura 4.3 – Elaboração da Análise Integrada no PNSH.
Fonte: ANA (2019a).

Essas intervenções são a parte propositiva do PNSH, estruturada no Programa de Segurança Hídrica (PSH), que indica uma série de intervenções para todo o território brasileiro. O PSH está estruturado em três componentes: Estudos e Projetos, Obras e Institucional, como apresentado na Figura 4.4.



Figura 4.4 – Estrutura do PSH.
Fonte: ANA (2019a).

Especificamente para a RMBH, indica a elaboração de um Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos dentro do escopo da Componente de Estudos e Projetos, ou seja, a elaboração do PSH-RMBH atende a uma intervenção proposta pelo PNSH. Como objetivo principal desse Plano, o PNSH lista: planejar as ações a serem executadas com foco no atendimento às demandas de abastecimento humano para a população. Como objetivos específicos:

- Atualização das informações de infraestrutura hídrica existente na região, considerando as intervenções executadas ao longo dos últimos anos, principalmente os estudos e programas previstos no PERH/MG e nos planos de bacias hidrográficas dos rios das Velhas e Paraopeba, bem como outras intervenções planejadas e executadas pelas empresas de saneamento, prefeituras e outros entes em nível federal, estadual e municipal;
- Verificação e sistematização das informações de oferta, demandas e balanço hídrico das bacias hidrográficas do entorno da RMBH, notadamente as bacias dos rios das Velhas e Paraopeba, considerando a importância para uso no presente estudo;
- Atualização dos cenários de crescimento para a região.

4.2. ESTRATÉGIAS PARA SEGURANÇA HÍDRICA EM MINAS GERAIS

As Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais, com relatório final publicado em 2016, estão estruturadas em seis programas (IGAM, 2016):

- **Estruturação Institucional**, que trata de alterações na estrutura do Estado para a atuação sobre a temática de Segurança Hídrica;
- **Ações de Apoio**, que trata das ações a serem realizadas com objetivo de prover suporte ao desenvolvimento dos demais programas;
- **Programa de Inundações**, que aborda as soluções para a temática de inundações e parte de uma etapa de planejamento, seguida por uma série de estudos e ações para a mitigação dos problemas existentes e, por fim, propõe a elaboração de Planos de Drenagem Urbana;
- **Programa de Disponibilidade Hídrica**, que atua sobre a regulação da demanda frente a disponibilidade, proteção de mananciais e segurança hídrica;

- **Programa de Qualidade da água**, que prevê atuação sobre as fontes de poluição; e
- **Programa de Segurança de Barragens**, que trata de intervenções ligadas as estruturas e segurança de barragens.

Essa estrutura é apresentada na Figura 4.5.

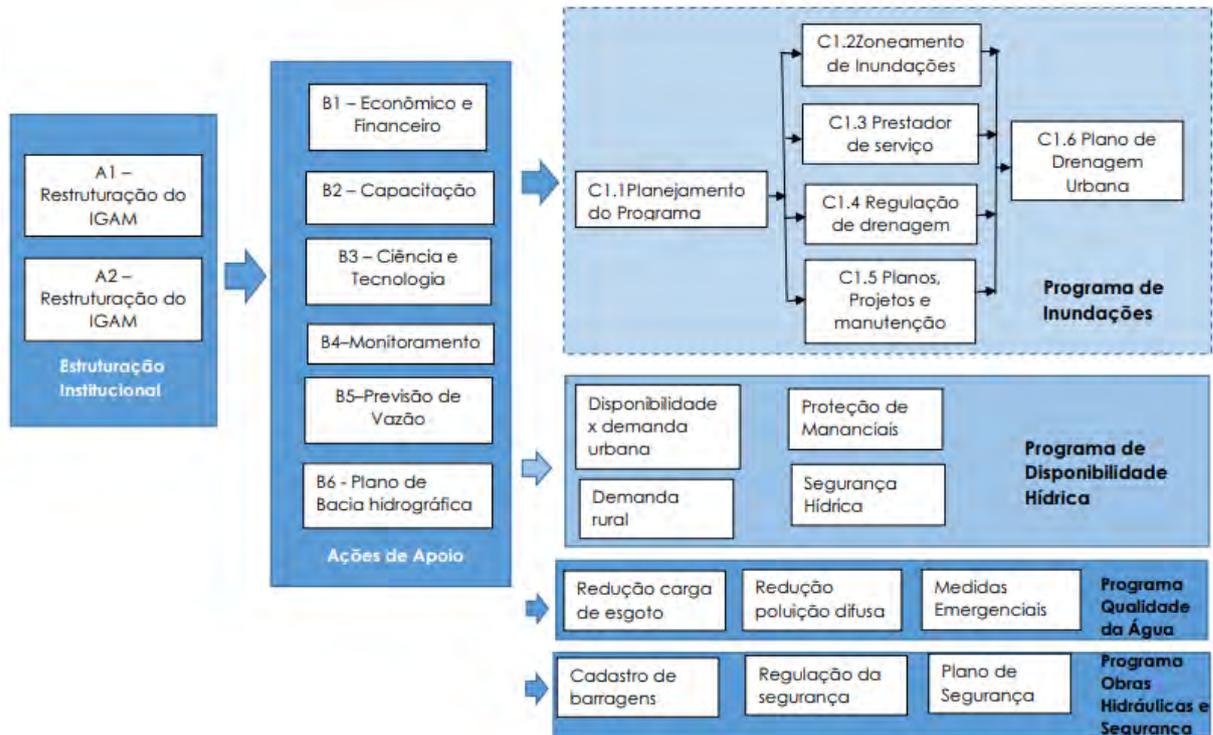


Figura 4.5 – Estrutura do Plano de Ação das Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais.
Fonte: IGAM (2016).

Destaca-se que há algumas divergências na abordagem conceitual que embasa as Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais e a que é apresentada pelo Termo de Referência para a elaboração do PSH-RMBH. Contudo, entende-se que essas divergências são fruto dos avanços obtidos na atuação do Estado sobre a temática de Segurança Hídrica, atendendo o que indica as Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais, especialmente quanto a organização do Estado e a elaboração de estudos e instrumentos que embasem o planejamento e a atuação dos diversos atores.

4.3. PROGRAMA ESTRATÉGICO DE SEGURANÇA HÍDRICA E REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MINAS GERAIS – SOMOS TODOS ÁGUA

O Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais – Somos Todos Água é um dos projetos prioritários do Governo

do Estado no período 2020-2023 e tem como objetivo geral ampliar a segurança hídrica. Para isso, promove ações integradas e permanentes para o alcance de suas três metas (IGAM, 2021a):

- Plano Mineiro de Segurança Hídrica;
- Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba;
- Projeto de Revitalização Da Bacia Hidrográfica do Rio Viamão;

O Programa possui três eixos de atuação:

- Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos;
- Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos;
- Saneamento, controle da poluição e obras hídricas.

A coordenação geral do Programa Somos Todos Água é da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) com a condução técnica realizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

Este Programa é especialmente relevante como organizador da temática de segurança hídrica e de revitalização de bacias, já que é através dele que a relação entre o estado de Minas Gerais e União tem ocorrido e a convergência conceitual que há entre o que é preconizado pelo Termo de Referência do PSH-RMBH é facilitada.

4.4. PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA – PMSH

Dentro do arcabouço do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais, o IGAM assinou convênio com o Ministério do Desenvolvimento Regional para a elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH) e implementar/executar o Projeto Experimental de revitalização na bacia hidrográfica do rio Viamão (IGAM, 2021a).

O Edital para a contratação de consultoria para a elaboração do PMSH foi lançada em 15 de outubro de 2021 e constam em seu Termo de Referência conceitos idênticos aos do Termo de Referência para a elaboração do PSH-RMBH, o que indica um alinhamento oportuno na elaboração dos dois instrumentos de planejamento (IGAM, 2021b).

Além dos conceitos, também é estruturado nos mesmo três eixos de atuação do Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (IGAM, 2021b).

Por fim, o edital para elaboração do PMSH separa entregas de mapeamento de áreas prioritárias para revitalização de bacias e promoção da segurança hídrica de Minas Gerais em dois blocos, sendo o primeiro composto pelas Unidade Estratégica dos Afluentes do Alto São Francisco, onde estão contidas as Circunscrições Hidrográficas SF2 – Rio Pará, SF3 – Rio Paraopeba e SF5 – Rio das Velhas (IGAM, 2021b).

O tempo determinado para a elaboração do PMSH é de 15 meses, o que deve resultar na sua conclusão ao longo do ano de 2023.

4.5. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – PERH/MG

O Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (PERH/MG) foi concluído em 2010 (IGAM, 2010) e é nesse estudo em que se articulam as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, redefinidas em 2020 como Circunscrições Hidrográficas, ou seja, é o PERH/MG que consolida a divisão territorial de gestão e que gera a delimitação da área de abrangência do PSH-RMBH.

O PERH/MG se concentra em aspectos estratégicos e é elaborado em escala abrangente, de forma que os Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas devem ser elaborados para a escala local, complementando o Plano Estadual. Tendo essa abordagem estratégica, o PERH/MG aborda aspectos ligados a inserção macrorregional de Minas Gerais e integração da gestão de recursos hídricos com outras esferas de gestão e políticas.

Dada a época de elaboração, o PERH/MG não traz menções diretas ao tema segurança hídrica, mas traz em sua estrutura diversas ações que hoje estão dentro do arcabouço de atuação delimitado pelo PNSH. Até mesmo na arquitetura do PERH/MG há uma delimitação similar ao conceito que se propõe de ações ativas e passivas (SPEED *et al.*, 2016) na concepção das componentes.

Dividido em quatro componentes, o Plano Estadual apresenta intervenções passivas nas componentes: C1 - Governabilidade sobre o Gerenciamento dos Recursos Hídrico, C2 - Governança e Representatividade do SEGRH/MG e C4 - Avaliações, Atualização Periódica e Gerenciamento Executivo; e as intervenções ativas na componente C3 - Ações e

Intervenções Estruturais Estratégicas. A arquitetura do PERH/MG é apresentada no Quadro 4.2 com suas componentes, programas e subprogramas.

Quadro 4.2 – Arquitetura do PERH-MG.

Componente	Programa	Subprograma
C1 - Governabilidade sobre o Gerenciamento dos Recursos Hídrico	Programa 1.1 Estruturação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH/MG)	<ul style="list-style-type: none"> 1.1.a: Regularização Continuada de Usos e Cadastramento de Usuários de Recursos Hídricos 1.1.b: Rede Estratégica Hidrológica e de Monitoramento da Qualidade da Água 1.1.c: Estudos sobre Disponibilidades Hídricas – Regionalização de Vazões 1.1.d: Modelos de Simulação e Sistemas de Apoio à Decisão 1.1.e: Articulação entre Fontes de Informação e Ações para a Estruturação do SEIRH/MG
	Programa 1.2 Metodologias para Enquadramento de Corpos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> 1.2.a: Propostas de Critérios Regionais e Metodologia para Enquadramento, de acordo com as UEGs de Minas Gerais 1.2.b: Atualização e Ajustes nas Propostas de Enquadramento dos Planos de UPGRHs 1.2.c: Estudos sobre Disponibilidades e Perfil de Águas Subterrâneas e sobre Critérios Regionais e Metodologia para Enquadramento
	Programa 1.3 Novos Critérios e Procedimentos para Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> 1.3.a: Propostas de Novos Critérios para a Emissão de Outorgas em UEGs de MG – Estudos para a Definição de Vazões de Referência 1.3.b: Estudos sobre os Padrões de Uso e Perfis de Usuários de Recursos Hídricos
	Programa 1.4 Cobrança pelo Uso da Água	<ul style="list-style-type: none"> 1.4.a: Propostas para Aprimoramentos dos Procedimentos e Fluxograma Financeiro e Institucional da Cobrança 1.4.b: Estudos Jurídicos e Operacionais sobre a Gestão e Funcionamento do FHIDRO 1.4.c: Proposta de Operação de Crédito para Antecipação de Receitas da Cobrança pelo Uso da Água
	Programa 1.5 Outros Instrumentos Econômicos de Gestão	<ul style="list-style-type: none"> 1.5.a: Instrumento da Compensação a Municípios, via ICMS Ecológico
C2 - Governança e Representatividade do SEGRH/MG	Programa 2.1 Avaliação do SEGRH/MG	<ul style="list-style-type: none"> 2.1.a: Avaliação do Atual Funcionamento e Definição de Estratégia Institucional para Promover Novos Avanços no SEGRH/MG 2.1.b: Proposta para criação de GTs na CTPLAN do CERH/MG 2.1.c: Estudos para o Planejamento Institucional Estratégico do IGAM
	Programa 2.2 Arcabouço Jurídico-legal	<ul style="list-style-type: none"> 3.1.a: Gestão de Recursos Hídricos em Áreas Urbano-Industriais – PGRH-URBI 3.1.b: Manejo e Conservação de Solo e Águas em Microbacias da Zona Rural de Minas Gerais – PMCSA-RURAL 3.1.c: Otimização do Uso da Água em Irrigação – POA-IRRIGAR

Componente	Programa	Subprograma
C3 - Ações e Intervenções Estruturais Estratégicas	Programa 3.1 Programas sob Financiamentos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> 3.1.a: Gestão de Recursos Hídricos em Áreas Urbano-Industriais – PGRH-URBI 3.1.b: Manejo e Conservação de Solo e Águas em Microbacias da Zona Rural de Minas Gerais – PMCSA-RURAL 3.1.c: Otimização do Uso da Água em Irrigação – POA-IRRIGAR
	Programa 3.2. Linhas de Crédito	<ul style="list-style-type: none"> 3.2.a: Melhoria na Eficiência do Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais – Pró-água Eficiente
	Programa 3.3. Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica	<ul style="list-style-type: none"> 3.3.a: Estudos e Projetos de Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica com Escala Estadual e Macrorregional
C4 - Avaliações, Atualização Periódica e Gerenciamento Executivo	Programa 4.1. Estudos Estratégicos do PERH/MG	<ul style="list-style-type: none"> 4.1.a: Atualização de Diagnósticos e Cenários Prospectivos Relacionados à Inserção Macrorregional e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais 4.1.b: Estudos sobre Políticas e Projetos de Setores Usuários para Identificação de Potenciais Rebatimentos e Impactos sobre a Gestão de Recursos Hídricos
	Programa 4.2. Gerenciamento Executivo	<ul style="list-style-type: none"> 4.2.a: Gerenciamento, Monitoramento de Indicadores e Avaliação da Execução e dos Resultados Obtidos por Programas do PERH/MG 4.2.b: Propostas de Ajustes, Correções e Aprimoramentos em Programas e respectivas Metas do PERH/MG
	Programa 4.3. Comunicação Social e Capacitação	<ul style="list-style-type: none"> 4.3.a: Comunicação Social do PERH/MG 4.3.b: Ações de Capacitação relacionadas à Implementação do PERH/MG

Fonte: IGAM (2010).

Apesar da necessidade de atualização, o PERH/MG possui alinhamento claro com as proposições que são realizadas atualmente nos planos de segurança hídrica, especialmente o PNSH, quando se faz o exercício de compreender as mudanças de abordagem que ocorreram na gestão de recursos hídricos e ambiental ao longo da última década, encontram-se as ações correlatas entre as temáticas.

4.6. PLANOS DIRETORES DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Se o PERH/MG apresenta proposições estratégicas e em nível estadual é importante a análise dos Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias que compõem a área de abrangência do PSH-RMBH para que sejam analisadas as proposições em nível de bacia hidrográfica e sua associação com a temática de segurança hídrica.

4.6.1. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio das Velhas

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH RIO DAS VELHAS, 2015) está estruturado em oito componentes: Instrumento de Gestão, Gestão da Oferta de Água, Saneamento Ambiental, Mineração e Atividades

Industriais, Manejo de Recursos Hídricos em Área Rural, Conservação Ambiental, Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização Social e Gestão. Sob essas componentes estão 42 programas e 84 ações.

Essa estrutura é apresentada na Figura 4.6.

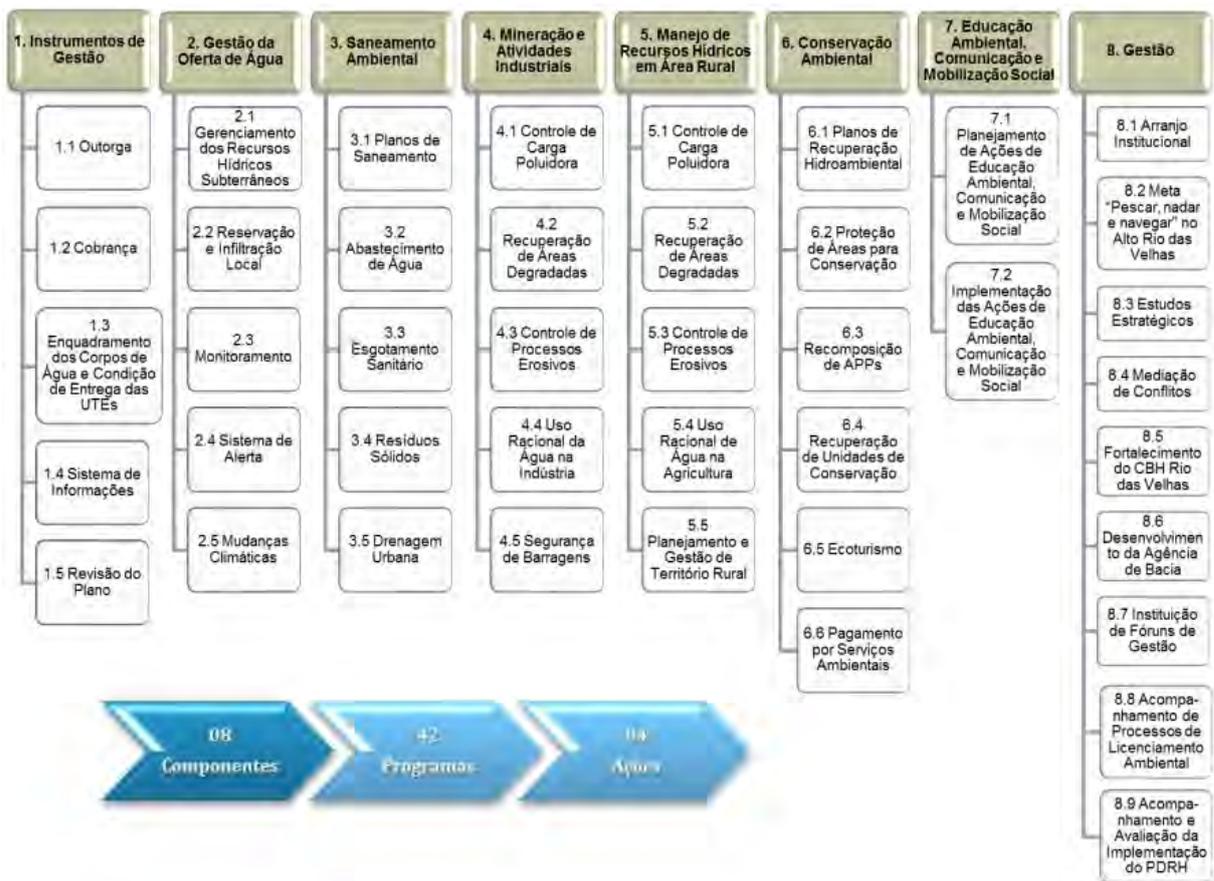


Figura 4.6 – Estrutura do Plano de Ação do PDRH do Rio das Velhas.
Fonte: CBH Rio das Velhas (2015).

Além da estrutura em componentes, programas e ações, o PDRH Rio das Velhas está segmentado em agendas estratégicas, das quais se destaca a agenda azul, que é agenda voltada à quantidade e qualidade das águas na bacia. Essa agenda possui como objetivo estratégico “estabilizar o processo de degradação dos recursos hídricos na bacia e impedir que a situação evolua de forma negativa, buscando evitar que sejam suspensas novas outorgas ou mesmo que sejam suspensas outorgas atuais em função de usos prioritários” (CBH RIO DAS VELHAS, 2015).

Além dos objetivos específicos, essa agenda propõe metas intermediárias no âmbito da revitalização da bacia, essas metas tratam de temas ligados à outorga,

enquadramento dos corpos de água e tratamento de esgotos, são apresentadas na Figura 4.7.

Metas intermediárias assumidas pela Agenda Estratégica Azul:

- A qualidade das águas dos trechos mais comprometidos do alto rio das Velhas deverá ser compatível com o enquadramento em Classe 2 através do atendimento de metas intermediárias e progressivas de qualidade das águas:
 - Até 2016 deverão ser interceptados 100% do esgoto da RMBH;
 - Até 2018 deverá ser implantado sistema de tratamento terciário nas ETEs Arrudas e Onça;
 - Até 2022 um total de 60% do esgoto da RMBH deverá contar com tratamento terciário;
 - Até 2026 um total de 80% do esgoto da RMBH deverá contar com tratamento terciário.
- Até 2018 a bacia contará com novo enquadramento por trechos de rio com classes compatíveis com as categorias especial, 1 e 2 e com suas demandas atendidas por vazões de referência diferenciadas e compatíveis com a capacidade de suporte de cada trecho, definido através de estudos técnicos aprofundados.
- Até 2020 a oferta de água na bacia será ampliada em termos absolutos pelo aumento da vazão e/ou em termos relativos pela liberação de vazões outorgáveis evitando a restrição ou cancelamento de concessão de novas outorgas nos trechos com capacidade de suporte esgotada ou com futuros usos prioritários previstos.

Figura 4.7 – Metas intermediárias assumidas pela agenda estratégica azul do PDRH Rio das Velhas.
Fonte: adaptado de CBH Rio das Velhas (2015).

Ainda dentro da Agenda Estratégica Azul, o PDRH Rio das Velhas elenca as diretrizes e ações apresentadas na Figura 4.8.

Como pode ser observado, o PDRH Rio das Velhas não trata especificamente do termo Segurança Hídrica, mas possui diversas diretrizes, metas e ações atinentes à temática, especialmente no conteúdo da agenda estratégica azul.

Desta forma, a leitura do PDRH Rio das Velhas pode ser realizada de forma a considerar a agenda estratégica azul, como uma agenda de segurança hídrica, uma vez que a realização de suas proposições levaria a bacia à um cenário mais confortável em termos de segurança hídrica. Por óbvio as demais agendas do Plano também são relevantes, mas não abordam de maneira tão direta as questões ligadas à segurança hídrica.

Diretrizes para implementação do PDRH:

- Foco no desenvolvimento de instrumentos de convivência com a escassez, uma vez que não são plenamente conhecidos e previsíveis os impactos somados de mudanças climáticas sobre o território regional, o aumento da demanda por recursos hídricos e as alterações sobre os ecossistemas representados pela supressão de vegetação, erosão e degradação ambiental localizada e difusa;
- Proibição de barramentos na calha do rio das Velhas, tendo em vista o impacto de ações de represamento sobre a eutrofização já registrada, com proliferação de algas em períodos de menor vazão, alimentadas por elevada carga orgânica relativa.

O PDRH prevê as seguintes ações para a Agenda Estratégica Azul, elencadas hierarquicamente e apresentadas no Quadro 16:

- 1) Ações executivas voltadas para o aperfeiçoamento e aumento da eficácia dos instrumentos de gestão, juntamente com a implementação de metas intermediárias progressivas de qualidade da água para efetivação do enquadramento, conforme apresentado no Quadro 16, no qual são destacadas e hierarquizadas as ações executivas previstas com maior, embora não exclusiva, afinidade com a Agenda Estratégica Azul;
- 2) Melhoria do conhecimento e a criação de um sistema de alerta contra eventos hidrológicos extremos; aumento da fiscalização e a atualização do cadastro de usuários, bem como obras de regularização e reservação de pequeno porte, sendo todas estas ações executivas voltadas para a definição de valores de referência que, ao serem atingidos, dispararão automaticamente ações que visem a garantir níveis de vazão em períodos de seca;
- 3) Ações executivas de aprovação do novo enquadramento dos corpos de água da bacia, incluindo águas subterrâneas, e um significativo avanço técnico em termos de modelagem e monitoramento das águas da bacia;
- 4) Informações de monitoramento produzidas devem ser transformadas em redes integradas de informação, que oferecerão suporte à decisão, ao desenvolvimento de programas hidroambientais e à proposição e implementação de um sistema de pagamento de serviços ambientais na bacia;
- 5) Fomento ao turismo sustentável relacionado diretamente com recursos hídricos, como instrumento de conservação e desenvolvimento de atividades sustentáveis na bacia. Neste nível hierárquico, também, está prevista a avaliação de impactos de mudança climática.

Figura 4.8 – Diretrizes e ações associadas a agenda estratégica azul do PDRH Rio das Velhas.
Fonte: adaptado de CBH Rio das Velhas (2015).

4.6.2. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraopeba

O Plano Diretor de Recursos Hídricas da Bacia do Rio Paraopeba (COBRAPE, 2020) foi concluído em 2020 e está estruturado em setes estratégias, que se desdobram em programas e ações, sendo correlatas às componentes quando se compara a estrutura do PDRH Rio Paraopeba com a do PDRH Rio das Velhas. Essas estratégias são as seguintes: (1) proteção dos recursos hídricos, (2) monitoramento, (3) comunicação social e educação ambiental, (4) instrumento de gestão de recursos hídricos, (5) infraestrutura de

saneamento, (6) segurança de barragens e (7) revisão do plano. Dessas, destacam-se pela sobreposição de temas com a segurança hídrica as estratégias 1, 2 e 5.

A estratégia 1 – Proteção dos Recursos Hídricos toma por base a identificação realizada no relatório do plano de que os principais conflitos na bacia estão associados ao balanço qualitativo crítico e que existem três soluções fundamentais para os problemas da água: prevenir a poluição, tratar a água poluída e restaurar os ecossistemas. A partir disso propõe ações em quatro programas, como apresentado na Figura 4.9.

Programa	Ação
Programa 1.1 Recuperação de Áreas Protegidas	Ação 1: Aprovar Estudo de Estratégias de Recuperação Ambiental.
	Ação 2: Recuperar áreas protegidas degradadas a partir das proposições do estudo resultante da Ação 1.
	Ação 3: Acompanhar a execução da Ação 2.
Programa 1.2: Modelo de Previsão de Cheias	Ação 1: Aprovar o Estudo de Modelagem para Previsão de Cheias.
Programa 1.3: Caracterização Qualitativa para Avaliação de Impacto	Ação 1: Aprovar o Estudo para Caracterização Qualitativa dos Corpos Hídricos Superficiais.
Programa 1.4: Estudos Estratégicos	Ação 1: Aprovar Estudo Estratégicos relacionados à gestão de recursos hídricos.

Figura 4.9 – Programas e ações da estratégia 1 do PDRH Rio Paraopeba.
Fonte: adaptado de COBRAPE (2020).

A estratégia 2 – Monitoramento, parte da identificação de que o monitoramento dos recursos hídricos é uma importante lacuna de gestão na bacia para estruturar três programas: um primeiro que trata da água superficial, um segundo que subterrânea e um terceiro que trata da integração e análise dos dados.

Os dois programas que tratam da rede de monitoramento possuem ações bastante similares, propondo inicialmente um estudo para a rede de monitoramento, seguido da instalação, operação, manutenção e acompanhamento da rede. Merece destaque a proposição de um estudo de análise de dados intersetoriais no terceiro programa, o que corrobora com o ideário recente de que de integração de informações sobre águas subterrâneas e superficiais, já que na prática não são “águas diferentes”, essa abordagem é especialmente relevante para a temática de segurança hídrica.

A Figura 4.10 apresenta os programas e ações par a estratégia 2 do PDRH Rio Paraopeba.

Programa	Ação
Programa 2.1: Rede de Monitoramento Superficial	Ação 1: Aprovar o Estudo de Complementariedade da Rede de Monitoramento Superficial.
	Ação 2: Instalar equipamentos para estação de monitoramento superficial de acordo com os resultados do
	Ação 3: Realizar a operação da rede monitoramento superficial complementar.
	Ação 4: Realizar a manutenção da rede monitoramento superficial complementar.
	Ação 5: Acompanhar a execução das ações de monitoramento superficial.
Programa 2.2: Rede de Monitoramento Subterrânea	Ação 1: Aprovar o Estudo de Rede de Monitoramento Subterrânea.
	Ação 2: Instalar equipamentos para estação de monitoramento subterrânea de acordo com os
	Ação 3: Realizar a operação da rede monitoramento subterrânea.
	Ação 4: Realizar a manutenção da rede monitoramento subterrânea.
	Ação 5: Acompanhar a execução das ações de monitoramento subterrâneo.
Programa 2.3 Análise e Integração dos dados	Ação 1: Aprovar o Estudo de Análise de Dados Intersetoriais.

Figura 4.10 – Programas e ações da estratégia 2 do PDRH Rio Paraopeba.
Fonte: adaptado de COBRAPE (2020).

A estratégia 5 – Estrutura de Saneamento aborda as questões ligadas ao saneamento básico na bacia a partir de três programas: Programa 5.1: Saneamento Rural, Programa 5.2: Saneamento Urbano e Programa 5.3: Disponibilidade Hídrica Subterrânea.

O programa que trata do saneamento rural trata da melhoria da infraestrutura de saneamento rural da região através da contratação de projeto. Já o programa que trata do saneamento urbano foca no financiamento e apoio para que os municípios elaborem ou revisem seus planos municipais de saneamento básico.

Por fim, o programa que trata da disponibilidade hídrica subterrânea propõe a elaboração de um estudo sobre o tema, que é uma lacuna de informação recorrente na elaboração dos Planos Diretores de Recursos Hídricos e, sendo preenchida, deve compor um importante aparato de informações para gestão junto à rede de monitoramento das águas subterrâneas proposta na estratégia 2.

Programa	Ação
Programa 5.1: Saneamento Rural	Ação 1: Contratar projeto para melhoria de infraestrutura de saneamento rural e cadastramento das propriedades.
	Ação 2: Acompanhar a execução da Ação 1.
Programa 5.2: Saneamento Urbano	Ação 1: Financiar e apoiar os municípios a elaborarem o Plano Municipal de Saneamento Básico.
	Ação 2: Financiar e apoiar os municípios na revisão dos Planos Municipais existentes.
	Ação 3: Acompanhar a execução das ações do Programa 5.2: Saneamento Urbano.
Programa 5.3: Disponibilidade Hídrica Subterrânea	Ação 1: Aprovar o Estudo de Disponibilidade Hídrica Subterrânea.

Figura 4.11 – Programas e ações da estratégia 2 do PDRH do Rio Paraopeba.
Fonte: adaptado de COBRAPE (2020).

Apesar de abordar os temas atinentes à segurança hídrica nas estratégias destacadas, o PDRH Rio Paraopeba, apesar da elaboração recente, não aborda diretamente e temática da segurança hídrica como tema estrutural do Plano. Contudo, adotando como chave de leitura a identificação das estratégias mais relevantes, é possível destacar as ações propostas no Plano Diretor que estão diretamente ligadas à segurança hídrica na região.

4.6.3. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Pará

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pará (ASSOCIAÇÃO DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ, 2008) é o mais antigo das três bacias que compõem a área de abrangência do PSH-RMBH e está estruturado em uma composição de quatro planos: I - Plano de Desenvolvimento, II - Plano de Ações de Apoio aos Instrumentos de Gestão, III - Plano de Ações de Implementação e IV - Plano de Ações Emergenciais.

Por se tratar de um plano de 2008, não aborda diretamente o tema segurança hídrica, mas dentro da estrutura do Plano de desenvolvimento dois programas possuem relação mais próxima com as temáticas de segurança hídrica: Programa 2: Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e Programa 3: Revitalização, Recuperação e Conservação Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

O Programa 2 aborda a construção e ampliação das estruturas de saneamento na bacia através de três ações, apresentadas na Figura 4.12. Já o Programa 3 apresenta uma ação de elaboração do Plano de Revitalização, Recuperação e Conservação Hidroambiental

e outra ação para a realização de workshops para divulgação das ações desse plano, as ações são apresentadas na Figura 4.13.

Programa 2: Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará	Ação 2.1 – Universalização da Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. (MAG 1) (MAG 5)
	Ação 2.2 – Universalização da Coleta de Esgoto nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. (MAG 1) (MAG 5)
	Ação 2.3 – Construção e Implantação de ETEs nas Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. (MAG 5)

Figura 4.12 – Ações do Programa 2 do PDRH Rio Pará.

Fonte: adaptado de Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (2008).

Programa 3: Revitalização, Recuperação e Conservação Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pará	Ação 3.1 – Elaboração do Plano de Revitalização, Recuperação e Conservação, Hidroambiental das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará.
	Ação 3.2 - Realização de workshops para a apresentação das Ações de Revitalização, Recuperação e Conservação, Hidroambiental das Sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pará e obtenção de parcerias para sua execução.

Figura 4.13 – Ações do Programa 3 do PDRH Rio Pará.

Fonte: adaptado de Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (2008).

Dos três Planos Diretores das bacias que compõem a área de abrangência do PSH-RMBH, o da bacia do Rio Pará é o que apresenta uma maior dificuldade de associação direta com os conceitos e ações associados à segurança hídrica. Sendo o Plano mais antigo, espera-se que seja brevemente revisado, para que incorpore as proposições do PSH-RMBH.

4.7. PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO

Os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) são instrumentos de política pública que objetivam planejar, acompanhar e avaliar as ações de saneamento básico para a implementação e prestação dos serviços públicos, infraestruturas e das instalações para o abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos, limpeza urbana e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (ARSAE, 2021).

A elaboração dos PMSBs é necessária para que os municípios possam celebrar contratos de prestação dos serviços de saneamento básico, acessar recursos orçamentários (restrição válida após 31 de dezembro de 2022, conforme Decreto Federal nº 10.203/2020) e receber até 4% da receita líquida dos serviços tarifados água e esgoto para fundo municipal de saneamento (Resolução ARSAE-MG nº 110/2018).

Segundo dados da Fundação João Pinheiro, para o ano de 2018, dos 34 municípios da RMBH, 14 possuem PMSB, 14 não possuem e seis não informaram. Dos 12 municípios do Colar Metropolitano, sete possuem PMSB, dois não possuem e três não informaram. Dos 25 municípios restantes que estão inseridos na área de abrangência, 14 possuem PMSB, seis não possuem e cinco não informaram. Em termos gerais, dos 71 municípios da área de abrangência, apenas 35 informam possuir PMSB.

4.8. ENQUADRAMENTOS DOS CORPOS DE ÁGUA

O enquadramento dos corpos de água é um dos instrumentos de gestão das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos que visa assegurar às águas, superficiais e subterrâneas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas bem como diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes. A partir da identificação dos usos preponderantes, isto é, dos usos mais restritivos em termos de qualidade, o enquadramento estabelece, no caso das águas superficiais, a classe de qualidade da água a ser mantida ou alcançada em um trecho (segmento) de um corpo de água (rio ou lago) ao longo do tempo e, no caso das águas subterrâneas, o enquadramento classifica o aquífero, ou porção deste, em uma classe de uso que será condicionante à sua utilização.

Em suma, o enquadramento dos corpos de água é instrumento fundamental no âmbito do planejamento ao integrar a política de recursos hídricos com a política de meio ambiente, associando diferentes instrumentos de gestão da água (outorga do direito de uso de recursos hídricos e cobrança pelo uso de recursos hídricos) com os instrumentos de gestão ambiental (licenciamento, zoneamento e a criação de espaços territoriais especialmente protegidos).

Os rios de domínio da União têm seu enquadramento aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e os de domínio Estadual pelo respectivo conselho estadual. Como todos os rios localizados na área de estudo são rios de domínio do estado de Minas Gerais, seu enquadramento é aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais – CERH/MG.

As três bacias com território na área de estudo (SF2 - Rio Pará, SF3 - Rio Paraopeba e SF5 - Rio das Velhas) tem seus enquadramentos aprovados, sendo que duas estão em revisão (SF2 e SF3). As deliberações que aprovaram os respectivos enquadramentos foram:

- SF3 - Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995;
- SF2 - Deliberação Normativa COPAM nº 28, de 9 de setembro de 1998;
- SF5 - Deliberação Normativa COPAM nº 20, de 24 de junho de 1997.

À época, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) ainda não estava implementada, e os conselhos de recursos hídricos ainda não existiam. Por isso, quem aprovou os enquadramentos destas bacias foi o, hoje extinto, Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM.

Todos os rios estão enquadrados em Classe Especial, 1 ou 2, à exceção dos seguintes, em classe 3:

- SF2 - Rio Pará
 - Trecho 18 - Rio Itapecerica, da captação de água para o abastecimento doméstico da cidade de Divinópolis até a confluência com o rio Pará
 - Trecho 37 - Ribeirão Lava-Pés, das nascentes até a confluência com o ribeirão do Cláudio
 - Trecho 40 - Rio São João, no trecho a jusante da represa do Angu Seco até a confluência com o córrego Cachoeirinha/Lava-Pés
 - Trecho 45 - Ribeirão Paciência, no trecho a jusante da captação de água da COPASA até a confluência com o ribeirão dos Meireles
- SF3 - Rio Paraopeba
 - Trecho 15 - Rio Ventura Luiz, das nascentes até a confluência com o rio Maranhão
 - Trecho 22 - Ribeirão Soledade, da confluência com o ribeirão Gurita até a confluência com o rio Maranhão
 - Trecho 78- Rio Betim, da confluência com o córrego Baú até a confluência com o rio Paraopeba
- SF5 - Rio das Velhas
 - Trecho 4 - Rio das Velhas, da confluência com o ribeirão Sabará até a confluência com o rio Jaboticatubas

- Trecho 47 - Ribeirão Sabará, da confluência com o ribeirão do Gaia até a confluência com o Rio das Velhas
- Trecho 55 - Ribeirão Arrudas, a jusante do trecho canalizado, até a confluência com o rio das Velhas
- Trecho 57 - Ribeirão da Pampulha/Ribeirão da Onça, do barramento da represa da Pampulha até a confluência com o rio das Velhas, com exceção do trecho canalizado

Desde as aprovações dos enquadramentos, ocorreram algumas atualizações da situação do enquadramento destas bacias.

No âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PRH-SF 2004-2013 foi desenvolvida uma proposta de atualização do enquadramento, pela ANA/GEF/PNUMA/OEA, denominado “Estudo Técnico de Apoio ao PBH-SF nº 05 – Enquadramento dos corpos d’água da bacia do rio São Francisco”, e posteriormente, através de planos diretores de recursos hídricos de iniciativa estadual para algumas das principais bacias afluentes. Estas propostas em sua maioria enquadravam os cursos hídricos em classes mais exigentes, e não foram aprovadas.

4.8.1. Rio Pará

O PDRH Rio Pará traz uma proposta de enquadramento, e uma ação em seu programa de ações especificamente para a aprovação deste enquadramento: *Ação 6.2 - Realização de plenária para criação da base técnica para transformar o novo enquadramento definido no Plano Diretor em Deliberação Normativa*. A proposta para enquadramento é apresentada na Etapa 9 - Modelos de Avaliação e Gestão (ASSOCIAÇÃO DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ, 2008).

Atualmente, o processo de revisão do enquadramento do rio Pará está em vigor. No dia 08 de setembro de 2021 ocorreu a Consulta Pública do Diagnóstico do Estudo de Enquadramento de Corpos de Água em classes para a Circunscção Hidrográfica SF2 – Bacia Hidrográfica do Rio Pará.

4.8.2. Rio Paraopeba

O PDRH Paraopeba, no produto *RP04 - Plano de ação e diretrizes e critérios para aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Paraopeba*, afirma que “durante a elaboração do Diagnóstico do PDRH Paraopeba identificou-se

problemas com a qualidade da água. Através da metodologia de estimativa de carga e concentração adotada, houve a indicação de que alguns trechos não estavam compatíveis com as condições de qualidade da água referentes às classes previstas na Deliberação Normativa COPAM nº 14/1995. Na etapa do Prognóstico, essa tendência se manteve, denotando a importância de se planejar ações no âmbito do enquadramento. Considerando ainda que tanto os usos preponderantes quanto à legislação se atualizaram desde que o enquadramento vigente foi instituído, é importante que ações sejam desenvolvidas para implementar de fato o enquadramento na Bacia, tendo como base os objetivos do enquadramento: “assegurar qualidade da água compatível com os usos mais exigentes e diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações preventivas permanentes”.

Segundo as diretrizes para o enquadramento do Relatório Executivo do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Rio Paraopeba, publicado em 2020 “a *classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento são definidas por meio da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008. O enquadramento vigente na Bacia foi promulgado pela Deliberação Normativa COPAM nº 14/1995. Com a identificação de problemas com a qualidade da água e a indicação de que alguns trechos não estão compatíveis com as condições de qualidade da água referentes às classes previstas no enquadramento vigente, se faz necessário a atualização do enquadramento.*”

Ou seja, o enquadramento vigente segue o de 1995, e está prevista sua atualização. A Ação 4.1.1 do Programa de Ações do PDRH Paraopeba consiste em “Aprovar o Estudo de Atualização do Enquadramento da Bacia do Rio Paraopeba”, e tem prioridade de ser implementada no curto prazo.

4.8.3. Rio das Velhas

Segundo o PDRH Rio das Velhas, aprovado em 2015, o enquadramento dos corpos de água na bacia do rio das Velhas foi instituído pela Deliberação Normativa COPAM nº 20/1997, e continua em vigor até o presente. A Deliberação Normativa nº 05/2004 do CBH Rio das Velhas aprovou a modificação do Enquadramento, apresentando uma proposta de reenquadramento dos corpos de água, levando em consideração os objetivos da Meta 2010/2014, porém, esta proposta ainda não foi sancionada pelo COPAM ou o CERH. A situação atual ainda é muito distante da almejada pela Meta 2010/2014.

O PDRH traz como diretrizes o reenquadramento do rio para a Classe 2 e a pactuação da Proposta de Condições de Entrega das águas afluentes à calha do rio das Velhas, que consiste em exigir uma condição de qualidade das sub-bacias dos rios afluentes.

4.9. PROTOCOLO DE INTENÇÕES DO ALTO RIO DAS VELHAS

Ao final de 2021, foi assinado um protocolo de intenções com ações conjuntas para garantir a segurança hídrica da RMBH, aumentar a capacidade de resiliência da região do Alto Rio das Velhas e promover a manutenção dos ecossistemas aquáticos do curso d'água.

Participam do compromisso o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o Instituto Estadual de Florestas (IEF), e a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (ARMBH).

Para alcançar os objetivos previstos no protocolo, será preciso desenvolver ações e intervenções físicas (ações estruturais) em microbacias prioritárias, como:

- Construção de bacias de captação ao longo das estradas rurais;
- Ações de manejo e conservação do solo, como terraceamento, barraginhas, entre outros;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Recuperação de voçorocas prioritárias na Sub-bacia do rio Maracujá em Ouro Preto;
- Restauração ecológica;
- Revitalização e/ou proteção de nascentes e matas ciliares e áreas de recarga hídrica;
- Ações que promovam a recarga dos lençóis subterrâneos.

Também estão previstas ações não estruturais (ou estruturantes, conforme denominação do documento), medidas e diretrizes que buscam o aprimoramento do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, da gestão ambiental, do planejamento territorial e estratégico no abastecimento público para garantir a segurança hídrica da bacia do rio das Velhas.

A PROFILL deverá acompanhar o desenvolvimento das ações do protocolo de intenções e considerar a articulação e integração dos resultados, quando pertinente, na elaboração do PSH-RMBH.

4.10. PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – PDDI-RMBH

O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH) é um instrumento de planejamento que visa o planejamento integrado das questões sociais, econômicas e ambientais na busca da transformação da RMBH em uma região melhor para se viver, cada vez mais inclusiva, dinâmica e sustentável.

Está estruturado em dez áreas temáticas transversais: Aspectos demográficos e ambientais da demanda social; Complexos ambientais culturais; Cultura, educação, segurança alimentar, trabalho e renda; Capacidade institucional de planejamento e gestão; Estrutura produtiva, conhecimento, tecnologia e alternativas energéticas; Vida cotidiana, habitação e qualidade de vida; Mobilidade, comunicações, transportes e sistema viário; Risco socioambiental, vulnerabilidade social e segurança pública; Saúde, meio ambiente, saneamento e recursos hídricos; uso do solo, dinâmica imobiliária e escalas de centralidades metropolitanas.

Destaca-se, dessas áreas temáticas transversais, a de Saúde, meio ambiente, saneamento e recursos hídricos, que tem entre suas principais propostas:

- (i) a universalização do atendimento dos serviços de saneamento e o aprimoramento da governança das águas na RMBH;
- (ii) a gestão integrada de águas urbanas: integração entre subsetores (água, esgotos, drenagem), com a política de desenvolvimento urbano, no território (município, RMBH, bacias hidrográficas);
- (iii) a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos;
- (iv) o planejamento, avaliação e atualização tecnológica em todos os subsetores, com ênfase em águas pluviais e gestão de resíduos sólidos;
- (v) controle e mitigação de riscos: zoneamento de áreas de risco, análise de vulnerabilidade e planejamento de contingência;
- (vi) efeitos de escala metropolitana: formulação integrada de políticas de saneamento e ambientais, treinamento e capacitação.

Como pode ser observado nas propostas apresentadas é essa área temática que possui relação direta com a temática de segurança hídrica na região, com especial atenção ao abastecimento da população urbana.

Estruturam, também, o PDDI-RMBH quatro eixos temáticos, a saber: acessibilidade, sustentabilidade, seguridade e urbanidade. Dois desses eixos merecem maior destaque: sustentabilidade e seguridade, pois abordam com diferentes enfoques questões ligadas a segurança hídrica.

O eixo sustentabilidade traz a abordagem clássica de sustentabilidade, onde “sustentabilidade pode ser associada à capacidade de conciliação entre o bem-estar das gerações atuais e perspectivas positivas para as gerações futuras”. A abordagem realizada nesse eixo destaca ainda que “as políticas apresentadas dizem respeito a questões como a gestão, proteção e recuperação dos recursos hídricos; a universalização do saneamento básico; a gestão dos resíduos sólidos; a recuperação de áreas de interesse para a conservação e a intensificação do uso do espaço urbano”.

O eixo seguridade aborda as questões ligadas a garantia de acesso aos recursos hídricos e a “redução e controle dos riscos provocados pelas relações entre sociedade e natureza no uso e ocupação do solo”, ou seja, foca na mitigação dos riscos associados a eventos extremos, naturais ou não.

Cabe ainda destacar que o PDDI-RMBH propõe a elaboração de um Estudo Complementar sobre Mudanças Climáticas, afirmando que a severidade dos processos ocasionado pelas mudanças no clima aponta para perdas potenciais diferenciadas nos municípios da RMBH, com impactos mais acentuados nas economias com estrutura produtiva baseada na agropecuária e no uso energético. E que há ainda grande potencial para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na RMBH, através de políticas públicas voltadas aos principais setores emissores (Transporte, Siderurgia, dentre outros), em direção a uma economia de baixo carbono.

5. ESTRATÉGIAS GERAIS PARA ELABORAÇÃO DOS TRABALHOS

5.1. COLETA E SISTEMATIZAÇÃO DE DADOS

O levantamento, revisão e sistematização dos referenciais técnicos e metodológicos relacionados à segurança hídrica é o passo inicial para um estudo deste tipo, buscando na bibliografia técnica e científica não apenas conceitos e estudos, mas também processos e experiências que possam contribuir para a qualificação da abordagem.

A busca por estas informações disponíveis será um dos primeiros passos do trabalho, a ser realizada no **Produto 2**, logo após a etapa de planejamento, organização e elaboração do Plano de Trabalho, e terá como objetivo compreender da melhor forma possível a problemática envolvida. O Capítulo 6 traz um detalhamento específico da metodologia para elaboração dos trabalhos, com uma lista de referências já preliminarmente levantadas, além das elencadas no Termo de Referência, para compor o levantamento bibliográfico inicial.

Além de busca de informações em dados secundários, após a aprovação deste Plano de Trabalho será realizada uma campanha para coleta de informações juntos aos principais atores estratégicos da área de abrangência do PSH-RMBH (prefeituras municipais, COPASA, IGAM, instituições responsáveis pelo planejamento da infraestrutura e abastecimento na RMBH, Comitês de Bacias etc.), uma vez que se faz necessário ganhar escala na elaboração dos estudos. Essa campanha poderá ocorrer via contato telefônico ou através de uma rodada de campo e servirá ainda como um primeiro momento de comunicação e mobilização social para a participação do processo de elaboração do PSH-RMBH.

Entende-se que uma primeira relação de dados e informações a serem coletadas juntos aos municípios e demais atores estratégicos compreende:

- Estudos, planos, programas, projetos e obras em execução;
- Cadastros de rede de água, esgoto e macrodrenagem;
- Croquis dos sistemas de abastecimento de água;
- Croquis dos sistemas de esgotamento sanitário;
- Forma e localização da disposição final dos resíduos sólidos;
- Planos Municipais de Saneamento;
- Planos Diretores Municipais e arquivos vetoriais;
- Planos de Drenagem Urbana;
- Dentre outros.

A aquisição de informações com rigor técnico e científico que garantam sua autenticidade não é, por si só, fator suficiente para a elaboração do PSH-RMBH caso essas informações não sejam estruturadas e organizadas de forma a cobrir as lacunas de conhecimento que se pretende preencher. Para isso é necessária uma sistematização dessas informações e estruturação delas em uma base de dados coesa e acessível para os profissionais que estejam atuando neste trabalho. Isso configura parte importante da etapa de planejamento inicial, que visa organizar as informações obtidas de modo que se possa utilizá-las de forma objetiva e prática, e não apenas como um depósito de informações.

Portanto, a seleção e incorporação ao estudo de referenciais teóricos e metodológicos não deve ser apenas uma opção prévia ao início do estudo, mas precisa ser desenvolvida juntamente com o mapeamento e análise de dados e informações atendendo, dessa forma, com referenciais adequados e específicos aos desafios colocados pelo trabalho.

Considerando o entendimento conceitual a respeito de qual é o problema, aliado à definição de uma área de abrangência, busca e coleta de informações a partir do levantamento bibliográfico e contato direto com atores estratégico e posterior estruturação das informações, aliado a um arcabouço metodológico possuído pela PROFILL e pelos profissionais da equipe, é possível partir para as ações práticas que comporão o trabalho, propriamente dito.

O Termo de Referência apresenta uma série de etapas/produtos que vão evoluindo de forma gradativa e cumulativa, sendo que uma contribui para o desenvolvimento da etapa seguinte, culminando em um documento final coeso e consistente, agregando todo o conteúdo do trabalho. O **Produto 1** gera a organização e sistematização das etapas e das atividades subsequentes, no **Produto 2** é feita a aquisição de informações e arcabouço técnico que servem de subsídios para a elaboração do **Produto 3**, onde os dados são consistidos, analisados e sistematizados para definição das áreas prioritárias. O **Produto 4** se vale dos problemas identificados, e propõe soluções, sob a forma do banco de projetos. O **Produto 5** traça a estratégia de divulgação e mobilização da sociedade para a elaboração e para a implementação do PSH-RMBH, enquanto o **Produto 6** sistematiza e sintetiza os resultados.

Atividades de caráter mais integrador vão depender muito da qualidade e quantidade das informações levantadas e sistematizadas. Este fluxo de informações é fundamental para que se cumpram prazos e produtos, no caso a sucessão de Produtos preliminares e final, conforme explicitado no Capítulo 7.

Para que seja possível a espacialização das variáveis utilizadas e a realização de relacionamentos e análises espaciais na elaboração do PSH-RMBH, a PROFILL irá elaborar um SIG para receber, consolidar e gerar informações em formatos vetorial, matricial e tabular que possuam componentes espaciais. Importa destacar que é condição necessária à gestão de recursos hídricos o conhecimento da distribuição dos fenômenos socioeconômicos e ambientais no espaço e, por consequência, torna-se necessária também a elaboração de um SIG robusto que permita operações diversas de relacionamento entre as variáveis.

Para tanto, será utilizada a plataforma ArcGIS, desenvolvida pela ESRI, que oferece um amplo conjunto de funcionalidades baseadas em localização. A estrutura central do sistema desenvolvido será o banco de dados em formato GeoDatabase, que permite o armazenamento de informações multiescalares e em diversos formatos. A estrutura será construída de forma flexível, baseando-se na experiência da PROFILL para criar um ambiente adaptado aos padrões organizacionais definidos ao longo do processo, às informações de diversas fontes, formatos e escalas. Utilizar-se-á de forma ampla as ferramentas disponíveis na plataforma para dotar o sistema de interoperabilidade mitigando ao máximo limitações a recepção de informações, o que possibilitará a construção de um banco de dados completo, contendo todas as informações efetivamente utilizadas na elaboração do PSH-RMBH.

A plataforma escolhida também possibilita registro contínuo de metadados, o que será utilizado para garantir o conhecimento de diversos atributos sobre as informações armazenadas, incluindo a linhagem dos dados, garantindo o conhecimento completo da informação utilizada, a utilização futura das informações e a completude do conjunto de informações construído.

Formatos de ampla utilização e não restritos à plataforma serão utilizados para o livre trânsito de informações entre a PROFILL e as instâncias de acompanhamentos dos trabalhos, dos quais destacam-se o formato vetorial Shapefile, matricial TIF, tabular CSV, etc. que possibilitam a visualização e manipulação da informação em diversos softwares livres, gratuitos e proprietários, garantindo acesso à informação.

O Banco de Dados construído então servirá de ferramenta para reunir todas as informações importantes sobre os problemas e possibilitar seu gerenciamento de forma adequada. O SIG servirá também como ferramenta para catalogar, espacializar e permitir a análise das informações a serem levantadas para a bacia, gerando uma base de dados

espacial e de atributos que poderá servir a vários propósitos, atual e futuramente, além de fazer parte do sistema de apoio à gestão.

Além disso o conjunto de dados será organizado de forma padronizada e será referenciado ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000), como determina a Resolução da Presidência do IBGE nº 01/2015, alternado sistemas de projeção conforme a adequabilidade dos sistemas às necessidades dos trabalhos.

Todas as bases serão entregues nos relatórios de Dados Cartográficos (DCs) conforme as diretrizes da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2684/2018, que estabelece o formato e padrão para encaminhamento de dados geoespaciais ao IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos).

5.2. DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM UNIDADES DE ANÁLISE

Tem sido uma prática usual em processos de planejamento de recursos hídricos a divisão das bacias hidrográficas em unidades de estudo, com a intenção de que, posteriormente se tornem também unidades de planejamento e gestão.

Em alguns casos, especialmente em bacias hidrográficas estaduais, já existem unidades desse tipo previstas nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos, as quais são revisadas e aperfeiçoadas por ocasião dos planos de bacia.

Esse procedimento decorre da necessidade de possibilitar o entendimento geral (do todo) a partir do conhecimento do específico (das partes) e é principalmente necessário quando a bacia apresenta extensa área territorial e/ou heterogeneidade e diferenciações internas significativas.

Via de regra, a porção alta das bacias apresenta uma configuração física e socioeconômica muito diferenciada de sua porção próxima da foz, o que dificulta muito a generalização de análises para o conjunto da bacia, uma vez que certas situações são válidas apenas para uma área e não para outra. No caso das regiões hidrográficas, além dessa diferenciação entre as porções alta e baixa das bacias, a diversidade de bacias que as compõem também é muito significativa, tanto do ponto de vista físico e ambiental, quanto do ponto de vista socioeconômico.

A área de estudo já possui uma delimitação em vigor, as sub-bacias definidas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos. As informações geradas serão especializadas neste nível de desagregação, e, quando possível, em ottobacias, utilizando para isso a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 5k – BHO5k (ANA, 2017a) consistida pelo IGAM para o estado de Minas Gerais (IGAM, 2021c).

5.3. PARTICIPAÇÃO PÚBLICA E COMUNICAÇÃO SOCIAL

A seguir estão apresentadas as estratégias e diretrizes gerais para as atividades previstas em comunicação social e que favoreçam a participação pública, de forma focada em atores estratégicos e, também, ampliada para o público em geral. Serão realizadas três oficinas no decorrer do projeto, sendo duas após a aprovação do Subproduto 3A (RP001), e uma após a aprovação do Subproduto 5A (RF010).

5.3.1. Oficinas para discussão dos resultados dos mapas temáticos e seleção das áreas prioritárias

As ***duas primeiras oficinas*** estão votadas a apresentação e discussão dos resultados do diagnóstico, bem como das áreas prioritárias. Esses dois eventos também serão regionalizados, sendo que a primeira oficina contemplará as sub-bacias ou Unidades Territoriais Estratégicas – UTEs da bacia do rio das Velhas e a segunda, as sub-bacias dos rios Paraopeba e Pará. Essas primeiras oficinas têm como objetivo:

- Apresentar e discutir os mapas temáticos e o mapeamento preliminar das áreas prioritárias voltadas à revitalização e à segurança hídrica, com o objetivo de refiná-los; apresentar e discutir a proposição de métricas para aplicação dos critérios de seleção de áreas prioritárias; e criar uma metodologia de hierarquização das áreas prioritárias para a revitalização e segurança hídrica categorizando segundo o grau de vulnerabilidade em segurança hídrica.

Com relação ao ***público alvo*** das duas primeiras oficinas, será importante as presenças das instituições, secretarias municipais e estaduais que tem de ofício lidar com a questão da segurança hídrica nas regiões (a exemplo das secretarias de obras, da saúde, defesa civil, secretarias de meio ambiente e agricultura); assim como os respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas, as representações do poder legislativo municipal, sociedade civil

organizada (especialmente representantes de associações de moradores e organizações não governamentais, associações técnicas e profissionais e instituições de ensino.

Destaca-se que, assim como será para a última oficina, o mapeamento inicial da rede de contatos e instituição estratégicas (que deverá partir das interfaces já realizadas atualmente pela Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte), e a sua ampliação determinará que o público-alvo direto apontado acima (que se relaciona de maneira concreta e imediata com a temática em discussão), seja também ampliado para um público-alvo indireto mobilizável, o que determinará uma efetiva participação da maior parte da sociedade das regiões que serão impactadas positivamente pelo plano. A composição desses públicos compreende o conjunto de atores estratégicos das ações de comunicação, mobilização e educação ambiental (*Stakeholders*).

No que se refere às **metodologias a serem empregadas nas oficinas**, a experiência recente na condução ou apoio aos processos de construção coletiva de planos com natureza semelhante aos PSH-RMBH, indica que uma série de técnicas ou instrumentos podem ser aplicadas, em conjunto ou separadamente, ou ainda, que são adaptáveis ao contexto específico encontrado variando conforme formato do evento (presencial ou online¹) e público esperado. Destaca-se, sem prejuízo as adaptações mencionadas, o que segue:

- Pauta antecipada: todos os participantes serão informados previamente sobre os objetivos das oficinas;
- Planejamento *versus* Duração: a duração de uma oficina costuma ser inversamente proporcional ao seu planejamento. De um lado, oficinas extensas podem provocar a dispersão dos participantes, perda de foco e interessa, por outro lado, oficinas de curtas duração podem promover a desmobilização ou baixo engajamento, pela possível indicação de falta de pautas importantes ou tempo para desenvolver discussões consistentes. Neste caso específico do PSH-RMBH, inicialmente propõem-se a realização de oficinas com até 3 horas de duração, incluídas a abertura institucional e fechamento com encaminhamentos e posicionamento dos próximos passos;

¹ Evento Presencial – onde o público participante e equipe de condução e organização comparecem ao mesmo local (físico) e desenvolvem o roteiro de trabalho proposto conjuntamente. Evento online – ocorre quando o público participante e equipe de condução e organização acessam remotamente um ambiente online e desenvolvem o roteiro de trabalho proposto conjuntamente.

- **Condução das oficinas:** por se tratar de oficinas de trabalho, o foco será a apresentação dos resultados técnicos a obtenção da percepção ou, idealmente, a contribuição técnica dos presentes. Neste contexto, a formalidade pode ceder lugar a orientação técnica. A utilização de instrumentos de interação, a exemplo de mapas “falados” ou ainda processos de discussão a respeito da hierarquização, baseados em metodologias de priorização multicritério (por exemplo, a AHP²) ou de pontuação de Gravidade, Urgência e Tendência³. As duas sistemáticas podem ser aplicadas interativamente em oficinas online ou presenciais e, ainda, complementarmente, podem compor formulários de consulta que podem ficar disponíveis para o público-alvo, que podem ser disponibilizados prévia ou posteriormente ao evento.
- **Finalização da oficina:** idealmente será buscado o fechamento do evento com prévia de resultados da interação obtida. Essa condição será determinada pela condição de apuração e operacionalização dos resultados.
- **Pré e Pós-oficina:** poderá ser avaliada a condição de ser executada consulta prévia ou a manutenção da consulta após o evento por período determinado para ampliação das contribuições.

Após as oficinas, os mapas temáticos contendo as áreas prioritárias voltadas à revitalização e à segurança hídrica serão consolidados no Subproduto 3B (RF008).

5.3.2. Oficina voltada a promover o engajamento e facilitação para a implementação do PSH-RMBH

A terceira oficina tem como objetivo a apresentação dos resultados do PSH-RMBH, mas principalmente a mobilização e comunicação social para o alcance do engajamento de médio e longo prazos de atores nas gestões municipais, na região metropolitana de Belo Horizonte, nos órgãos estaduais integrantes do Sistema Nacional e Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, comitês de bacias hidrográficas, ONGs,

² AHP – no Processo Analítico Hierárquico, as variáveis são comparadas aos pares, e um valor de importância relativa (Exemplo: muito mais importante, menos importante, igualmente importante, mais importante, muito mais importante) é atribuído ao relacionamento entre estes critérios segundo uma escala pré-definida (SAATY, 2008), depois disso matematicamente é possível calcular, de forma multicriterial, os pesos de cada variável.

³ GUT – no método GUT de priorização, cada variável ou tema é pontuada (numa escala de 1 a 5, por exemplo) em termos da Gravidade (Impacto que pode ocorrer caso nada seja feito com relação a problemática), Urgência (pressão do tempo para que sejam tomadas providências) e Tendência (padrão de evolução da situação caso medidas não sejam tomadas). Ao final a multiplicação das três notas determina a nota final, quanto maior a nota maior a prioridade.

dentre outros, a fim de que os programas, ações e diretrizes do PSH-RMBH sejam efetivados. Os resultados desta oficina serão consolidados no Subproduto 5B (RF011).

Objetivamente, são válidas todas as indicações metodológicas realizadas para as duas primeiras oficinas. Ainda assim, tendo em vista que será uma oficina de construção de um contexto pós elaboração do PSH que determine perenidade das ações do plano pode-se lançar mão de uma metodologia baseada em “*conversação estratégica*”⁴ entre os atores estratégicos presentes. Importante reforçar que o momento da sua realização determinará excelentes condições de dimensionamento metodológico e de mobilização para que os objetivos sejam obtidos. Essa condição se insere no fato de que processos participativos robustos são aprimorados à medida que são realizados e o contexto local é percebido pela equipe técnica que apoia a realização do plano, grupo de trabalho de fiscalização e acompanhamento, assim como dos próprios participantes.

5.3.3. Atividades de comunicação social e mobilização, procedimentos e apresentação de resultados

As atividades de comunicação e mobilização social, contudo, já devem iniciar anteriormente às oficinas, ainda na etapa de coleta de dados, conforme exposto no item 5.1, onde se pretende identificar e contatar os atores estratégicos para a aquisição de dados e, ao mesmo tempo, informá-los e mobilizá-los para a participação no processo de elaboração do PSH-RMBH.

A articulação prévia com os atores estratégicos (público-alvo direto), com a inserção de pedido de confirmação prévia, via formulário eletrônico ou outros formatos de contato, deverá ser um instrumento valioso para o planejamento das oficinas. Um número grande de participantes poderá determinar ainda, caso se julgue necessário, a subdivisão dos encontros para melhor compor a interatividade desejada com os participantes.

Será elaborado um *mailing* do público-alvo, com criação de um banco de dados para ser utilizado em estratégias de comunicação dirigida e de marketing direto, tais como mala direta, telemarketing e correio eletrônico. Estes servirão na manutenção, monitoramento e sensibilização para uma articulação e mobilização contínuas, não apenas focada em ações informativas, mas que provoquem reflexão, eduquem e transformem os indivíduos, de dentro para fora. E promover revisão contínua visando a sua constante ampliação e atualização.

⁴ HEIJDEN, Kees Van Der. Planejamento de Cenários: A Arte da Conversação Estratégica. Porto Alegre: Bookman, 2004. Esta referência conceitua a utilização de conversação estratégica para a construção de futuro.

A produção de conteúdo digital para divulgar todas as etapas, produtos (em construção e finais), oficinas, dentre outras ações e informações relevantes durante a construção do PSH-RMBH será realizada pela PROFILL e estará vinculada ao *website* da ARMBH, em seção específica criada para o PSH-RMBH. A divulgação de conteúdo em *website* deve propiciar o fornecimento de informações, bem como o cadastramento de interessados, e até a remessa de contribuições e sugestões ao PSH-RMBH, ferramenta poderosa no envolvimento de mais pessoas ao processo de elaboração do Plano.

Para facilitar o processo de ouvidoria dos públicos de interesse, será criado um e-mail em domínio próprio do PSH, visando acolher as manifestações de todos os interessados em participar do processo.

No quesito produção audiovisual, será desenvolvido material em áudio e vídeo para divulgação em meios eletrônicos (*website*, redes sociais e rádios locais/comunitárias), além de uso em eventos, destacando-se os seguintes materiais:

- 1 (um) vídeo - roteiro, captação de imagens, direção e edição – com a apresentação do PSH-RMBH;
- 1 (um) vídeo de memórias - roteiro, captação de imagens, direção e edição – com a apresentação do processo de construção do PSH-RMBH;
- 5 (cinco) spots com temas relacionados ao PSH-RMBH;

Os materiais produzidos serão previamente aprovados junto à coordenação de comunicação da ARMBH. As peças específicas para as redes sociais e *website* da ARMBH serão produzidos pela equipe da PROFILL e aprovados e distribuídos ou postados pela comunicação da ARMBH.

Mensalmente será produzido um *clipping*, com base nos veículos de comunicação de interesse de monitoramento a serem indicados para comunicação da ARMBH (nome do veículo, indicação de como local a notícia, seção/página, data, título e observações gerais sobre o conteúdo), contendo o monitoramento e controle da distribuição desses produtos nos canais e redes de comunicação. Também será monitorado o controle de acesso à seção do PSH-RMBH a ser desenvolvida no *website* da ARMBH.

Em relação às oficinas, entende-se que a dinâmica de cada oficina e sua divulgação deverão ser articuladas com a ARMBH. Sua sistemática de preparação envolve minimamente as seguintes atividades:

- (45 dias antes das oficinas): definição dos conteúdos e dinâmica da atividade e envio para a aprovação da ARMBH e Comitê Gestor.
- (30 dias antes das oficinas): Preparação do material de divulgação e convites.
- (20 dias antes das oficinas): comunicação e atividades de mobilização para o incentivo a participação institucional e social na atividade. Distribuição de convites digitais e na forma presencial, envio de material a imprensa para divulgação (espontânea), realização de telefonemas para o reforço de convites institucionais e das organizações de representação sociopolítica.
- Realização das oficinas: estrutura, recepção, moderação, apresentação, dinâmica, registro de presença, registro fotográfico e registro das contribuições.
- Divulgação da realização das oficinas nas mídias digitais e, envio de resumos para as mídias impressas e audiovisuais.

Posteriormente a cada oficina, será emitido um Relatório Final da Oficina (RFOF), contendo:

- Descrição das atividades;
- Material das oficinas:
 - Atas;
 - Registros fotográficos;
 - Lista de presença;
 - Número de participantes;
- Demandas e colaborações coletadas;
- Material de divulgação:
 - *Folders, banners*, cartazes, convites, posts em redes sociais, *releases*, conforme a estratégia definida para cada evento.

5.3.4. Formato de realização das oficinas

Embora o contexto da pandemia da COVID-19 sinalize que as restrições sejam levantadas e o nível de segurança sanitária avance mais firmemente, compreende-se que as reuniões, tanto as de acompanhamento dos trabalhos quanto as oficinas públicas, sejam realizadas em ambiente online, através de videoconferência. A experiência dos dois últimos anos com eventos online/remotos, apresenta excelentes resultados de participação e contribuição, sejam em eventos com público composto por representação institucional ou mesmo com chamamento à participação pública, aberta aos diversos seguimentos da sociedade⁵. A facilitação da logística e produtividade, com otimização do tempo dos participantes, têm proporcionado eventos com ampla participação e representatividade, bem como em número de inscritos e presentes.

A intensificação e massificação de diferentes modalidades de eventos online (corporativos, sociais, empresariais, técnicos-científicos, dentre outros) possibilitou, em um curto espaço de tempo, a utilização e integração de diferentes estratégias. A experiência técnica da PROFILL e dos profissionais especialistas que compõem a equipe técnica do PSH-RMBH é suficiente para aferir algumas estratégias como mais relevantes e exitosas no contexto de projetos semelhantes ao PSH-RMBH.

Diante do exposto, acerca da possibilidade de adotar o que se convencionou como eventos “híbridos”, que reúne características tanto de eventos presenciais quanto online (exemplo: um evento presencial com transmissão ao vivo e que pode ser acompanhado por participantes online; ou um evento que proporciona um meio de interação em comum entre os dois tipos de participantes, como um aplicativo ou formulário eletrônico acessado através de dispositivos móveis). É importante destacar que, considerados os objetivos das oficinas propostas e o nível de interação e contribuição desejadas, a adoção deste formato não garante, as mesmas condições de participação, simultaneamente, a todos os participantes, pois cada modalidade de evento, exige uma estrutura e estratégia de interação específicos.

Inicialmente, é importante reforçar que eventos presenciais transmitidos ou que aguardem a participação remota de alguma pessoa, determina uma menor condição de participação para quem estiver remotamente, além disso pode determinar dificuldades

⁵ A Profill, durante o período pandêmico conduziu diversos processos participativos durante o período pandêmico, com muito sucesso, a exemplo de: Planos Municipais de Saneamento Básico de seis municípios mineiros da Bacia do Alto Rio São Francisco, Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Planos de recursos hídricos os seis afluentes mineiros e fluminenses da bacia do Rio Paraíba do Sul, Planos diretores de recursos hídricos das bacias mineiras Mucuri, São Mateus e bacias do Leste, entre outros.

operacionais para a condução da desejada interatividade (o contexto das oficinas, especialmente as duas primeiras exigirão forte interatividade). Por outro lado, no caso de eventos remotos, aguardar a manifestação de pessoas instaladas presencialmente também pode determinar as mesmas dificuldades operacionais e metodológicas. Ou seja, a intenção de agregar participantes pode justamente determinar dificuldades a participação. Ou seja, cada formato (presencial ou remoto) exige uma dinâmica e estratégia diferente para que os objetivos sejam alcançados. A aplicação de estratégias diferentes num mesmo evento, em especial se for composto de um número significativo de participantes em cada formato, pode não ser possível.

Por outro lado, tendo em vista a coerente e importante preocupação com a busca da representatividade e robustez no processo participativo, sugere-se que o primeiro evento a ser realizado seja online e seguido de uma validação com a fiscalização e Comitê Gestor. No caso de que seja apurada falha na representatividade esperada, poderá ser realizado um segundo evento remoto ou ainda um segundo evento presencial, com chamadas específicas para atores ou instituições estratégicas que não se fizeram representar.

6. INDICAÇÕES METODOLÓGICAS PARA ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS

6.1. PRODUTO 1 – PLANO DE TRABALHO

Para elaboração deste **Produto 1 - Plano de Trabalho** foi utilizada como base a proposta técnica da PROFILL no âmbito do processo licitatório. Além disso foram incorporadas as solicitações apresentadas na reunião inicial de alinhamento com a ARMBH, ocorrida no dia 23 de fevereiro de 2022 e reunião sobre a comunicação e mobilização social ocorrida em 09 de março de 2022.

O Plano de Trabalho apresenta um detalhamento das atividades (conteúdo, metodologia, duração, interfaces e produtos), bem como metodologia para estruturação do banco de dados e para elaboração dos produtos cartográficos.

Além disso, o Plano de Trabalho apresenta a forma de realização do processo de mobilização social, eventos de participação previstos e os canais de comunicação a serem utilizados, visando o engajamento dos envolvidos (sociedade civil, poder público, usuários de água, Comitês de Bacias, etc.) no processo de construção do PSH-RMBH. Este detalhamento consiste na estratégia para o incentivo a participação pública na elaboração do PSH.

6.2. PRODUTO 2 – ESTUDOS E LEVANTAMENTOS DIAGNÓSTICOS

O **Produto 2 - Estudos e Levantamentos Diagnósticos** é o primeiro produto com conteúdo técnico, iniciado concomitantemente ao Plano de Trabalho, a ser entregue em até 6 meses do início dos trabalhos, 5 meses após entrega do **Produto 1**.

O **Produto 2** consiste no diagnóstico da segurança hídrica da Região Metropolitana de Belo Horizonte, e é composto 10 Subprodutos (2A até 2J), conforme a relação apresentada no Quadro 6.1

Quadro 6.1 – Composição do Produto 2

Produto	Subproduto	Relatórios
Produto 2	2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água	RF002
	2B - Estudo de demanda hídrica pelo uso da água	
	2C - Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário	
	2D - Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas	RF003
	2E - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos	RF004
	2F - Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos	
	2G - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens	

Produto	Subproduto	Relatórios
	2H - Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	RF005
	2I - Estudo da situação do saneamento básico	RF006
	2J - Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções	RF007

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

Os itens a seguir descrevem a metodologia para elaboração do conteúdo presente nos 10 Subprodutos, apresentando uma proposta de dados a serem utilizados e as metodologias específicas para os conteúdos exigidos no Termo de Referência.

6.2.1. Subproduto 2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água

O Subproduto 2A consiste em: (i) diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial; (ii) diagnóstico da disponibilidade hídrica subterrânea; (iii) identificação das outorgas superficiais e subterrâneas; (iv) no levantamento dos reservatórios de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH); (v) diagnóstico da qualidade da água superficial e subterrânea; e (vi) uma análise do potencial de diversificação das fontes de abastecimento.

6.2.1.1. Levantamento dos pontos de monitoramento

Essa atividade compreende o levantamento das redes e pontos de monitoramento quali-quantitativo dos aquíferos e corpos hídricos superficiais existentes na área de abrangência do PSH-RMBH. Será apresentado um histórico desses dados de monitoramentos, de forma a subsidiar estratégias para o controle da qualidade e quantidade de água na RMBH.

O levantamento dos pontos de monitoramento será realizado através de buscas nas bases de dados de informações do governo de Minas Gerais, principalmente as redes operadas pelo IGAM. Existem diversas iniciativas com o objetivo de realizar o monitoramento de quantidade e qualidade da água disponíveis no IDE-SISEMA, e no Portal InfoHidro. Seguem alguns exemplos:

- Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE);
- Sala de Situação da Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos (GMHEC);
- Rede de monitoramento telemétrica do IGAM;

- Monitoramento de Qualidade das Águas do IGAM;
- Áreas de Conflito Declaradas em Minas Gerais;
- Boletins de Escassez Hídrica;
- Declarações de Escassez Hídrica;
- Boletins de qualidade das águas superficiais;
- Rede de monitoramento do IGAM.

Também serão identificadas as estações de monitoramento hidrometeorológico presentes na região que não pertencem ao IGAM. A ANA possui o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA), com estações de qualidade em todo o território nacional e a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), com estações de monitoramento fluviométrico de nível, vazão, qualidade, sedimentos; e de monitoramento pluviométrico. Também poderão ser consideradas as estações de outras instituições como o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS da CPRM, o automonitoramento das empresas, caso disponível, dentre outras.

Os pontos levantados deverão subsidiar as análises de disponibilidade hídrica e qualidade das águas, apresentadas na sequência. Além disso, deverá ser realizada uma avaliação sobre o clima da região, através das Normais Climatológicas do INMET e atualizada a curva IDF (intensidade-duração-frequência das chuvas) da RMBH.

6.2.1.2. Diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial

Estimativas de vazões afluentes são geralmente realizadas a partir de duas alternativas consagradas:

- Modelos chuva-vazão; e
- Regionalização de vazões.

Os modelos chuva-vazão são capazes de gerar séries hidrológicas em locais da bacia que não possuem estações. São modelos matemáticos que transformam precipitação em vazão através de equações que simulam características físicas da bacia, como tipo de solo, geometria, parâmetros climáticos, vegetação, relevo, entre outros. A calibração é realizada a partir das informações das séries de vazões observadas nas estações fluviométricas. A técnica de modelos chuva-vazão é mais trabalhosa que a utilização de

métodos de regionalização, porém, gera informações de séries hidrológicas simuladas para diversos pontos na bacia.

A técnica de regionalização de vazões utiliza séries de vazões conhecidas para identificar vazões características ($Q_{7,10}$, Q_{90} , Q_{95} , $Q_{\text{média}}$, etc.) e através de variáveis regionais que impactam no comportamento hidrológico, como área de drenagem e precipitação, elaborar equações para transferir estas informações de vazões para outros locais da bacia. É um método consagrado, eficiente e que apresenta bons resultados. A regionalização é feita para as estatísticas da série (isto é, as vazões características), e não é utilizada para gerar séries hidrológicas.

O Estado de Minas Gerais possui um estudo de regionalização de vazões oficial (IGAM, 2012), elaborado pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM) em conjunto com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), e disponível no site da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA), e que, segundo as diretrizes do Termo de Referência, deverá ser utilizada para a estimativa da disponibilidade hídrica deste PSH-RMBH. Além deste, há uma estimativa de disponibilidade hídrica realizada no âmbito do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (SEMAD/UFLA), também disponível no IDE-SISEMA.

O estudo de regionalização de vazão do IGAM fornece a vazão média de longo período (Q_{mlp}), as vazões com tempo de permanência de 90% do tempo (Q_{90}) e 95% do tempo (Q_{95}), e a vazão mínima média de 7 dias com 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), para todos os pontos do estado de Minas Gerais, considerando a Base Hidrográfica Otocodificada da ANA (ANA, 2017a), a qual foi consistida pelo IGAM para o estado de Minas Gerais, eliminando sobreposições e pequenos buracos contidos na base (IGAM, 2021c).

Os resultados podem ser comparados com as informações de vazão Q_{95} regionalizadas pelo estudo Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K) da ANA (ANA, 2017a) e com os estudos de disponibilidade hídrica dos Planos Diretores das bacias dos rios das Velhas, Paraopeba e Pará.

Caso haja necessidade de consistência das informações em locais de interesse, poderão ser geradas vazões características a partir das séries históricas das estações fluviométricas de monitoramento na área de estudo, e comparadas com as vazões regionalizadas.

6.2.1.3. Diagnóstico da disponibilidade hídrica subterrânea

O Termo de Referência prevê para o Subproduto 2A *“apontar a quantidade de vazão explorada por ano nos mais diversos aquíferos, independentemente se é aquífero renovável ou geológico, e estimar a recarga potencial desses aquíferos por meio do volume médio de precipitação pluviométrica”*.

Ou seja, está previsto uma avaliação das demandas hídricas subterrâneas (vazão explorada por ano) e a estimativa de recarga potencial destes aquíferos. A PROFILL sugere que no Subproduto 2A seja realizado o estudo de disponibilidade hídrica subterrânea, identificando as reservas renováveis e a recarga potencial; e que posteriormente, no Subproduto 2B, que trata das demandas hídricas, sejam realizados estudos mais aprofundados das demandas subterrâneas e vazão explorada nos aquíferos.

Nesta atividade serão identificadas as unidades aquíferas da área de estudo e realizada uma descrição das características litológicas e hidráulicas das unidades. As reservas renováveis, para cada tipo de aquífero, deverão ser estimadas pela multiplicação do escoamento de base da sub-bacia multiplicado pela área de cada unidade aquífera aflorante e um índice de utilização. Há uma série de outros métodos que calculam as reservas renováveis a partir das vazões superficiais, descritos por Dora (2013), que poderão ser avaliadas visando definir o método mais adequado a ser utilizado. A recarga potencial será calculada com base na precipitação.

6.2.1.4. Identificação das outorgas superficiais e subterrâneas

O Termo de Referência prevê neste Subproduto 2A a utilização dos bancos de outorgas superficiais e subterrâneas e cadastro de usos insignificantes. O estudo de demandas será realizado posteriormente, no Subproduto 2B, mas aqui serão apresentadas de forma preliminar as informações obtidas dos cadastros (de outorgas e usos insignificantes), consistidas e que serão analisadas com maior profundidade no diagnóstico das demandas hídricas.

6.2.1.5. Levantamento dos reservatórios de abastecimento da RMBH

A etapa de análise dos reservatórios compreende (i) a identificação dos reservatórios de abastecimento de água, (ii) apresentação do histórico de fornecimento de água dos reservatórios outorgados, (iii) a avaliação da capacidade de regularização de vazões

dos reservatórios, e (iv) a identificação dos reservatórios estratégicos para situações críticas de escassez hídrica.

A identificação dos reservatórios será realizada através da análise dos sistemas de abastecimento de água dos municípios da área de abrangência do PSH-RMBH, disponível na publicação do Atlas Águas (ANA, 2021a). O Atlas fornece os croquis detalhados dos sistemas de abastecimento de todos os municípios do Brasil, identificando o sistema de captação, vazões captadas e o tipo de intervenção no corpo hídrico.

No Atlas Águas é disponibilizado ainda um arquivo vetorial com a localização dos pontos de captação, no qual pode-se identificar a estrutura onde é realizada a captação (se é em barragem de nível, barragem de acumulação, tomada direta, etc.), dados estes que também estão disponíveis nos croquis. Esses dados podem ser cruzados ainda com o banco de outorgas do IGAM e com as informações do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, do qual podem ser extraídas mais informações sobre os reservatórios.

A capacidade de regularização de vazões dos reservatórios foi uma informação solicitada aos operadores no âmbito do Atlas Águas. Nem todas as operadoras possuíam a informação, mas muitas a disponibilizaram. Dessa forma, serão utilizadas as informações obtidas no Atlas Águas e para os reservatórios sem informação, a capacidade de regularização será calculada através das vazões características (Q_{mlp}) regionalizadas nos locais de interesse e características físicas dos reservatórios, desde que disponíveis as informações necessárias. Assim, se relacionam fatores como vazões afluentes, perdas por evaporação e infiltração, vazão remanescente e volume do reservatório, para obter sua capacidade de regularização. A vazão máxima regularizável por um reservatório será sempre igual à vazão média no curso hídrico.

O histórico de fornecimento de água dos reservatórios exige informações operacionais de acompanhamento que serão buscadas junto às operadoras do sistema de abastecimento (SAAEs, prefeituras e COPASA). Deverão ser solicitadas ainda as relações cota-área-volume dos principais reservatórios e identificados os níveis críticos de alerta e de restrição. De posse dos dados das operadoras, serão identificados os reservatórios que operam, mesmo que periodicamente, próximo à ou em sua capacidade máxima.

O item final corresponde à identificação dos reservatórios estratégicos para situações críticas de escassez hídrica. Essa análise passa pelos resultados dos itens

anteriores, em especial pela identificação da capacidade de regularização dos reservatórios. Em situações de escassez hídrica, os reservatórios estratégicos serão aqueles com maior capacidade de regularização.

6.2.1.6. Diagnóstico da qualidade da água superficial e subterrânea

A caracterização da qualidade da água dos aquíferos e corpos hídricos superficiais será realizada a partir dos dados da rede de monitoramento do IGAM, da Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade das Águas – RNQA da ANA e da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS da CPRM. Além disso, poderão ser consultados ainda os dados do automonitoramento das empresas licenciadas, caso disponível.

Para o diagnóstico da qualidade das águas serão considerados, principalmente, os dados históricos disponíveis no Portal InfoHidro e no Repositório Institucional do IGAM; o Mapa da Qualidade das Águas de Minas Gerais – IGAM; os Relatórios da Qualidade das Águas Superficiais e do Monitoramento das Águas Subterrâneas – IGAM.

Para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais, serão utilizados os mesmos indicadores do IGAM, a saber: Índice de Qualidade das Águas – IQA, Contaminação por Tóxico – CT, Ensaios Ecotoxicológicos – EE e o Índice de Estado Trófico – IET. Poderão ser analisados ainda parâmetros de qualidade característicos de águas contaminadas por esgoto doméstico, a saber: DBO e Coliformes Termotolerantes/*E. coli*.

Para o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas, na área de abrangência do PSH-RMBH, o IGAM possui rede de monitoramento apenas na bacia do rio das Velhas. Os pontos monitorados são, na sua grande maioria, poços tubulares de produção. São monitorados 74 parâmetros físico-químicos e biológicos nas águas subterrâneas. Os resultados de qualidade de água gerados são armazenados em uma base de dados, que contém informações atuais e históricas, permitindo observar a evolução da qualidade das águas nas duas últimas décadas. De forma complementar aos dados do IGAM, serão avaliados ainda os dados da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – RIMAS da CPRM e, caso disponível, serão consultados ainda os dados do automonitoramento das empresas licenciadas.

Para esse Subproduto 2A, estava previsto ainda no Termo de Referência a identificação dos principais fatores e atividades antrópicas que comprometem a qualidade da

água na RMBH, contudo, o Subproduto 2D trata exatamente desse assunto e é onde sugere-se que essa atividade seja realizada de forma que se possa relacionar a qualidade da água com o mapeamento do uso e ocupação do solo.

6.2.1.7. Potencial de diversificação de fontes de água

O potencial de diversificação de fontes de água partirá do que foi apresentado ao final da análise dos reservatórios, no item de identificação dos reservatórios estratégicos para situações críticas de escassez hídrica. Complementando a lista de reservatórios estratégicos, também serão identificados mananciais estratégicos e alternativas de abastecimento para o futuro.

6.2.2. Subproduto 2B – Estudo de demanda hídrica pelo uso da água

O Subproduto 2B consiste: (i) em um diagnóstico das demandas hídricas superficiais e subterrâneas (a partir do levantamento preliminar das outorgas realizado no 2A e outras estimativas), (ii) na elaboração de cenários futuros e (iii) no balanço hídrico superficial e subterrâneo atual e futuros.

6.2.2.1. Diagnóstico das demandas hídricas superficiais e subterrâneas

Após a definição da disponibilidade hídrica e vazões características da área de estudo, é necessário estimar as demandas hídricas na bacia. Estão previstos para este item (i) avaliação das demandas superficiais, (ii) avaliação das demandas subterrâneas, incluindo aqui a atividade proposta pelo Termo de Referência no Subproduto 2A de “*apontar a quantidade de vazão explorada por ano nos mais diversos aquíferos*”, e (iii) estimativas de demandas hídricas.

Para as atividades (i) e (ii), a PROFILL tomará como ponto de partida as informações obtidas preliminarmente no Subproduto 2A, de identificação e levantamento das outorgas superficiais e subterrâneas. Os cadastros de outorgas e usos insignificantes serão analisados e consistidos, e deles serão obtidos os valores de demanda hídrica dos diferentes corpos hídricos (superficiais e subterrâneos).

Considerando que as outorgas nem sempre são um retrato fiel da quantidade de uso da água nas bacias, também será consultado o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019b). O Manual de Usos Consuntivos é um relatório que traça um panorama das demandas pelos recursos hídricos discretizadas por município ou ottobacia para todo o

território nacional, entre 1931 e 2030. No Atlas Águas (ANA, 2021a), contudo, a projeção das demandas foi estendida até o ano de 2050, considerando os coeficientes técnicos do Manual de Usos Consuntivos. Foram estimadas as demandas para: abastecimento humano, dessedentação animal, agricultura irrigada, industrial, mineração e termelétrica.

Concomitantemente a elaboração do Atlas Águas, foi elaborado o Atlas Irrigação (ANA, 2021b), aprovado e publicado no mesmo ano do Atlas Águas. o Atlas Irrigação apresenta o potencial efetivo de área irrigável para cada município, que contempla o efeito da extensão dessas áreas no cálculo das demandas para a agricultura irrigada.

As demandas estimadas para o PSH-RMBH, portanto, utilizarão os dados e metodologia do Manual de Usos Consuntivos e Atlas Águas, mas com a demanda para irrigação devendo ser atualizada, considerando os dados mais recentes de área irrigada do Atlas Irrigação.

Uma informação essencial nesta etapa é a separação das demandas entre superficiais e subterrâneas, o que permitirá identificar a dimensão dos impactos das demandas sobre os mananciais superficiais e subterrâneos separadamente. Os cadastros e bancos de outorga serão fontes importantes para a definição desta informação, uma vez que os registros definem a natureza do manancial, quando superficial ou subterrâneo.

Caso seja necessário algum tipo de refino ou discretização adicional, metodologias específicas para estimativas de demandas podem ser utilizadas, conforme descrito no Quadro 6.2.

Quadro 6.2 – Metodologias para estimativas de demandas hídricas

Tipo	Metodologia e fontes de dados
Irrigação	Censo Agropecuário 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/ ; Produção Agrícola Municipal - PAM. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam ; Levantamento dos pivôs centrais de irrigação. Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home ; Atlas Irrigação. Disponível em: http://atlasirrigacao.ana.gov.br/
Indústria	Água na Indústria - Uso e Coeficientes Técnicos. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/aceso-tematico/usuarios-da-agua/aquanaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf Estimativas alternativas baseadas em dados de setores específicos da indústria, a partir dos microdados RAIS e CAGED. Disponível em: http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged , PNAD. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=o-que-e
Dessedentação animal	Estimativas a partir do número de animais. Pesquisa Pecuária Municipal - PPM. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm ;
Abastecimento humano e esgotamento sanitário	Atlas Esgotos. Disponível em: http://atlasesgotos.ana.gov.br/ ; Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020). Disponível em: http://www.snis.gov.br/ ;

Tipo	Metodologia e fontes de dados
	Planos de saneamento municipais. Estimativas baseadas na população. IBGE Cidades. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/ Metadados do IBGE. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/
Mineração	Portal da ANM. Disponível em: http://www.anm.gov.br/ Portal de informações do DNPM. Disponível em: https://sistemas.dnmp.gov.br/SCM/site/admin/Default.aspx
Geração de Energia	Portal da ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/ Portal do ONS. Disponível em: http://ons.org.br/
Pesca e aquicultura, transporte hidroviário, turismo e recreação	"Matriz de Coeficiente Técnico para Recursos Hídricos no Brasil". Disponível em: http://mma.gov.br/estruturas/161/publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf
Geral	Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: http://www.snirh.gov.br/ Metadados da ANA. Disponível em: http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home ;

Fonte: elaboração própria.

A maior parte das fontes mencionadas fornece informações especializadas, algumas a nível de coordenadas geográficas, outras a nível de município ou bacia hidrográfica. Especializações mais específicas podem ser realizadas avaliando os casos específicos. A partir da disponibilidade e das demandas é possível realizar o balanço hídrico.

6.2.2.2. Cenarização e demandas hídricas futuras

A atividade de cenários de uma forma geral consiste na elaboração de uma visão de futuro para a área de estudo, alinhada com a expectativa e capacidades dos atores no horizonte de planejamento, acompanhada de visões da evolução do quadro atual, a partir do diagnóstico formulado e da análise das tendências passadas, segundo diferentes alternativas de futuro, dando origem a diferentes cenários.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040, em fase final de elaboração, identificou tendências de peso, incertezas críticas e fatos portadores de futuro com influência nacional, que orientaram a elaboração de cenários futuros para o Brasil. Foram cinco os cenários propostos que orientaram a elaboração de elementos norteadores das estratégias e, finalmente, das estratégias a serem adotadas nacionalmente. Propõe-se que o PSH-RMBH adote os mesmos cenários, que deverão ser projetados e adaptados à RMBH. Isto permitirá que o gerenciamento dos recursos hídricos regionais seja articulado com o nacional, facilitando a integração das ações nos dois âmbitos e no Estado de Minas Gerais.

O Quadro 6.3 apresenta as sementes de futuro⁶ adotadas, considerando as dimensões econômicas e socioambientais, que adotam as seguintes definições:

⁶ Sementes de futuro: fatos ou sinais que têm origem no passado e no presente, e que sinalizam possibilidades de eventos futuros.

- 1) **Tendências de Peso:** são tendências cujas direções já são bastante visíveis e suficientemente consolidadas para se admitir a manutenção do seu rumo presente durante o período considerado;
- 2) **Fatos portadores de futuro:** são fatores de mudanças potenciais no presente, que podem gerar Incertezas Críticas; constituem-se também em sinal ínfimo por sua dimensão presente, mas imenso por suas consequências e potencialidades;
- 3) **Incetezas Críticas:** são incertezas relativas à evolução de fatores externos, não controláveis pela organização, mas que influenciarão substancialmente os cenários, e o conteúdo e a implantação de decisões estratégicas e, conseqüentemente, o seu futuro.

Quadro 6.3 – Sementes de futuro para o PNRH 2022-2040.

Variáveis	Dimensões	
	Economia	Sociedade/Ambiente
Tendências de Peso	Alterações no regime hidrológico devido à ocupação e ao uso do solo, e a variabilidades e mudanças climáticas.	Demandas socioambientais: melhorias na distribuição de renda e na proteção ambiental
	Pressões por crescimento econômico, geração de emprego e renda.	
	População humana: gradual redução tendendo à estabilização.	
	Produção agropecuária crescente e mais tecnificada.	
Incetezas Críticas	Demanda mundial crescente por produtos brasileiros.	Exigências mundiais relacionadas ao meio ambiente e à equidade social
	Geração de energia elétrica.	
	Produção industrial.	
	Produção minerária.	
Fatos Portadores de Futuro	Transição energética (descarbonização da economia) e tecnológica.	

Fonte: MDR (2022)

Com base nas sementes de futuro, e em especial nas incertezas críticas, foram propostos sete cenários para o PNRH 2022-2040, ilustrados na Figura 6.1, resultantes da combinação das dimensões econômica e socioambiental. Entende-se que um cenário que pressuponha alto crescimento econômico conjugado com retrocesso socioambiental seria inviável devido às pressões externas, que já ocorrem, que dificultariam o posicionamento das exportações brasileiras, decorrente de barreiras ambientais. Também, um cenário que conjugasse baixo crescimento econômico com avanços socioambientais seria igualmente inviável devido à falta de condições internas para sua promoção: apoio da população, do setor produtivo, e capacidade gerencial dos órgãos de controle. Resta o Cenário Tendencial, denominado Cenário Águas Amarelas, e mais 4 cenários que foram considerados plausíveis, cujas caracterizações são apresentadas no Quadro 6.4.

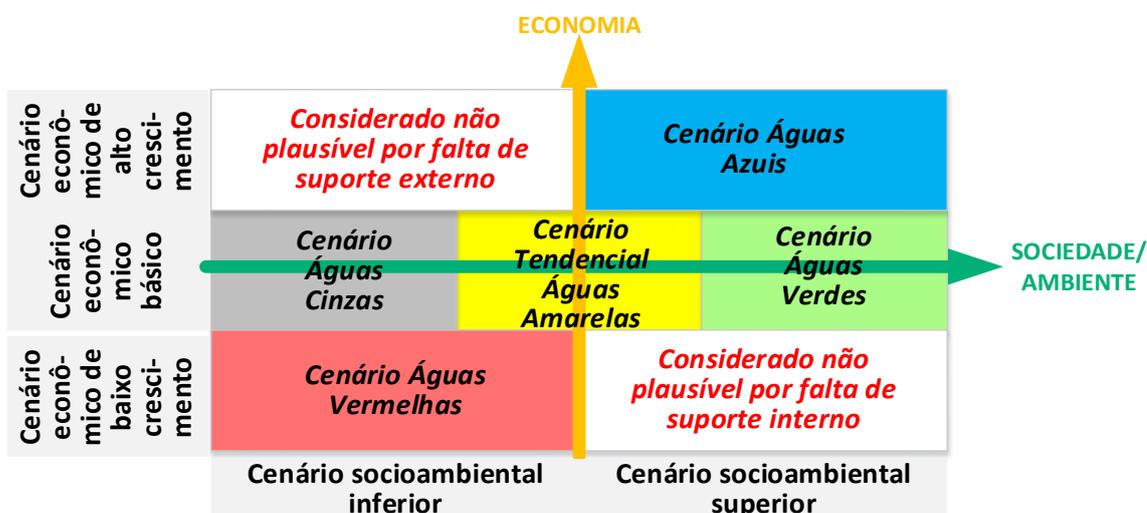


Figura 6.1 – Cenários para o PNRH 2022-2040.
Fonte: MDR (2022)

Quadro 6.4 – Caracterização dos cenários nacionais do PNRH 2022-2040.

Cenários	Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040	PSH RMBH
Águas Amarelas	É um cenário tendencial, no qual são mantidas as tendências e as estratégias gerenciais atualmente aplicadas.	Cenário Tendencial
Águas Vermelhas	É um cenário de estagnação econômica conjugado com retrocesso ambiental. Até 2040 o país apresenta baixas taxas de crescimento econômico que podem ter como uma das causas, mas também como consequência, os retrocessos socioambientais.	Cenário Inferior
Águas Cinzas	Este cenário conjuga um cenário tendencial para a economia, com retrocessos ambientais que é uma das possíveis causas de não alcançar um alto crescimento econômico, mas, certamente, não a única.	
Águas Verdes	Este é um cenário no qual são promovidos avanços na dimensão socioambiental mantendo-se a economia no cenário tendencial; nele, considerável esforço do país é dirigido para a superação dos problemas sociais e ambientais, buscando atender a exigências dos mercados externos e promovendo uma maior coesão na sociedade brasileira.	Cenário Superior
Águas Azuis	É o melhor cenário, que conjuga alto crescimento econômico com avanços socioambientais.	

Fonte: Adaptado de MDR (2022)

Para o PSH-RMBH propõe-se que os cenários do PNRH 2022-2040 sejam agregados de forma a gerar um cenário tendencial, com as características do Cenário Águas Amarelas, um Cenário Inferior, com as características dos Cenários Águas Vermelhas e Cinzas, e um Cenário Superior, com as características dos Cenários Águas Verdes e Azuis. As premissas adotadas no PNRH serão projetadas e ajustadas para a RMBH, de modo a refletir suas sementes de futuro.

Os horizontes de planejamento a serem adotados serão de 10 (curto prazo), 20 (médio prazo) e 30 anos (longo prazo) a partir da cena atual, objeto do diagnóstico. Propõe-

se que a cena atual seja o ano 2022 e, por consequência, 2032 será o horizonte de curto prazo, 2042 o de médio prazo e 2052 o de longo prazo. Portanto, as projeções que no PNRH irão até 2040, no PSH-RMBH irão a 2052, mantendo-se, porém, as mesmas racionalidades.

Assim, a grande reflexão que se pretende fazer na elaboração deste PSH-RMBH levará a cenários especulativos de futuros alternativos, para os quais deve-se conceber estratégias que possam ser flexíveis e permitam o melhor atendimento dos usos múltiplos frente ao que é incerto. Por esta premissa, não haveria a escolha de um cenário futuro de referência e sim a preparação de estratégias que permitam o melhor desempenho das variáveis controláveis pelo sistema em qualquer cenário, ante a estas incertezas do futuro.

Para esta reflexão haverá necessidade de serem elaborados questionários com pesquisas qualitativas e promover entrevistas, por meio de recursos de internet, com atores sociais estratégicos de forma a serem obtidas visões de futuro sobre o desenvolvimento da RMBH que possam ser consideradas na elaboração dos cenários e estratégias.

A partir dos cenários propostos, será efetuada a projeção das demandas hídricas, considerando os diferentes cenários e taxas de crescimentos das atividades produtivas e serão determinados os balanços hídricos futuros.

6.2.2.3. Balanço Hídrico atual e futuros

Para a realização destes balanços hídricos quantitativos e qualitativos será utilizada ferramenta específica que consiste no modelo WARM-GIS.

O pacote de ferramentas WARM-GIS Tools consiste num conjunto de operações que visam facilitar a gestão de bacias hidrográficas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Possibilita, a partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), permitindo a simulação quali-quantitativa e verificando os impactos dos usos sobre a disponibilidade e a qualidade da água. Corresponde também a uma atualização do sistema SAD-IPH. A seguir é apresentado a descrição do modelo conforme Manual Teórico-Prático da Ferramenta WARM-GIS Tools (KAYSER E COLLISCHONN, 2013).

O modelo é operado em regime permanente, ou seja, sem variação no tempo, permitindo um retrato da bacia hidrográfica em um determinado momento. Este momento, geralmente é definido como um cenário de pouca disponibilidade hídrica, podendo ser caracterizado estatisticamente como a vazão com 90% ou 95% de permanência, extraída a

partir de séries observadas ou calculadas de vazões. Assim, é possível ter uma base dos impactos das retiradas de água em momentos de escassez, ou ainda do impacto dos lançamentos de efluentes em períodos de reduzida disponibilidade de água para diluição.

O pacote de ferramentas WARM-GIS é dividido em dois módulos distintos, a saber:

- Módulo de Simulação de Balanço Hídrico: realiza o balanço hídrico entre disponibilidades e demandas, permitindo a simulação de até 12 cenários simultaneamente;
- Módulo de Simulação Integrada de Qualidade da Água e Balanço Hídrico: realiza a simulação da qualidade da água, considerando os lançamentos de efluentes e captações de água, permitindo a simulação de apenas um cenário por vez.

O modelo já foi aplicado pela PROFILL em diversos estudos de planejamento de bacias hidrográficas, incluindo aplicações que envolviam a análise de aumento da oferta hídrica através da implantação de reservatórios, além da representação do maior sistema de transposição do país, o sistema Guandu.

Os resultados do balanço hídrico poderão ainda ser refinados com o Sistema de Suporte a Decisão – SSD AcquaNet, modelo de rede de fluxo desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões (LabSid) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

O AcquaNet realiza o balanço hídrico a partir de escoamentos superficiais, definindo os resultados da comparação das disponibilidades hídricas superficiais com as demandas hídricas em locais de interesse selecionados pelo usuário do modelo. Com ele, o usuário pode montar redes com um grande número de reservatórios, demandas e trechos de canais (da ordem de alguns milhares), representando o problema em estudo de forma bastante detalhada (LABSID, 2013).

A PROFILL possui a rede de fluxo da RMBH estruturada no AcquaNet, produzida no âmbito do Atlas Águas (ANA, 2021a), onde foram montadas as redes de fluxo e realizadas as simulações dos balanços hídricos para o Distrito Federal (DF) e Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (RMBH), Fortaleza (RMF), Recife (RMR), Rio de Janeiro (RMRJ) e São Paulo (RMSP).

A importância da implantação da ferramenta de suporte à decisão surge nos casos em que o estudo de balanço hídrico mostra que o sistema de mananciais não atende às demandas a eles associadas. Dessa forma, os resultados obtidos com a aplicação do SSD permitem a análise e discussão de quais demandas devem ser atendidas em que situações de reserva hídrica nos mananciais, servindo para elaboração de propostas de alocação de água, tendo como base as prioridades de abastecimento pré-determinadas pelo usuário.

O balanço hídrico subterrâneo, por sua vez, considera o percentual das reservas subterrâneas que está comprometido pelas demandas subterrâneas. Este cálculo é mais impreciso e indireto do que o balanço superficial (que chega a nível de trecho de rio), visto que o comportamento dos aquíferos é de mais difícil aferição, os aquíferos não compartilham os limites das bacias hidrográficas, e o monitoramento da água subterrânea é mais difícil de ser realizado do que o superficial (as estações monitoramento subterrâneo também são mais escassas).

Além dos balanços hídricos superficiais e subterrâneos, o Termo de Referência exige um balanço hídrico qualitativo: *“Realizar estudos de balanço hídrico quali-quantitativo atual para águas superficiais e subterrâneas, apresentando mapa das áreas críticas em relação à disponibilidade hídrica e demanda de água.”*

Como mencionado na descrição do WARM-GIS, ele possui um módulo para elaboração do balanço hídrico qualitativo. O processo de modelagem qualitativa adotado pelo WARM-GIS Tools corresponde na inserção de lançamentos de efluentes de forma contínua no sistema hídrico, podendo ser incluídas também as abstrações de água, adotando um conjunto de soluções analíticas em regime permanente, utilizando modelos de transporte advectivo com reações cinéticas simplificadas. As equações utilizadas são apresentadas em Von Sperling (2007), todas em sua forma analítica de resolução.

6.2.3. Subproduto 2C – Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário

O Subproduto 2C consiste: (i) na identificação das regiões de maior demanda de água; (ii) na avaliação do potencial de expansão das atividades produtivas; e (iii) na compatibilização dos usos múltiplos e à segurança hídrica da população e das atividades produtivas.

6.2.3.1. Identificação das regiões de maior demanda

A etapa de balanço hídrico deve finalizar com a identificação das regiões com maior demanda pelo uso da água, apontando os principais setores usuários de recursos hídricos.

A identificação dos maiores setores usuários passa pelo resgate das informações produzidas no Subproduto 2B. O diagnóstico de demandas terá produzido informações geoespecializadas sobre os usuários de água, e aqui serão identificados quais são os maiores, ou as regiões de maior concentração de usos. O balanço hídrico também fornecerá subsídios, fornecendo as informações das regiões mais críticas, que podem ou não ser as regiões de maior demanda.

Sabendo onde se concentram os grandes usuários setoriais, as grandes concentrações de demandas, e as áreas críticas do ponto de vista quantitativo, é possível traçar estratégias de compatibilização das disponibilidades e demandas.

6.2.3.2. Avaliação do potencial de expansão das atividades produtivas

O potencial de expansão das atividades também passa pelo resgate das informações produzidas no Subproduto 2B, assim como na identificação das regiões de maior demanda. Além deste diagnóstico gerado, e das perspectivas definidas nos cenários, também serão buscados nos instrumentos de planejamento de Minas Gerais, as perspectivas para a expansão de atividades econômicas na área de estudo. Exemplos são planos de expansão da irrigação, instalação ou ampliação de plantas industriais, perspectivas de expansão urbana dos municípios, como novos bairros ou centros urbanos, ou outras atividades com demandas expressivas de água, previstas para os horizontes de planejamento. Os questionários com pesquisas qualitativas e as entrevistas com atores sociais estratégicos serão também fontes relevantes de informação.

6.2.3.3. Compatibilização dos usos múltiplos

A compatibilização das disponibilidades e demandas será realizada elencando alternativas para redução das demandas ou aumento da oferta hídrica, visando reduzir as regiões críticas ou mitigar o crescimento de demandas que pode gerar áreas críticas no futuro.

Neste ponto, de acordo com as informações obtidas nas atividades anteriores, serão analisadas as necessidades e alternativas de atuação nas situações críticas

identificadas (aumento da qualidade da água ou a racionalização das demandas). Uma das alternativas para redução das demandas a ser estudada é o aumento da eficiência do uso da água, onde serão analisadas as eficiências dos sistemas de abastecimento e das atividades econômicas realizadas na região, em especial indústria e irrigação.

Ao final, serão pontuados os fatores de pressão sobre a quantidade dos recursos hídricos e as alternativas para sanar ou amenizar estes problemas, identificando as áreas prioritárias para propostas de novas ações, estudos específicos ou ações de gestão de recursos hídricos e de infraestrutura hídrica.

6.2.4. Subproduto 2D – Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas

O subproduto 2D consiste: (i) elaboração de uso do solo; e (ii) na correlação dos fatores de pressão com alterações da qualidade da água.

6.2.4.1. Elaboração de uso do solo

Nesta atividade serão identificadas as principais atividades antrópicas (agricultura, pecuária, mineração, indústria e saneamento) e elementos naturais (fitofisionomias, tipos de solo, presença de metais pesados de origem natural, eutrofização natural) que são fontes de poluição e/ou que gerem impacto negativo na qualidade da água, com um detalhamento a nível de ottobacia.

O uso do solo será elaborado utilizando-se, preliminarmente, o mapeamento realizado pelo MapBiomas, em sua Coleção nº 05, tendo como ano de referência 2019 ou posterior, se disponível. O mapeamento, contudo, passará por um processo de refinamento devendo-se utilizar dados primários e secundários.

Como dados secundários serão utilizadas um conjunto de imagens de satélite de alta resolução para o detalhamento do mapeamento de uso e cobertura do solo, além de outros mapeamentos existentes, como mapeamentos em nível municipal, planos diretores e trabalhos acadêmicos que permitam identificar quais áreas ou classes devem ser objeto de refinamento, mas também quais seriam as novas classes criadas e as lacunas de conhecimento a serem preenchidas com trabalhos de campo.

Feito isso, será realizada uma coleta de amostras em campo para a validação dos resultados de acordo com as necessidades identificadas e seguindo padrões de

amostragem para a quantidade de pontos e a densidades desses de acordo com métricas contemporâneas, como a proposta por Pontius e Millones (2011), que traz uma alternativa aos índices Kappa, comumente utilizados para avaliação de acurácia de classificações. O que se objetiva é utilizar as amostras de campo para o preenchimento de lacunas de conhecimento, divergência de classificação entre diferentes imagens e fontes de classificação e possibilitar uma avaliação de acurácia complementar à realizada com dados secundários.

Quanto ao detalhamento das classes definida pelo MapBiomas, será realizado um estudo comparativo de diferentes sistemas de classificações de uso e cobertura do solo, permitindo um detalhamento condizente entre a classe de origem – oriunda do MapBiomas – e classe definitiva – detalhada. Como exemplo de detalhamento que exige uma elaboração quanto à hierarquia de classe, podemos citar a identificação de barragens e a diferenciação dessas por ser de água ou de rejeitos de mineração e, ainda, por outro uso específico identificado.

O acervo fotográfico, coordenadas geográficas do local e breve descrição da paisagem observada em cada amostra de classe de uso e cobertura da terra validada em campo, além de arquivo georreferenciado dos pontos de amostragem, com as devidas informações atinentes na tabela de atributos, constarão nesse Subproduto.

Esse estudo tomará como referência principal o que é proposto no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE,2013) e outros sistemas de classificação de imagens de satélites, como os propostos pela EEA (European Environment Agency) e pelo USGS (United States Geological Survey), para que a estrutura de classificação seja condizente com a do MapBiomas, permitindo a identificação de categorias de forma explícita. Essa estrutura constará no banco de dados do arquivo vetorial resultante em campos específicos para cada nível de classificação.

6.2.4.2. Correlação dos fatores de pressão com alterações da qualidade da água

Serão pontuados os fatores de pressão sobre a qualidade da água, correlacionando-se as informações do uso do solo, tipo de solo, geologia, áreas contaminadas com as informações de qualidade da água obtidas no Subproduto 2A, buscando identificar correlações e causas para os focos de poluição hídrica (pontual e difusa) e áreas críticas. Ao final, serão identificadas as áreas prioritárias para propostas de novas ações, estudos específicos ou ações de gestão de recursos hídricos relacionadas a qualidade água.

6.2.5. Subproduto 2E – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos

O subproduto 2E consiste: (i) na elaboração de um diagnóstico da ocorrência, frequência e impactos de eventos extremos; (ii) em uma projeção sobre a recorrência dos eventos extremos (secas e inundações) e seus danos em função da densidade populacional; (iii) na avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos extremos, através de indicadores; e (iv) em um diagnóstico e análise do quadro institucional da gestão de recursos hídricos e da operação e manutenção de infraestruturas hídricas para identificar recomendações de adequação institucional para a garantia de sustentabilidade da intervenção proposta.

6.2.5.1. Diagnóstico da ocorrência, frequência e impactos de eventos extremos

Esta atividade prevê a elaboração de um diagnóstico de eventos extremos, incluindo a ocorrência, frequência, impacto e magnitude dos eventos extremos na RMBH, incluindo inundações, secas, deslizamentos, entre outros. O Termo de Referência coloca esta atividade após a definição de indicadores de risco/vulnerabilidade. A PROFILL sugere, no entanto, que o diagnóstico de eventos extremos seja realizado antes, para fornecer subsídios para a definição dos indicadores.

Para a realização deste diagnóstico, serão levantados os eventos extremos ocorridos na RMBH nos últimos 20 anos, de 2000 a 2020. A plataforma do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) fornece dados detalhados sobre a ocorrência dos desastres, e é alimentada pela Defesa Civil estadual. O S2iD considera a ocorrência de diversos tipos de eventos extremos, como por exemplo:

- Alagamentos;
- Ciclones;
- Corridas de Massa;
- Deslizamentos;
- Doenças infecciosas;
- Enxurradas;
- Erosão Continental;
- Estiagem;
- Incêndios;
- Infestações de animais;
- Liberação de produtos químicos;

- Onda de Calor;
- Onda de Frio;
- Quedas, Tombamentos e rolamentos;
- Tempestade Local/Convectiva;
- Transporte de produtos;
- Transporte passageiros;
- Entre outros.

Os registros históricos serão filtrados para os tipos de eventos de interesse para este diagnóstico, especificamente relacionados a recursos hídricos, deslizamentos, e rompimento de estruturas hidráulicas. Para cada evento deverá ser relacionada a população e as atividades produtivas afetadas e analisadas as séries históricas de precipitação e vazão, obtidas das estações fluviométricas e pluviométricas levantadas no Subproduto 2A, com o objetivo de correlacionar os eventos e os impactos com as vazões e precipitações ocorridas.

Além disso, deverá ser avaliada a variabilidade temporal e tendências de precipitação na área de estudo e calculada a probabilidade de ocorrência dos eventos extremos. Metodologias para avaliação de tendências de ocorrência de eventos extremos a partir das séries históricas estão apresentados em Gomes *et al.* (2021), Silva *et al.* (2020), Freitas *et al.* (2019) e Campos *et al.* (2016).

Em relação a precipitação, serão analisados os Coeficientes de Variação (CV) da precipitação na área de estudo (PNSH, 2019a). O CV é uma medida da dispersão (ou variabilidade) de uma série de dados em relação à sua média. Para esta caracterização será utilizado o total anual precipitado medido em cada estação pluviométrica e correlacionado com sua série histórica. Quanto menor for o seu valor, mais homogêneos serão os dados.

6.2.5.2. Projeção sobre a recorrência dos eventos extremos

Em linhas gerais, a projeção sobre a recorrência dos eventos extremos pode ser realizada utilizando dois tipos de informação: as projeções climáticas futuras dos Modelos Climáticos Globais – MCGs e as eventuais mudanças identificadas nos registros históricos das variáveis hidroclimatológicas monitoradas.

Com relação ao primeiro tipo de informação, é importante ressaltar que o nível de incerteza entre os diferentes modelos nos primeiros anos da projeção (por exemplo até 2035) é alto, de modo que para horizontes de planejamento não muito longos, é difícil obter

algum sinal de mudança convergente que possibilite internalizar tal comportamento no planejamento.

Desse modo, a opção pelo segundo tipo de informação é mais viável, uma vez que considera eventuais comportamentos de mudanças que já estão presentes nas séries temporais. Para horizontes de planejamento não tão longos, essa evolução tem uma probabilidade maior de não variar significativamente. Adicionalmente, eventuais variabilidades e persistência de curto e longo prazo estão melhor caracterizadas nas séries temporais observadas do que nos resultados dos MCGs.

Cabe ressaltar que não está claro se estas variabilidades são resultantes de alterações meteorológicas ou de uso do solo. Possivelmente, ambas as causas tenham suas contribuições, com dimensões não ainda identificadas. Neste caso, o que cabe considerar nas estratégias é a possibilidade de retorno de grandes estiagens, bem como de grandes cheias, não como tendência (ou seja, redução ou aumento sistemáticos das chuvas e das vazões), mas como eventos extremos que devem ser enfrentados.

6.2.5.3. Avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos extremos, através de indicadores

Conforme a definição proposta pelo IPCC (2022), a vulnerabilidade de um território em relação às mudanças climáticas (ou eventos extremos) depende de seu grau de exposição aos impactos dessas mudanças, dos fatores intrínsecos do território que o tornam mais sensível a esses impactos e da capacidade do território de enfrentar os efeitos negativos das variações do clima e sua capacidade adaptativa de aproveitar as oportunidades associadas a elas (Figura 6.2).

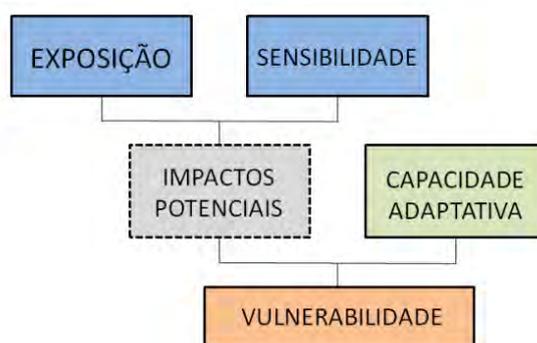


Figura 6.2 – Estrutura representativa para definição da vulnerabilidade, no contexto da mudança do clima.

Fonte: adaptada do 6º Relatório do IPCC (IPCC, 2022).

Neste sentido, a exposição e a sensibilidade dos sistemas humanos são componentes diretamente proporcionais aos impactos potenciais: quanto maior a exposição e a sensibilidade, maior será o potencial dos impactos e, conseqüentemente, a vulnerabilidade aos efeitos da mudança do clima. A sensibilidade é definida como a intensidade com a qual um sistema pode sofrer danos, ou ser afetado por perturbações (no caso, climáticas), levando em consideração suas características intrínsecas.

Por outro lado, a capacidade adaptativa é inversamente proporcional à vulnerabilidade. Em teoria, um sistema completamente desprovido de capacidade de adaptação seria diretamente vulnerável a todos os impactos potenciais impostos pela mudança do clima. É importante ressaltar que, por menor que seja a capacidade de adaptação, o sistema não é capaz de intensificar os impactos potenciais, ele apenas não conseguirá reduzi-los e, portanto, não tem a capacidade de se tornar menos vulnerável.

Ou seja, a maior condição de vulnerabilidade será definida pela interação entre os vetores exposição e sensibilidade, sendo a capacidade de adaptação um vetor de “amortização” dos impactos potenciais. Essas assertivas são necessárias para a definição das variáveis a serem utilizadas no indicador de vulnerabilidade a eventos extremos a ser utilizado no PSH-RMBH.

Em relação ao indicador de vulnerabilidade a eventos extremos, a PROFILL sugere a utilização de indicadores já consolidados obtidos na literatura e em outros trabalhos que avaliaram a Segurança Hídrica.

Os autores Mason e Calow (2012) trazem propostas de diversos indicadores que podem ser utilizados para avaliação dos aspectos de eventos extremos da segurança hídrica. Os autores apresentam uma lista com propostas de indicadores, dividida entre viáveis - aqueles cujas bases de dados e metodologias disponíveis permitem sua aplicação com relativa simplicidade - e aspiracionais - aqueles cujas informações disponíveis são capazes de gerar as informações necessárias, porém com algum grau de complexidade e incerteza envolvidos.

As propostas de Mason e Calow (2012) foram analisadas e adaptadas para o Quadro 6.5. Alguns indicadores propostos não foram apresentados, pois a PROFILL julgou que não seriam adequados para o PSH-RMBH, ou não seriam aplicáveis, dadas as bases de dados disponíveis. As bases de dados apresentadas são bases internacionais, e se tratam de sugestões.

Os indicadores apresentados serão avaliados em relação à viabilidade de serem utilizados no PSH-RMBH, não sendo descartada a possibilidade de criação de um indicador de vulnerabilidade para o PSH-RMBH, que considere variáveis de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa.

Quadro 6.5 – Indicadores para avaliação da segurança hídrica e eventos extremos.

Tema	Viabilidade	Indicador	Medição	Abrev.	Unidade	Indicador	Base de dados
Oferta hídrica	Viável	Recursos hídricos renováveis per capita	Disponibilidade hídrica teórica total ⁷ sobre População	DHT/Pop	m ³ /hab/ano	Disponibilidade hídrica teórica por habitante	FAO AQUASTAT
		Estresse hídrico	População sobre Disponibilidade hídrica teórica total	Pop/DHT	hab/m ³	População por m ³ para indicar capacidade de acesso à água	FAO AQUASTAT
		Estresse hídrico social	População sobre Disponibilidade hídrica teórica total sobre o Índice de Desenvolvimento humano	Pop/DHT/IDH	hab/m ³	População por m ³ ajustado pelo Índice de Desenvolvimento humano para indicar capacidade de acesso à água ajustada pela condição social	FAO AQUASTAT
		Estresse hídrico relativo	Demandas totais sobre a Disponibilidade hídrica teórica total	DT/DHT	% de comprometimento	Percentual da demanda relativa à disponibilidade	FAO AQUASTAT
Variabilidade e risco	Viável	Capacidade de armazenamento	Armazenamento total em reservatórios e/ou em aquíferos sobre população	AT/Pop	m ³ /hab	Capacidade de armazenamento por habitante para indicar capacidade de gerenciar variabilidade pluviométrica e fluviométrica	Portal de indicadores da ONU-Água e FAO AQUASTAT
		Risco de mortalidade por inundações	Risco calculado por dados em SIG relacionando estatísticas de eventos históricos com exposição da população	Índice	-	Risco de mortalidade causada por inundações e exposição	GAR Global risk data platform
	Aspiracional	Variabilidade pluviométrica	Coefficiente de variabilidade do CMI calculado pelo desvio padrão do CMI sobre CMI médio	Desvpad (CMI)/Média (CMI)	-	Variabilidade climática da precipitação	CUNY Environmental Crossroads Initiative, according to UNESCO (2012)
		Vulnerabilidade climática	Índice de risco baseado em variação topográfica, recursos hídricos, acesso a água, uso da água e capacidade institucional	Índice	-	Vulnerabilidade a impactos nos recursos hídricos	Sullivan and Huntingford (2009)

Fonte: adaptado de Mason e Calow (2012).

Outra fonte de dados que será analisada para identificação de indicadores é a plataforma AdaptaBrasil. O Sistema de Informações e Análises sobre Impactos das Mudanças Climáticas (AdaptaBrasil MCTI) foi instituído pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, por meio da Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020, e tem como objetivo consolidar, integrar e disseminar informações que possibilitem o avanço das análises dos impactos da mudança do clima, observados e projetados no território nacional, dando subsídios às autoridades competentes pelas ações de adaptação (<https://adaptabrasil.mcti.gov.br/>).

⁷ A Disponibilidade Hídrica Teórica Total é calculada a partir da estimativa de toda a vazão afluente acumulada ao longo de um ano no local considerado, além das estimativas de reservar subterrâneas disponíveis.

Por fim, cabe menção também ao Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais Relacionados às Secas no contexto da mudança do clima (MMA, 2017), que apresenta uma análise da vulnerabilidade do Brasil a secas, a partir de uma visão integrada do desastre, tendo como ponto de partida um índice composto por variáveis e subíndices de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa dos municípios.

6.2.5.4. Diagnóstico e análise do quadro institucional da gestão de recursos hídricos

A última atividade do Subproduto 2E consiste no diagnóstico do quadro institucional da gestão de recursos hídricos e da operação e manutenção de infraestruturas hídricas. Para este item serão identificadas e analisadas as instituições envolvidas na gestão de recursos hídricos, de eventos extremos e da operação e manutenção da infraestrutura hidráulica na RMBH.

Na análise do quadro institucional deverá ser considerado, minimamente:

- Levantamento das instituições do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH;
- Identificação das instituições ligadas às políticas públicas de mudanças climáticas e eventos extremos;
- Identificação das instituições que operam infraestruturas hídricas na RMBH;
- Identificação de demais entidades que apoiem a viabilização e implementação do PSH-RMBH;
- Avaliação sobre a articulação institucional entre os entes identificados;
- Avaliação sobre o grau de integração das ações e políticas públicas, principalmente às relacionadas a eventos extremos e mudanças climáticas, visando a compatibilização e vínculos;

O documento Estratégia de Adaptação Regional, produzido dentro do contexto do Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais – PEMC (FEAM, 2014) avalia as políticas e planejamento do Estado para adaptação às mudanças climáticas. A natureza multidimensional da vulnerabilidade territorial às mudanças climáticas requer estratégias de adaptação que incluam a elaboração de políticas e planejamento de longo prazo que se traduzam em resultados ou ações no curto prazo.

6.2.6. Subproduto 2F – Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos

O subproduto 2F consiste: (i) na identificação e mensuração dos impactos e custos sociais e econômicos associados à ocorrência de eventos extremos nos últimos 10 anos, em Minas Gerais, e (ii) de uma análise de custo-benefício de implementação do PSH frente os custos (sociais e econômicos) da sua não implementação, considerando o custo de oportunidade.

6.2.6.1. Identificação e mensuração dos impactos e custos associados à ocorrência de eventos extremos

A partir dos resultados do Subproduto 2E, será realizada uma estimativa dos custos sociais e econômicos causados por estes desastres.

Para esta atividade, destaca-se o estudo Avaliação de Impactos de Mudanças Climáticas sobre a Economia Mineira, publicado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2011). O estudo apresenta uma síntese econômica sistêmica inédita em termos de impactos espacializados das mudanças climáticas explícitas para a economia mineira.

Segundo o estudo, os impactos econômicos poderão ser substantivos em Minas Gerais. Para 2050, o PIB mineiro seria menor entre 1,0% (cenário A2-BR) e 2,7% (cenário B2-BR), o que representa, em termos monetários acumulados nos próximos 40 anos, cerca de R\$ 450 bilhões, em valores de 2008. Em relação aos custos sociais, as mudanças climáticas aumentariam a concentração da atividade no espaço e reforçariam as desigualdades regionais; reduziriam o bem-estar nas áreas rurais gerando pressões potenciais sobre as aglomerações urbanas.

O estudo da FEAM será utilizado como referência para as análises a serem realizadas nesta atividade.

Além desta referência existem métodos de valoração econômica que poderão ser adotados tanto para estimar os impactos e custos associados a eventos extremos, quanto para orientação das análise custo-benefício da implementação do PSH-RMBH. Uma breve descrição destes métodos será a seguir realizada como forma de estabelecer orientações para a execução desta etapa.

Os métodos de valoração econômica se distinguem entre os que buscam ou não esboçar uma curva de demanda. Entre os métodos que esboçam a curva de demanda por bens e serviços relacionados à segurança hídrica podem ser listados:

- Valoração Contingencial;
- Custo de viagem;
- Valor "hedônico".

Entre os que não esboçam a curva de demanda por bens e serviços, e que podem ser usados para avaliar os benefícios da segurança ou custos da insegurança hídrica existem os que seguem:

- Alteração de Produtividade;
- Custo de mitigação de efeitos;

O Método de Valoração Contingencial (MVC) pode ser classificado como um método de *preferência expressa* pois procura esboçar uma curva de demanda através de entrevistas nas quais os indivíduos devem expressar, de forma direta e em termos monetários, as suas preferências através das suas disposições a pagar. Por exemplo, por terem maior segurança hídrica. Ele consiste, na sua forma mais comum, em entrevistar os indivíduos no local do bem ou serviço ambiental avaliado ou em seus domicílios e questioná-los sobre sua *disposição de pagamento* pela conservação ou melhoria deste recurso quando inserido em um cenário de opções chamado "mercado contingencial". Desta forma, o valor total atribuído pelos indivíduos pode ser estimado pelo produto da média das disposições de pagamento dos entrevistados pelo número total de indivíduos da população-alvo. Uma variação deste método consiste em quantificar o valor mínimo que os indivíduos estariam dispostos a aceitar como compensação pela perda ou degradação de um dado recurso ambiental. Esta medida é chamada *disposição em aceitar compensação*.

O Método de Custo de Viagem é classificado como um *método de preferência revelada* podendo ser utilizado para derivar curvas de demanda para bens naturais (parques recreativos como os formados por reservatórios, sítios ecológicos etc.) e, portanto, o valor recreacional do local. A base do método consiste em supor que os gastos que os indivíduos efetuam para se deslocar até um dado local de recreação refletem, de certa forma, o valor recreacional deste local. A distância entre o local de moradia e o local de visitação é uma variável de muito peso neste método, pois é de se esperar que quanto maiores forem as distâncias, maiores serão os custos para ir e voltar do local de visitação. Os gastos efetuados

podem ser obtidos através de questionários que possibilitem determinar de que maneira foram feitos os gastos (quanto e em que), a distância do deslocamento, o número de visitas feitas por ano, o tempo gasto e, se possível, a motivação. Estes fatores são importantes já que seria excessivamente simplista aceitar que os gastos efetuados na viagem sejam os únicos indicadores da disposição de pagamento e, portanto, do valor recreacional do local.

O Método do Valor Hedônico também se classifica como de *preferência revelada* que envolve o uso de curvas de demanda para locais em que um bem ou serviço é gerado, como a segurança hídrica, e desta forma afetam alguns preços. Uma aplicação bastante comum para este método diz respeito ao mercado imobiliário. O preço dos imóveis é definido pela agregação de uma série de fatores como tamanho, número de peças e sua distribuição, facilidades de transporte, acesso aos locais de trabalho e aos pontos de abastecimento etc. A segurança hídrica é, também, um dos fatores que afetam a formação de preços no mercado imobiliário. O método do valor hedônico parte do princípio de que após isoladas todas as variáveis não ambientais que determinam o preço dos imóveis, a diferença de preço remanescente poderia ser explicada pela maior segurança hídrica.

O Método da Alteração de Produtividade parte do princípio de que alterações no estado de certos atributos ambientais, como a segurança hídrica, podem influenciar, direta ou indiretamente, os custos, a quantidade ou a qualidade da produção de bens e serviços transacionados em mercados. Portanto, os valores dessas variações na produtividade serviriam como uma estimativa do valor da alteração que as provocou. O método requer a estimativa das funções de produção dos produtores afetados por uma maior segurança hídrica.

O Método do Custo de Mitigação de Efeitos trabalha com a determinação dos gastos efetuados pelos indivíduos ou empresas no sentido de evitar os desconfortos ou danos resultantes da insegurança hídrica. Como exemplos poderiam ser citados o aumento do custo de acesso à água ou de recuperação de danos ocasionados por inundações.

6.2.6.2. Análise de custo-benefício da implementação do PSH-RMBH

A análise do custo-benefício da implementação do PSH-RMBH parte da mensuração econômica dos impactos sociais e econômicos associados à ocorrência de eventos extremos, e contrapõe estes custos com o custo da implementação do PSH-RMBH. Nesta etapa, o valor total para a implementação do PSH ainda não estará orçado (isso será feito no Produto 5 - Banco de Projetos), mas é possível obter uma estimativa preliminar. Isso

permite a obtenção do *trade-off* entre os custos de investimento em segurança hídrica e os custos decorrentes dos impactos econômicos e sociais dos eventos extremos.

O estudo “ Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima”, realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2018) em parceria com a ANA, desenvolveu uma Análise Custo-Benefício (ACB) de potenciais medidas de adaptação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu. Por meio de uma análise das condições climáticas atuais e futuras, e seus impactos hidrológicos e econômicos, este estudo avalia a perda econômica decorrente da não consideração da mudança do clima no planejamento hídrico regional, avaliando, posteriormente, a viabilidade econômica de medidas adaptativas em potencial.

A metodologia utilizada no estudo será analisada, visando avaliar a sua replicabilidade para aplicação no PSH-RMBH.

6.2.7. Subproduto 2G – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens

O subproduto 2G consiste: (i) no inventário de reservatórios *off-stream* e barragens de rejeito, resíduos perigosos e água e levantar informações sobre as condições de segurança dessas estruturas; (ii) na avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos de rompimento de reservatórios *off-stream* e barragens de água, de rejeitos e resíduos perigosos, estabelecendo grau de vulnerabilidade; e (iii) na identificação das estruturas hidráulicas, de acordo com os critérios técnicos que poderão oferecer risco a segurança hídrica de uma região, considerando, em especial, os reservatórios identificados como estratégicos para utilização em situações críticas de falta de água para o abastecimento público.

6.2.7.1. Inventário de reservatórios *off-stream*, barragens de rejeito, resíduos perigosos e água

Para o inventário de estruturas hidráulicas será consultado o Sistema Nacional de Segurança de Barragens (SNISB) e o Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração (SIGBM). Também serão buscados os reservatórios e barragens nas bases de dados da ANA, da Agência Nacional de Mineração (ANM), antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), das prefeituras municipais, do cadastro de barragens da FEAM, do cadastro de barragens do IGAM, dentre outros.

Feito isso, serão levantadas os Planos de Segurança de Barragens (PSBs) e os Planos de Ações Emergenciais (PAEs) existentes visando colher informações sobre as condições de segurança dessas estruturas e resultados de inspeções realizadas, de forma a subsidiar a avaliação dos riscos/vulnerabilidades ao rompimento destas estruturas hidráulicas.

Em estudo semelhante, realizado pela PROFILL no âmbito do Atlas Águas (ANA, 2021a), identificou-se que informações sobre Risco e Dano Potencial Associado às Barragens, assim como informação sobre a existência de Plano de Segurança da Barragem ou Plano de Ações Emergenciais só são encontradas no SNISB, sendo essa a fonte de dados que será utilizada como referência para as análises a serem realizadas nesta atividade.

6.2.7.2. Avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos de rompimento de reservatórios

No âmbito do Atlas Águas (ANA, 2021a), foi desenvolvida uma rotina em um ambiente SIG para que fosse definida a extensão do trecho de drenagem que poderiam ser impactados em caso do rompimento das barragens cadastradas no SNISB.

Para a definição da extensão dos trechos impactados a jusante das barragens, considerou-se as seguintes situações:

- Para barragens de rejeitos de mineração/resíduos industriais/contenção sedimentos os critérios de definição de extensão para jusante foram os seguintes: (i) para volume acumulado maior ou igual a 0,01 hm³, todo o curso de água até a foz; e (ii) para volume acumulado menor que 0,01 hm³, extensão de 100 km.
- Para as demais tipologias de barragens, a extensão do trecho para jusante foi calculada pela equação do estudo da ANA (2017c) multiplicada por um fator igual a 2, com vistas a representar uma situação mais conservadora, uma vez que a referida equação foi baseada em metodologia simplificada para determinação de manchas para classificação de barragens quanto ao Dano Potencial Associado.

Como a extensão dos trechos impactados a jusante de barragens mineração/resíduos industriais/contenção sedimentos dependia do volume acumulado, foi realizado um preenchimento no RSB 2019, para as barragens dessas tipologias que não possuíam a informação de volume (cerca de 50 casos).

Os volumes foram determinados através de cruzamento com a base massas d'água da ANA para definição das áreas dos espelhos de água e volumes. No caso de só haver informação das áreas, o volume foi estimado a partir das áreas. Para tanto, foi adotado fator de conversão utilizado no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria (SEMA, 2016), com base em cerca de 920 açudes pesquisados: volume de 23.000 m³/ha.

Feito isso, foram definidos os trechos de impacto/influência a jusante das barragens, e identificadas as captações para abastecimento público localizadas sobre esses trechos adotando procedimento similar ao utilizado no PNSH (2019a).

Como forma de qualificar e diferenciar a severidade de cada barragem localizada a montante das captações, foi estabelecido um sistema de pontuações para cada barragem e posteriormente realizado um somatório dessa pontuação para cada captação (com base nas barragens localizadas a montante). O procedimento de pontuação considerado foi o seguinte:

- Barragem de rejeito de mineração/resíduo industrial/contenção de sedimentos: 10 pontos;
- Barragem de outras tipologias, mas com Risco ou DPA Alto: 5 pontos;
- Barragem de outras tipologias, sem Risco ou DPA Alto: 1 ponto;
- Barragem com volume maior que 100 hm³: 2 pontos;
- Não foi considerado o fator distância, pois este já foi utilizado na determinação das próprias faixas de influência.

As captações foram então classificadas em situação de atenção em função da pontuação recebida e da tipologia das barragens a montante conforme apresentado no Quadro 6.6.

Quadro 6.6 – Matriz de classificação das captações a jusante de barragens em situação de atenção

Situação de Atenção	Crítérios
Alta	Captações com pontuação acima de 500 pontos
Média	Captações com pontuação entre 100 e 500 pontos ou com barragem de rejeito a montante
Baixa	Demais captações

Fonte: Atlas Águas (ANA, 2021a).

Entende-se que essa metodologia pode ser utilizada para avaliar a vulnerabilidade das captações a jusante de barragens a eventos de rompimento.

6.2.7.3. Identificação das estruturas hidráulicas que poderão oferecer risco a segurança hídrica

Para a avaliação do risco oferecido pelas barragens, existe uma série de metodologias que podem ser aplicadas para avaliar a situação das estruturas hidráulicas. Um documento central nessa análise é o Manual de Segurança e Inspeção de Barragens (MI, 2002), que tem o objetivo de estabelecer parâmetros e roteiro quanto aos procedimentos de segurança a serem adotados em barragens novas e barragens já construídas.

Quanto à classificação de barragens, que constitui a base para a análise da segurança e para fixar níveis apropriados de atividades de inspeção, o documento afirma que cada barragem deve ser classificada de acordo com as consequências potenciais de sua ruptura. O sistema de classificação proposto está baseado no potencial de perdas de vidas e nos danos econômicos, sociais e ambientais associados à ruptura da barragem. O manual, em seu anexo A, apresenta ainda um sistema alternativo para avaliação do potencial de risco.

A dissertação de mestrado “Metodologias de análise de risco para classificação de barragens segundo a segurança” (COLLE, 2008) traz uma revisão bibliográfica com diversas metodologias de avaliação de risco de barragens, e aplica três delas, elaborando planilhas eletrônicas para inclusão das variáveis consideradas nas avaliações de risco:

- Menescal *et al.* (2001), proposta para obter uma classificação das barragens sob responsabilidade da COGERH;
- Kuperman *et al.* (2001), desenvolvida para a Sabesp;
- Fusaro (2003), utilizada para a classificação e para o gerenciamento da segurança das barragens operadas e mantidas pela Cemig.

Estas metodologias serão analisadas quanto à sua aplicabilidade para serem utilizadas na avaliação de risco oferecido pelas estruturas hidráulicas à segurança hídrica da RMBH. A partir da metodologia selecionada e avaliação de risco realizada, serão identificadas as estruturas que oferecem risco e classificadas em relação ao nível de risco oferecido e dano potencial associado.

6.2.8. Subproduto 2H – Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos

O subproduto 2H consiste no diagnóstico da situação da conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, especialmente, daqueles

relacionados aos recursos hídricos, voltadas para a revitalização das áreas prioritárias e garantia da segurança hídrica.

Como subsídio principal, serão utilizadas as informações e bases cartográficas produzidas no Planejamento Sistemático da Conservação e da Restauração da Biodiversidade e dos Serviços ecossistêmicos dos Biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica.

Neste produto, serão buscadas informações relativas às Unidades de Conservação, remanescentes de vegetação nativa, áreas prioritárias para conservação (APCBs), grau de conservação da vegetação nativa, prioridades para conservação de espécies específicas etc.

Alguns estudos a serem consultados para este item são o Plano Estadual de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (IEF, 2021a) e o Atlas Geoambiental, disponibilizado pelo Instituto Prístino⁸, que possui uma série de mapeamentos de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade disponíveis para acesso, incluindo:

- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade de Aves de Minas Gerais;
- Áreas Prioritárias para a conservação da Biodiversidade Brasileira;
- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Flora de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação indicadas pelo grupo de Fatores Abióticos de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Herpetofauna de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade de Invertebrados de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade de Mamíferos de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade de Minas Gerais;

⁸ INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL . Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental. Disponível em: <<https://institutopristico.org.br/atlas/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

- Áreas prioritárias para a conservação da Biodiversidade de Peixes de Minas Gerais;
- Áreas prioritárias para a conservação e Uso Sustentável da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.

Além dessas fontes de dados, pretende-se utilizar os resultados do projeto “Áreas prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e dos Ecossistemas de Minas Gerais” (IEF, 2021b). O projeto tem como objetivo atualizar as novas bases de dados na gestão ambiental no Estado e permitirá a produção de informações espaciais para subsidiar políticas públicas como a ampliação da rede de áreas protegidas, criação de corredores ecológicos, restauração e fomento florestal, revitalização de recursos hídricos, pesquisa, educação ambiental entre outros.

6.2.9. Subproduto 2I – Estudo da situação do saneamento básico

O subproduto 2I consiste nos diagnósticos (i) do abastecimento de água, (ii) do esgotamento sanitário, (iii) dos resíduos sólidos, e (iv) da drenagem urbana da RMBH. Além disso, deverá ser avaliado o potencial de reuso e aproveitamento de água de chuva.

Os capítulos serão estruturados apresentando as informações para cada uma das quatro temáticas do saneamento, agrupando as informações por município e sub-bacia. As principais fontes de dados consultadas serão o Plano Estadual de Saneamento Básico (em elaboração), os planos municipais de saneamento básico, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Atlas Águas (ANA, 2021a), o Atlas Esgotos (ANA, 2017b) e os dados de saneamento do IDE-SISEMA. Além disso, entende-se que muita informação necessária para a elaboração desse Subproduto, possa ser obtida junto às prefeituras municipais (principalmente informações relacionadas a resíduos sólidos e drenagem urbana), e junto a COPASA, quando da primeira rodada de visitas previstas no início dos trabalhos.

A PROFILL sugere que a identificação do Sistema Integrado de fornecimento de água para a RMBH, prevista para ser realizada no Produto 3, passe a ser realizada no âmbito desse Subproduto, uma vez que se pretende realizar uma caracterização de todos os sistemas de abastecimento existentes na RMBH, inclusive os integrados.

O Subproduto 2I deverá considerar os seguintes aspectos:

- Abastecimento de água:
 - Informações e Indicadores de água;

- Sistemas de Abastecimento de Água existentes, incluindo o mapeamento das captações;
- Identificação das estações fluviométricas e de qualidade da água mais próximas aos pontos de captação;
- Caracterização do Sistema Integrado de Abastecimento da RMBH e do sistema de transposição do rio Paraopeba para o rio das Velhas;
- Avaliação sobre a eficiência no gerenciamento de perdas;
- Avaliação dos dados do NEA/SEMAD quanto a áreas com recorrência de acidentes com cargas perigosas a montante de mananciais de abastecimento público.
- Esgotamento sanitário:
 - Informações e Indicadores de Esgotamento Sanitário;
 - Sistemas de Esgotamento Sanitário existentes, incluindo o mapeamento dos pontos de lançamento das ETEs;
 - Eficiência do tratamento dos Sistemas de Esgotamento Sanitário;
 - Avaliado do potencial de reuso de efluentes domésticos tratados;
- Resíduos sólidos;
 - Informações e Indicadores de Resíduos Sólidos;
 - Destinação Final dos Resíduos Sólidos, incluindo o mapeamento dos sítios de disposição final;
- Drenagem urbana;
 - Informações e Indicadores da Gestão da Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais;
 - Sistemas de macrodrenagem existentes, incluindo o mapeamento de grandes estruturas de proteção e controle de inundações, enxurradas e alagamentos;
 - Avaliação do potencial de aproveitamento de água de chuva;

6.2.10. Subproduto 2J – Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções

O Subproduto 2J é composto por: (i) inventário das intervenções estruturais, (ii) inventário das intervenções não-estruturais (iii) seleção das intervenções que possuam caráter estruturante e estratégico para compor o PSH-RMBH, (iv) diagnóstico com a identificação das áreas que necessitam de intervenções e proposta de novas intervenções em áreas onde necessita, (v) análise de verificação das obras e sistemas selecionados.

Em resumo, este subproduto consiste na identificação das intervenções planejadas para a RMBH, em uma análise do que está planejado, identificação de lacunas (áreas que necessitam de intervenções) e verificação das intervenções. A PROFILL sugere a inversão dos itens (iv) e (iii), realizando primeiro o diagnóstico das áreas estratégicas que necessitam de intervenções, e posteriormente utilizar a identificação destas áreas para identificar as intervenções estratégicas.

6.2.10.1. Inventário das intervenções estruturais e não-estruturais

O inventário das intervenções será realizado através de pesquisa e busca pelas propostas de intervenções em fase de planejamento, contratação, licitação e obras em andamento. O inventário será dividido entre intervenções estruturais e não-estruturais.

A busca será feita em estudos de concepção, estudos de alternativas, estudos de viabilidade, planos e projetos relacionados à: implantação de infraestrutura hídrica para o abastecimento urbano e para o uso em atividades produtivas, bem como para obras e ações de controle de cheias.

As medidas estruturais são aquelas que envolvem obras de engenharias, como barragens, reservatórios, diques, sistemas de bombeamento, etc. As não estruturais são referentes a ações de políticas direcionadas ao planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental, planos de defesa civil, campanhas de redução de uso da água, manutenção dos sistemas de drenagem, etc.

Para encontrar as intervenções planejadas serão realizados contatos com as instituições responsáveis pelo planejamento da infraestrutura e abastecimento na RMBH. Algumas destas instituições são:

- Secretaria de Estado de Infraestrutura e Mobilidade - SEINFRA;

- Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão de Minas Gerais - SEPLAG;
- Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico - SEDE;
- Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SUDECAP;
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA;
- Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão - SMPOG;
- Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte - ARMBH;
- Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de MG - ARSAE;
- Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais – INDI; e
- Prefeituras Municipais.

Além dos contatos com as instituições mencionadas, serão utilizados os inventários de estudos, planos e projetos elaborados no âmbito do PNSH e do Atlas Águas.

A partir destes dados secundários e da requisição de informações junto às instituições, as intervenções serão analisadas buscando identificar os aspectos exigidos no Termo de Referência. As informações serão apresentadas sob a forma de fichas e gerando uma base de dados apresentando as intervenções. A ficha será estruturada contendo os seguintes tópicos:

- Nome do estudo, plano, projeto ou obra;
- Data da elaboração, órgão proponente;
- Responsável pela elaboração do documento ou realização da obra;
- Objetivo principal;
- Escopo;
- Localização;
- Área de abrangência;
- Horizonte da intervenção;
- Demandas efetivas atendidas;
- Principais características;
- Manancial envolvido;
- População beneficiada;
- Principais usos;

- Estágio atual da Intervenção;
- Custos estimados;
- Condições e prazos para contratação da intervenção ou finalização da obra;
- Necessidades (estudos complementares, atualização do planejamento existente, atendimento a aspectos legais, ambientais e sociais, arranjo institucional e regras de operação e manutenção; obras complementares, discriminando próximos passos, prazos e custos).

6.2.10.2. Diagnóstico com a identificação das áreas que necessitam de intervenções

Este item partirá dos resultados do Subproduto 2B – Estudo de demanda hídrica pelo uso da água e do Subproduto 2E – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos.

Estes dois Subprodutos fornecem subsídios para identificar regiões críticas em relação à sua alta demanda hídrica e sua vulnerabilidade a eventos extremos (neste caso, especificamente relacionados às secas e/ou cheias). A partir do cruzamento desses dados, bem como do diálogo com as instituições setoriais de planejamento e infraestrutura em abastecimento e controle de cheias, serão delineadas as áreas estratégicas para as intervenções.

As áreas estratégicas serão identificadas em relação ao motivo de sua priorização (abastecimento, controle de cheias) e à existência de intervenções planejadas. Com isso será possível determinar as lacunas em relação a áreas estratégicas vulneráveis e sem intervenções propostas, e com isso propor novas intervenções em áreas que necessitam.

6.2.10.3. Seleção das intervenções estratégicas

A partir do inventário elaborado, e da identificação das áreas estratégicas que necessitam de intervenções, ainda em contato com as instituições citadas, serão selecionadas aquelas intervenções de caráter estratégico que deverão ser incluídas no PSH-RMBH. Essa identificação partirá do cruzamento entre as intervenções e as áreas estratégicas, buscando encontrar os pontos críticos, para os quais se deverá dar prioridade para a implementação das intervenções.

Essas intervenções também serão organizadas em uma estrutura de fichas, contendo as informações exigidas no Termo de Referência:

- Aplicabilidade;
- Condições para contratação;
- Necessidade de estudos complementares e/ou atualização do planejamento existente;
- Atendimento a aspectos legais, ambientais e sociais, discriminando os próximos passos, prazos e custos para que as intervenções estejam aptas a serem realizadas.

6.2.10.4. Análise de verificação das obras e sistemas selecionados

Por fim, os três itens produzidos neste Subproduto irão compor o último. As intervenções estratégicas estruturais e não-estruturais a serem realizadas nas áreas selecionadas (já em planejamento e as propostas aqui), serão organizadas sob a forma de uma proposta final de intervenções, contendo, para cada uma:

- Os custos e os prazos remanescentes;
- O atendimento a aspectos legais, ambientais e sociais;
- A necessidade de arranjo institucional e regras de operação e manutenção;
- E a necessidade de obras complementares;

Este capítulo será estruturado sob a forma de um plano coeso de implementação das intervenções, contendo valores de investimentos totais necessários, prazos de implementação e responsáveis pelas intervenções.

6.3. PRODUTO 3 – IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA SEGURANÇA HÍDRICA

O **Produto 3 - Mapeamento das áreas prioritárias para segurança hídrica** é o terceiro produto do PSH-RMBH, a ser entregue em até 9 meses do início dos trabalhos, 3 meses após entrega do **Produto 2**.

O **Produto 3** consiste no mapeamento das áreas prioritárias para a segurança hídrica, com descrição dos dados, metodologia e etapas utilizadas na identificação das áreas

prioritárias, e é composto por dois Subprodutos (3A e 3B), conforme a relação apresentada no Quadro 6.7.

Quadro 6.7 – Composição do Produto 3.

Produto	Subproduto	Relatórios
Produto 3	3A - Identificação dos rios e afluentes inseridos na área de estudo, considerando principalmente, dentre outros, o Rio das Velhas, o Rio Paraopeba e o Rio Pará.	Relatório Parcial (RP001)
		Relatório de Dados Cartográficos (DC001)
	3B - Mapas temáticos, síntese das áreas prioritárias e banco de dados	Relatório Final (RF008)
		Relatório de Dados Cartográficos (DC002)
	2 Relatórios Finais de Oficinas (RFOF001 e RFOF002)	

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

Dos seis relatórios previstos para o **Produto 3**, dois são referentes às entregas de dados cartográficos (DC001 e DC002), dois são relatórios das oficinas (RFOF001 e RFOF002), um é relatório técnico parcial (RP001) e um é o relatório técnico final (RF008).

A PROFILL entende que o RP001 deverá conter os dados, levantamentos, estudos, informações, pesquisas embasadas, a metodologia e todas as etapas percorridas até a identificação de mapas temáticos, cujo cruzamento permita mapear, preliminarmente, as áreas prioritárias para a segurança hídrica da RMBH. Junto a esse relatório deverá ser entregue uma primeira versão do Banco de Dados (DC001).

Os mapas temáticos e as áreas prioritárias para a segurança hídrica deverão então, ser disponibilizadas para avaliação e contribuição da comunidade científica e demais atores pertinentes reconhecidos pelo CG, em meio digital - em formato livre e interoperável (shapefile, geopackage ou banco PostGIS), com o detalhamento da metodologia utilizada em todas as etapas e apresentados e discutidos nas duas primeiras oficinas públicas, com o objetivo de refiná-los. Além disso, nas oficinas deverão ser apresentadas e discutidas a proposição de métricas para aplicação dos critérios de seleção de áreas prioritárias e criada uma metodologia de hierarquização das áreas prioritárias para a revitalização e segurança hídrica, categorizando segundo o grau de vulnerabilidade em segurança hídrica. Posteriormente a cada oficina, será emitido um Relatório Final da Oficina (RFOF001 e RFOF002).

Após as oficinas, as áreas prioritárias para a segurança hídrica da RMBH serão consolidadas no Subproduto 3B (RF008) e hierarquizadas. Junto a esse relatório deverá ser entregue a versão consolidada do Banco de Dados (DC002).

Os Relatórios RFOF001 e RFOF002 são referentes às oficinas realizadas nesta etapa e já foram descritos no item 5.3.

Os relatórios DC001 e DC002 correspondem às entregas das bases de dados geográficos – em formato livre e interoperável (shapefile, geopackage ou banco PostGIS), voltadas à segurança hídrica da RMBH. Todas as bases serão entregues conforme as diretrizes da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2684/2018, que estabelece o formato para encaminhamento de dados geoespaciais ao IDE-SISEMA.

6.3.1. Subproduto 3A – Mapeamento preliminar das áreas prioritárias para a segurança hídrica

Neste Subproduto 3A deverá ser elaborada uma coleção de mapas temáticos, cujo cruzamento permita mapear, preliminarmente, as áreas prioritárias voltadas à revitalização e a segurança hídrica da RMBH.

Para os mapas temáticos sugere-se a utilização da metodologia de Mapeamento Analítico, com a qual a PROFILL tem vasta experiência, já tendo a utilizado com sucesso em planos de bacias como do Paranapanema, Guandu, Paraíba do Sul e atualmente está sendo utilizada na elaboração do documento-base para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas.

O Mapeamento Analítico consiste na estruturação de mapas temáticos em ambiente SIG que integram informações associadas com o objetivo de apresentar uma abordagem em forma de análise integrada das unidades de análise, sejam estas bacias ou sub-bacias hidrográficas, municípios, estados ou qualquer tipo de classificação espacial. Consiste no cruzamento de variáveis estratégicas definidas e adquiridas no diagnóstico. Assim, a análise permite que se avance na avaliação integrada considerando aspectos geográficos, indicando a localização e intensidade dos processos verificados na área de estudo. Um exemplo de conjunto de mapas a serem gerados está apresentado no Quadro 6.8

Quadro 6.8 – Exemplos de mapas gerados no Mapeamento Analítico em um Plano de Recursos Hídricos

Mapa Temático	Variáveis
Mapa 01 - Agropecuária	Percentual das classes agropecuárias no uso do solo, Áreas irrigadas, PIB agropecuário, densidade de bovinos nas áreas de pasto, e Rebanho equivalente geral e rebanho confinado
Mapa 02 - Urbanização	Densidade populacional urbana por sub-bacia, considerando área urbana, e PIB de serviços;
Mapa 03 - Conservação ambiental	Remanescentes de vegetação, e áreas protegidas, classificadas: antropizado e natural

Mapa Temático	Variáveis
Mapa 04 - Áreas prioritárias	Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, Áreas de recarga de aquíferos, e Captações água superficial abastecimento humano;
Mapa 06 - Saneamento	População total por sub-bacia, Índice de cobertura de água, Índice de perdas, Necessidade investimentos abastecimento de água, Cobertura de esgoto, Percentual de tratamento, e Carga remanescente;
Mapa 07 - Indústria e energia	Compensação financeira alagare reservatórios, Áreas alagadas, UHEs e PCHs existentes (potência instalada), e Pontos inventariados para novos empreendimentos; Número de empregos na indústria, e PIB industrial
Mapa 08 - Aspectos Institucionais e Planos, Programas e Projetos	Grau de Estruturação da Gestão, Número de planos, programas e projetos destinados à restauração de aspectos de recursos hídricos e meio ambiente, Grau de sucesso dos planos, programas e projetos.
Mapa 09 - Ordenamento Territorial	Áreas irregulares em relação ao zoneamento, ocupação de áreas protegidas, ocupação de APPs.
Mapa 10 - Recursos Hídricos: aspectos qualitativos	Vazão de referência por sub-bacia (Q95%), Qualidade da água - Classificação CONAMA 357, e PIB total e PIBs setoriais
Mapa 11 - Recursos Hídricos: aspectos quantitativo	Balanço hídrico quantitativo por sub-bacia, Pontos captação superficiais abastecimento humano, Qualidade da água - Classificação CONAMA 357, e Necessidade de regularização de usos e usuários;

Fonte: Elaboração própria

Estes mapas serão produzidos e discretizados a nível de sub-bacia, e associado a eles haverá uma análise descritiva ressaltando os resultados apontados pelos mapas.

Entende-se que os principais mapas temáticos a serem elaborados são:

- Mapa 1 – Recursos Hídricos: aspectos quantitativo - áreas que sofrem pressão sobre a quantidade dos recursos hídricos, resultado do relatório RF002 do Produto 2.
- Mapa 2 – Recursos Hídricos: aspectos qualitativos - áreas que sofrem pressão sobre a qualidade dos recursos hídricos, resultado do relatório RF003 do Produto 2.
- Mapa 3 – Vulnerabilidade: áreas identificadas como vulneráveis a eventos extremos e ao rompimento de barragens, resultado do relatório RF004 do Produto 2.
- Mapa 4 – Conservação Ambiental: áreas identificadas como críticas em relação a conservação ambiental e que necessitam de restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, resultado do relatório RF005 do Produto 2.
- Mapa 5 – Saneamento: áreas identificadas com déficit nos serviços de saneamento básico, resultado do relatório RF006 do Produto 2.

Pode-se pensar ainda, em mapas temáticos que estejam em sintonia com a organização dos quatro eixos de atuação do PSH-RMBH, a saber:

- 1) Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionadas à água;
- 2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos;
- 3) Saneamento, controle da poluição e obras hídricas; e,
- 4) Garantia da quantidade e qualidade do abastecimento da RMBH, dando atenção aos riscos de desabastecimento hídrico com foco no abastecimento urbano.

Independente da definição dos mapas temáticos, as variáveis e indicadores geradas dentro de cada mapa temático podem ser agrupados e reagrupados, para serem utilizadas na maneira que se considerar mais interessante para obtenção das informações agregadas. A aplicação desta metodologia tem um pressuposto importante que é o de poder contar com informações consistentes geoespacializados nas unidades de análise definidas no PSH, por área temática, a nível, pelo menos, de sub-bacia.

Ressalta-se que a metodologia de Mapeamento Analítico é altamente flexível, permitindo a incorporação de variáveis e critérios para a definição dos mapas temáticos, bem como da alteração dos pesos destas variáveis e critérios para definir graus de importância. Essas variáveis e critérios, assim como seus pesos, serão discutidos nas duas primeiras oficinas públicas.

Por exemplo, se a ARMBH ou algum participante das oficinas públicas entender que alguma variável específica é de sumária importância para a priorização, ela pode receber um peso maior dentro do mapa temático, visando destacar as áreas com essa variável. Assim, é totalmente possível incorporar as diretrizes definidas na publicação “Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização” (IGAM, 2018), prevista no Termo de Referência como uma referência a ser consultada.

Os mapas temáticos agregados resultarão no mapa de áreas prioritárias voltadas à revitalização e a segurança hídrica da RMBH.

6.3.2. Subproduto 3B – Mapeamento consolidado das áreas prioritárias para a segurança hídrica

Neste Subproduto está prevista a consolidação das áreas prioritárias voltadas à revitalização e a segurança hídrica da RMBH, após as oficinas públicas; e o desenvolvimento de uma metodologia de hierarquização das áreas prioritárias segundo o grau de vulnerabilidade em segurança hídrica.

O mapa consolidado de áreas prioritárias para segurança hídrica da RMBH será cruzado com o mapa de vulnerabilidade a eventos extremos (resultado do relatório RF004 do Produto 2), que deverá estar classificado em classes de vulnerabilidade. Dessa forma, o resultado do cruzamento serão as áreas prioritárias localizadas em áreas de alta, média, baixa e nula vulnerabilidade, por exemplo. Seria um primeiro nível de hierarquização. Posteriormente, poderão ser analisados os dados demográficos e das atividades produtivas existentes nessas áreas, como por exemplo, a população exposta em cada área, resultando em mais níveis de hierarquização.

6.4. PRODUTO 4 – BANCO DE PROJETOS

O **Produto 4 - Banco de Projetos** é o quarto produto do PSH-RMBH, a ser entregue em até 12 meses do início dos trabalhos, 4 meses após entrega do **Produto 3**.

O **Produto 4** é formado apenas pelo Subproduto 4A, que consiste em uma proposta de um banco de projetos para cada área prioritária, com ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão).

Estão previstos neste Produto a elaboração do RF009, que corresponde ao **Produto 4** propriamente dito, e o RC001, que consiste na consolidação de todos os relatórios finais dos produtos e subprodutos produzidos até a devida data de apresentação (Produtos 1, 2, 3 e 4). O RC001 será entregue após o aceite do RF009 e atuará como balizador para a finalização do PSH-RMBH.

6.4.1. Subproduto 4A – Ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão).

No Subproduto 4A serão realizadas as seguintes atividades: (i) Elaboração do Banco de Projetos e Programas, (ii) Proposta de Arranjo Institucional, e (iii) Manual Operativo.

6.4.1.1. Elaboração do Banco de Projetos e Programas

A primeira atividade será a realização de um Banco de Projetos para as áreas prioritárias. Este banco será estruturado conforme os quatro eixos de atuação do PSH-RMBH:

- 1) Conservação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionadas à água;
- 2) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos;
- 3) Saneamento, controle da poluição e obras hídricas;
- 4) Garantia da qualidade e quantidade do abastecimento da RMBH.

O Termo de Referência define que o Banco de Projetos deverá ser estruturado em Componentes, que se subdividem em Programas, que se subdividem em Ações. A PROFILL sugere que as componentes sejam os quatro eixos de atuação do PSH-RMBH, resumindo-as para:

- Componente 1: Conservação e Restauração;
- Componente 2: Produção Sustentável;
- Componente 3: Saneamento; e
- Componente 4: Recursos Hídricos.

A Figura 6.3 apresenta uma proposta de estrutura para o Banco de Projeto e Programas, tomando uma componente como exemplo, a mesma estrutura deverá ser aplicada para as demais componentes.

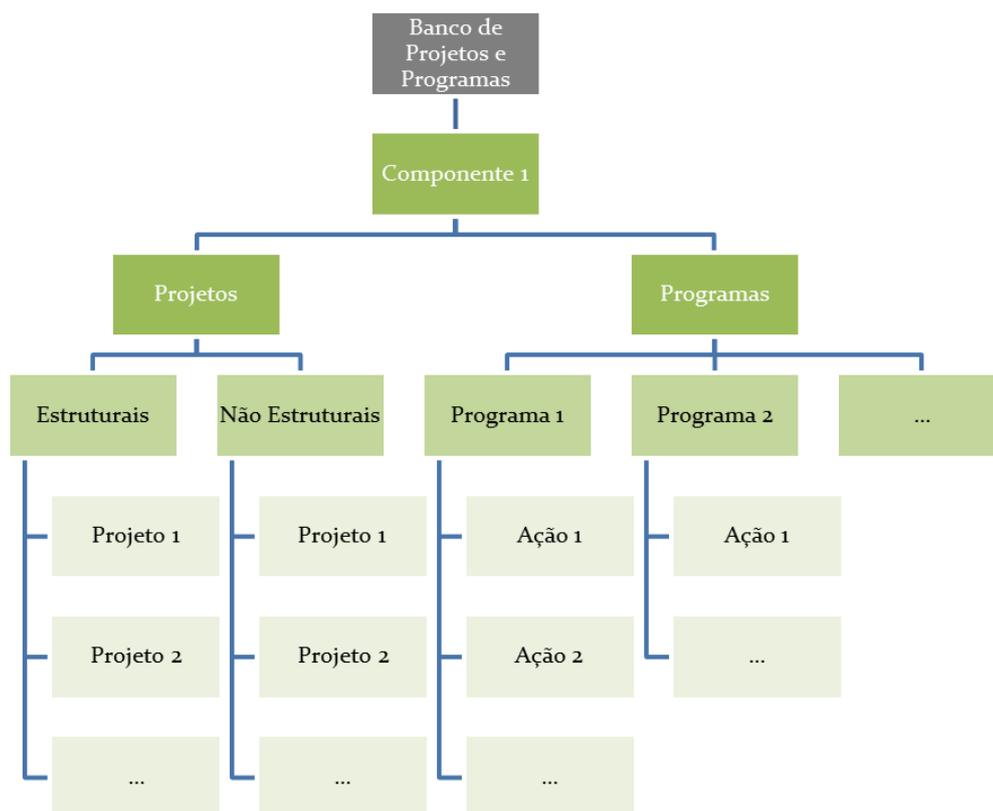


Figura 6.3 – Proposta de estrutura para o banco de projetos e programas.
Fonte: elaboração própria.

Os projetos partirão do inventário de intervenções estruturais e não estruturais, resultado do Relatório RF007. As intervenções previstas terão suas principais características levantadas e detalhadas para que sejam plenamente compreendidas, devendo seu detalhamento se constituir, minimamente das informações apresentadas na Figura 6.4.



Figura 6.4 – Conteúdo mínimo dos Projetos e Programas.
Fonte: elaboração própria.

Além das intervenções previstas, serão elaborados Programas com o objetivo de garantir maior segurança hídrica à RMBH. As súmulas dos Programas conterão, minimamente, as informações apresentadas na Figura 6.4. Os indicadores e metas das Ações seguirão as diretrizes propostas na dissertação de mestrado “Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos” de Allan de Oliveira Mota (MOTA, 2018).

Serão consideradas os Programas e Ações já propostas nos Planos de Recursos Hídricos de bacias hidrográficas dos rios das Velhas, Paraopeba e Pará e nos Enquadramentos dos Corpos de Água, assim como as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as diretrizes da política florestal e de biodiversidade.

O Banco de Projetos e Programas será estruturado em planilha Excel, de forma que se possa filtrar as informações por área prioritária para segurança hídrica, por programa ou ação prioritária, por projeto, por programa, por ação, etc. Será elaborado um *dashboard* que funcionará como um painel de informações para acesso rápido, de forma a facilitar a análise das informações dos projetos e programas e a tomada de decisão. O uso de um *dashboard* é uma excelente saída para organizar melhor as informações e manter tudo centralizado, para um controle mais eficiente.

Para a hierarquização das ações a PROFILL sugere a utilização da Matriz GUT (Gravidade-Urgência-Tendência). A Matriz GUT é uma ferramenta de auxílio para realizar a priorização de resolução de problemas que funciona através de uma classificação sob uma ótica de gravidade, urgência e tendência, valorando cada ação de acordo com essas três classificações e compondo uma nota. Deverão ser atribuídas três notas (classificando a gravidade, urgência e tendência do problema, de 1 a 5) para cada Ação. Em seguida serão tomadas as médias de cada grupo e multiplicadas ($G*U*T$) gerando a nota GUT de cada ação.

Um outro método sugerido é a análise multicritério, que consiste em uma metodologia que considera ao mesmo tempo diversos critérios na avaliação de uma situação complexa. É um método utilizado por tomadores de decisão para integrar diferentes aspectos de um problema, ou situação, em uma só análise. Os resultados são em geral orientações de natureza operacional e podem ser organizados para gerar um resultado final sintético e objetivo, visando obter um valor mensurável para um problema, produto de diferentes valores mensuráveis de diferentes aspectos considerados na análise.

Embora ambos os métodos citados de priorização sejam baseados em critérios objetivos, a Matriz GUT possui um caráter relativamente mais subjetivo, pois parte da percepção dos avaliadores sobre o nível de gravidade, urgência e tendência dos problemas, que deverão atribuir uma nota de 1 a 5. A análise multicritério tende a ser mais objetiva, pois parte de variáveis (em geral mensuráveis) para compor as prioridades dos objetos em questão - neste caso, as ações do Banco de Projetos.

Para as áreas prioritárias de maior nível de hierarquização, o Banco de Projetos e Programas irá apresentar, para cada ação os Termos de Referência - TRs para contratação de serviços especializados.

Por fim, cabe listar uma série de proposições do Termo de Referência, que servirão como subsídio para a concepção dos Programas:

- Reuso de efluentes domésticos tratados e industriais;
- Aproveitamento de água de chuva;
- Técnicas compensatórias de drenagem urbana;
- Implantação de parques lineares;
- Eficiência em setores que representem a maior demanda;
- Medidas e alternativas para o uso da água;
- Resiliência frente às mudanças climáticas;

- Controle de secas, inundações, deslizamentos e mitigação de eventos extremos;
- Foco em soluções naturais;
- Promoção da gestão de riscos de estruturas hidráulicas;
- Revitalização de áreas correlacionadas com o Programa de Regularização Ambiental;
- Restauração florestal;
- Propostas de saneamento básico específicas para os municípios, aliadas às metas de enquadramento;
- Adaptação, prevenção e redução de risco de desabastecimento.

6.4.1.2. Proposta de Arranjo Institucional

A avaliação e proposta de arranjo institucional incluirá:

- Mapeamento das instituições e normativos relacionados com segurança hídrica;
- Avaliação sobre as atribuições e capacidade institucional das instituições envolvidas no arranjo;
- Avaliação sobre o modelo institucional vigente;
- Avaliação sobre os instrumentos legais;

A partir dessa avaliação, será realizada proposta do arranjo institucional necessário, além de estratégias para a implementação do PSH-RMBH. A proposição do Arranjo Institucional irá se orientar pelos seguintes tópicos:

- Integração das iniciativas das diversas instâncias governamentais que executam ou planejam a realização de projetos e programas com relação direta ou indireta significativa com a segurança hídrica e revitalização de bacias hidrográficas, integrando metas governamentais com metas do PSH-RMBH;
- Integração das ações previstas no PSH-RMBH com as políticas públicas e investimentos federais, estaduais e municipais, estabelecendo requisitos de compatibilidade e vínculos de correlação entre elas;
- Proposição de marcos legais e institucionais que viabilizem esta integração desejada, além de recomendações quanto à implementação

e diretrizes aos diversos instrumentos de gestão relacionados a recursos hídricos;

- Identificação de instituições que possam apoiar a viabilização e implementação do PSH-RMBH em âmbitos específicos, de acordo com as áreas temáticas que serão trabalhadas no estudo.

6.4.1.3. Manual Operativo

O Manual Operativo – MOP é um plano operacional que estabelece, para um conjunto de ações, o fluxo de implementação da ação, contendo: os procedimentos, os requisitos, os estudos de base e os arranjos que se fazem necessários para realizar cada respectiva ação.

Seu objetivo é servir como um manual para os decisores viabilizarem as ações propostas e acordadas nos planos, promovendo a transformação do que foi estabelecido como “plano de ações” para “ações concretas”.

O MOP será estruturado na forma de fluxogramas apresentando mapeamentos tático-operacionais para as ações selecionadas, de maior nível de hierarquização, conforme exposto no item 6.4.1.1.

A elaboração do MOP terá como ponto de partida as atividades definidas nas etapas anteriores, e conterà, para cada fluxograma com o mapeamento tático-operacional: (i) Avaliação sobre a necessidade de elaboração ou alteração de normas vigentes (leis, decretos, resoluções, portarias etc.) para permitir ou facilitar a implementação da intervenção e, se avaliadas como necessária, justificar e propor o conteúdo mínimo para sua elaboração e as instituições responsáveis pela sua edição; (ii) avaliação sobre a necessidade de celebração de acordos institucionais (pactos de gestão, marcos regulatórios etc.) que permitam ou facilitem a implementação da intervenção e, se avaliados como necessários, justificar e propor o conteúdo mínimo para sua elaboração; (iii) identificação e discriminação de pré-requisitos, técnicos, legais e/ou institucionais para acesso aos recursos nas fontes de financiamento indicadas, se aplicável; (iv) identificação e discriminação da cadeia de comando e direção dos órgãos financiadores e/ou executores da intervenção, com destaque para o dirigente responsável por receber e dar seguimento à solicitação/demanda pela intervenção; (v) identificação e discriminação dos atores políticos (autoridades dos poderes executivo e legislativo, principalmente) com potencial interesse, favorável ou contrário, sobre a intervenção, destacando-se os potenciais parceiros para articulação; (vi) estratégias para

agendamento e participação de reuniões com as autoridades responsáveis pelo financiamento e/ou execução da intervenção (contatos prévios, participantes, material a ser elaborado para reunião etc.); e (vii) estratégias para acompanhamento e divulgação do estágio de desenvolvimento das intervenções selecionadas e em efetiva implementação.

Cada modelo tático-operacional será apresentado na forma de diagramas e/ou fluxogramas, a fim de facilitar a compreensão e utilização por parte dos principais interessados.

A metodologia proposta em termos de desenho de processo consistiria no estabelecimento de fluxos de atividades ou demandas para cada tema, lançados nas respectivas instâncias ou atores, ou instituições. A representação do fluxo seria realizada de forma matricial, considerando as instâncias em que cada movimento ou atividade do fluxo do processo se desenvolveria.

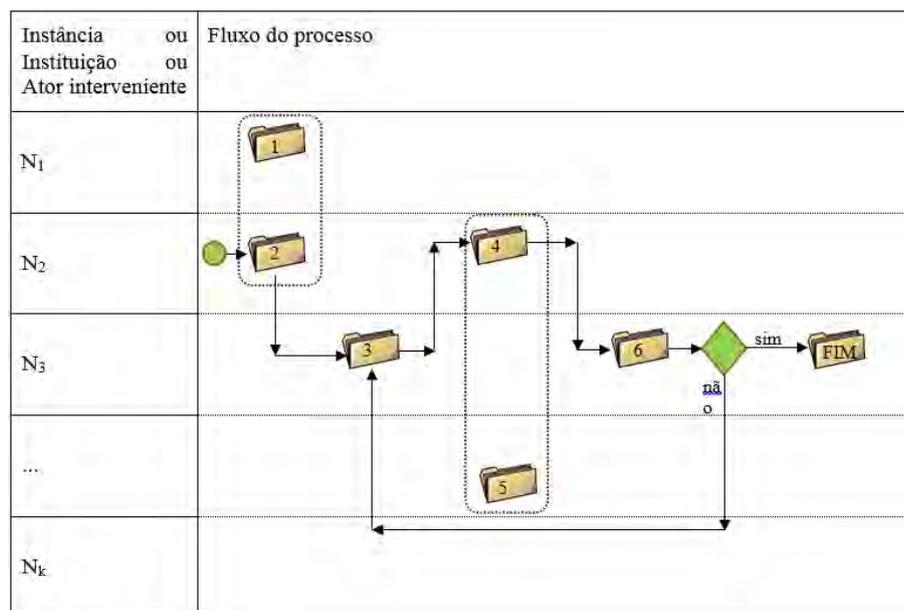


Figura 6.5 – Matriz de desenho do fluxo do processo para determinado tema a ser detalhado no MOP
Fonte: elaboração própria

O detalhe importante a ser considerado adicionalmente na metodologia é a especificação do processo que pode ser dada, para cada movimento do fluxo. Ou seja, cada uma das caixas da matriz apresentada acima, pode ser objeto de uma especificação.

Como resultado para cada tema detalhado no MOP teria por formato, um fluxo do seu respectivo processo e uma súmula com a especificação de cada movimento do fluxo de processos de sua realização.

6.5. PRODUTO 5 – PLANO DE MOBILIZAÇÃO, COMUNICAÇÃO SOCIAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O **Produto 5 - Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental** é o quinto produto do PSH-RMBH, a ser entregue em até 16 meses do início dos trabalhos, 3 meses após entrega do **Produto 4**.

O **Produto 5** consiste no detalhamento das ações relacionadas à comunicação, mobilização social e educação ambiental, e é formado por dois Subprodutos (5A e 5B), conforme a relação apresentada no Quadro 6.9.

Quadro 6.9 – Composição do Produto 5.

Produto	Subproduto	Relatórios
Produto 5	5A - Produtos e ações de mobilização, comunicação social e educação ambiental	Relatório Final (RF010) Relatório Final de Oficina (RFOF003)
	5B - Plano de mobilização, comunicação social, e educação ambiental para implementação do PSH-RMBH.	Relatório Final (RF011)

Fonte: elaboração própria.

6.5.1. Subproduto 5A – Produtos e ações de mobilização, comunicação social e educação ambiental

A PROFILL entende que o RF010 compreende a compilação de todo o material e ações de comunicação e mobilização social que foram executadas no período que compreende a elaboração do PSH-RMBH. Os materiais de comunicação social a serem elaborados já foram listados no item 5.3 deste Plano de Trabalho.

Entende-se que uma das atividades mais importantes para o alcance dos objetivos do PSH-RMBH é a identificação e mapeamento do público-alvo considerando os objetivos e a área de influência do PSH-RMBH, contemplando públicos internos, externos e mistos, como exemplo, comitês de bacias hidrográficas, prefeituras, universidades, entidade e empresas públicas, conselhos municipais, organizações comunitárias, ONGs, dentre outras.

Ainda no início dos trabalhos, serão traçadas estratégias de ações para o alcance da mobilização e engajamento de médio e longo prazo de atores nas gestões municipais, na região metropolitana de Belo Horizonte, nos órgãos estaduais integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, comitês de bacias hidrográficas, ONGs, dentre outros, a fim de que os programas, ações e diretrizes do PSH sejam efetivados. Considerando a rede de articulação já estabelecida, as ações deverão ser articuladas com a

ARMBH, que detém facilidade de comunicação com os diversos órgãos, integrando ao processo demais atores relevantes.

Acerca da mobilização social (entendendo aqui o termo mobilização como integrador do processo de comunicação, mobilização social propriamente dita e educação ambiental) é um processo que ocorrerá ao longo de todo o trabalho. Entende-se que a mobilização e a participação social não deverão se limitar a um simples recebimento/transmissão de informações, e sim a um intercâmbio de informações objetivando a articulação, integração e participação dos atores e assegurar que todas as decisões importantes ligadas à elaboração do Projeto possam ser devidamente discutidas, negociadas e acordadas, produzindo os compromissos indispensáveis para o sucesso do processo.

A divulgação da informação, através de diferentes mídias possibilitará maior visibilidade ao processo de realização do PSH-RMBH e dos respectivos temas a ele associados, funcionando ao mesmo tempo como instrumento de ampliação da participação social, e dando visibilidade institucional ao projeto.

Nesta etapa será promovida 01 (uma) oficina, com vistas à mobilização e apresentação dos resultados do PSH-RMBH, podendo ser no formato de seminário, encontro, palestra ou similar. Esta oficina deverá ser realizada após a entrega do Relatório Consolidado (RC001), previsto após o aceite do Relatório Final do Produto 4 (RF009). Posteriormente a oficina, será emitido O Relatório Final da Oficina (RFOF003).

6.5.2. Subproduto 5B – Plano de mobilização, comunicação social, e educação ambiental para implementação do PSH-RMBH

Neste Subproduto está previsto a elaboração de um Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental com o objetivo de balizar e favorecer a difusão de informações e conhecimentos sobre conceitos, propostas, produtos gerados e resultados alcançados pelo PSH-RMBH.

A partir das ações de mobilização social e das oficinas realizadas no âmbito do PSH-RMBH será elaborado um diagnóstico da participação social, determinando quais os atores específicos de cada área prioritária, para os quais será delineado uma estratégia de comunicação e participação específica para atingir a implementação do PSH-RMBH.

O Plano deverá conter como conteúdo mínimo:

- Introdução e contextualização;
- Objetivos gerais e específicos;
- Identificação e mapeamento de públicos-alvo, considerando os objetivos e a área de influência do PSH-RMBH, contemplando públicos internos, externos e mistos;
- Estabelecimento de metas e ações, com descrição detalhada do que se pretende fazer e em que prazo, tendo como limite os horizontes de planejamento do PSH-RMBH;
- Descrição da metodologia, dos métodos, das técnicas e dos recursos materiais e humanos necessários para a implementação do plano;
- Definição da estratégia de monitoramento e avaliação a fim de verificar a sua eficácia e permitir adequação de futuras atividades; e
- Cronograma de execução.

Serão propostas ações de mobilização e educação ambiental para cada área prioritária, como fóruns regionais, workshops microrregionais, cursos, oficinas e capacitações em educação ambiental para multiplicadores. Além disso, deverá se estruturar uma proposta de premiação em boas práticas ambientais como forma de valorizar, motivar e destacar atores que já realizam práticas sustentáveis em suas ações de intervenção, no cotidiano e localidade que pertencem.

O Plano de mobilização, comunicação social, e educação ambiental será consolidado no RF011. Este plano se destina à etapa posterior à finalização do PSH-RMBH, e trará estratégias para sua execução.

6.6. PRODUTO 6 – RESUMO EXECUTIVO DO PSH-RMBH

O **Produto 6 - Resumo Executivo PSH-RMBH** é o sexto e último produto do PSH-RMBH, a ser entregue em até 18 meses do início dos trabalhos, 3 meses após entrega do **Produto 5**.

O **Produto 6** consolida o PSH-RMBH e consiste na síntese de todas as etapas do trabalho, apresentando de forma didática todas as etapas e resultados produzidos. Esse documento deve detalhar, de forma clara e didática, a metodologia empregada no desenvolvimento das etapas e dos Produtos Finais, de modo a permitir à Administração Pública a internalização, replicação, revisão, atualização e aperfeiçoamento do PSH, bem como sua difusão em outros contextos ou regiões, de forma independente.



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

7. FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES

A Figura 7.1 apresenta o fluxograma das atividades, a organização da entrega dos produtos e oficinas propostas para realização PSH-RMBH, atendendo às diretrizes impostas pelo Termo de Referência.

Elaborado por:



Nº da revisão:

Código do Documento:

ARMBH_RMBH_PSH_RF001_R01

109/127

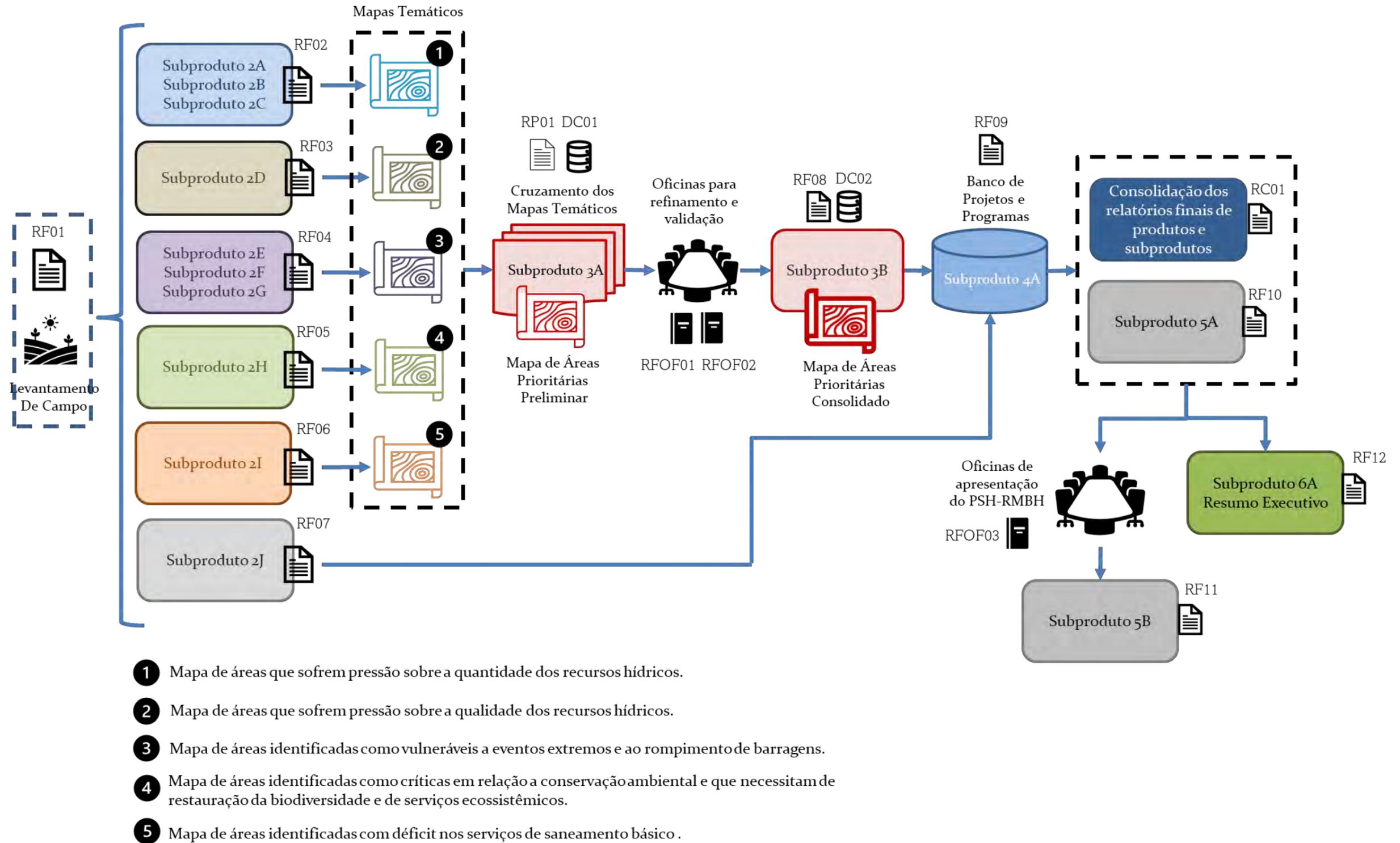


Figura 7.1 – Fluxograma das atividades.
Fonte: elaboração própria

8. PRODUTOS E ROTINA DE ENTREGA

O trabalho é dividido em seis Produtos, 17 Subprodutos, e 19 Relatórios, conforme discriminado no Quadro 8.1.

Quadro 8.1 – Produtos, Subprodutos e Relatórios

Produto	Subproduto	Relatório	
Produto 1 - Plano de Trabalho	1A - Plano de Trabalho	RF001	
Produto 2 - Estudos e Levantamentos Diagnósticos	2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água	RF002	
	2B - Estudo de demanda hídrica pelo uso da água		
	2C - Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário		
	Produto 2 - Estudos e Levantamentos Diagnósticos	2D - Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas	RF003
		2E - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos	RF004
		2F - Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos	
		2G - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens	RF005
		2H - Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	
		2I - Estudo da situação do saneamento básico	
Produto 3 - Identificação das áreas prioritárias para segurança hídrica	2J - Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções	RF007	
	3A - Mapeamento preliminar das áreas prioritárias para a segurança hídrica	RF001/ DC001	
Produto 4 - Banco de Projetos	3B - Mapeamento consolidado das áreas prioritárias para a segurança hídrica	RF008/ DC002/ RFOF001/ RFOF002	
	4A - Ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão)	RF009/ RC001	
Produto 5 - Plano de Mobilização, Comunicação Social, e Educação Ambiental	5A - Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental	RF010/ RFOF003	
	5B - Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PSH	RF011	
Produto 6 - Resumo executivo do PSH-RMBH	6A - Resumo Executivo	RF012	

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

Nota: RF – Relatório Final | RP – Relatório Parcial | DC – Dados cartográficos | RFOF – Relatório Final da Oficina | RC – Relatório Consolidado

Ao final da elaboração do **Banco de Projetos**, a fim de sintetizar as informações levantadas ao longo dos primeiros doze meses de execução do PSH-RMBH, será entregue o **Relatório Consolidado**. Este relatório irá conter o consolidado de todos os relatórios finais de produtos e subprodutos anteriores, sendo, neste sentido, um documento prévio e balizador para a elaboração do **Resumo Executivo**.

Os **Relatórios Parciais, Finais, Consolidado e das Oficinas** serão entregues em 1 (uma) via impressa, papel A4, encadernado e em 1 (uma) via em formato digital *.doc e *.pdf (com mapas e figuras), a ser disponibilizado em página eletrônica (ou link) para acesso, contendo todas as referências bibliográficas e as respectivas memórias de cálculo, apêndices e anexos.

Os **Dados Cartográficos** que envolvam mapas ou modelos georreferenciados serão apresentados em base de dados geográficos – em formato livre e interoperável (*shapefile*, *geopackage* ou banco PostGIS), estruturada conforme as normas técnicas mais recentes da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA). Os metadados seguirão o padrão estabelecido na IDE-SISEMA.

O **Resumo Executivo**, por sua vez, será produzido em 70 cópias impressas, para distribuição entre os principais atores da gestão de recursos hídricos, e 1 (uma) via em formato digital em .doc e .pdf. O Resumo Executivo deverá ser impresso em formato de revista vertical com lombada, capa de laminação fosca ou brilhante, em papel couché 210 g, colorida e com peças gráficas previamente aprovadas pela equipe da ARMBH. Os dados georreferenciados serão igualmente fornecidos em formato livre e interoperável (*shapefile*, *geopackage* ou banco PostGIS).

De modo a se cumprir o cronograma do projeto, bem como garantir os resultados esperados, propõe-se procedimentos para tramitação dos assuntos relacionados às entregas, avaliação e aprovação dos produtos nas instâncias consultivas, deliberativas ou de aprovação.

Compreende-se que os produtos parciais e finais relativos ao projeto em tela serão encaminhados pela PROFILL para a ARMBH. Por sua vez, a ARMBH encaminhará ao CG (Comitê Gestor) que deverá fazer a avaliação e retornar por meio de parecer a aprovação com condições ou a solicitação de complementações e refinamentos em um prazo de até 07 (sete) dias úteis contados a partir da data do recebimento do produto.

A PROFILL terá um prazo de 05 (cinco) dias úteis após a emissão do parecer técnico pelo CG, para apresentar as correções e/ou adequações nos produtos parciais. A critério do CG o prazo para correções e/ou adequações poderá ser estendido.



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Os relatórios serão considerados parciais enquanto o CG os avaliar como insuficientes e, por conseguinte, sujeito a ajustes e correções. Serão considerados relatórios finais aqueles que cumprirem todas as etapas de análise e aprovados por Parecer Técnico, não necessitando de qualquer ajuste ou correção.

Todos os produtos elaborados durante o PSH-RMBH serão entregues, avaliados e corrigidos, considerando os apontamentos realizados pela ARMBH e pelo CG, além de contribuições da sociedade. Salienta-se que a PROFILL realizará o número de correções necessárias, até que o produto atenda aos objetivos do PSH-RMBH.

Elaborado por:



Nº da revisão:

Código do Documento:

ARMBH_RMBH_PSH_RF001_R01

113/127

9. EQUIPE E ORGANOGRAMA FUNCIONAL

9.1. EQUIPE TÉCNICA

No Quadro 9.1 está apresentada a equipe chave e a equipe de apoio selecionada para a elaboração do PSH-RMBH.

Quadro 9.1 – Equipe técnica do PSH-RMBH.

Nome	Formação	Experiência
Mauro Jungblut	Eng. Civil, Msc. em Geotécnica	Profissional de nível superior, especialista em recursos hídricos, e que tenha experiência comprovada na coordenação de planos, programas, projetos ou estudos na área de recursos hídricos.
Carlos Ronei Bortoli	Eng. Civil, Msc. em Geotécnica	Experiência em estudo e projetos de hidrologia, simulações, planejamento e gestão de recursos hídricos, e monitoramento e modelagem de qualidade de água de sistemas fluviais e reservatórios
Sidnei Gusmão Agra	Eng. Civil, Msc. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Experiência em estudo e projetos de hidrologia, simulações, planejamento e gestão de recursos hídricos, e monitoramento e modelagem de qualidade de água de sistemas fluviais e reservatórios
Ana Luiza Helfer	Eng. Ambiental, Msc. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Experiência em planejamento e gestão de recursos hídricos, estudos e projetos ambientais, recursos hídricos e saneamento básico.
Paulo Roberto Gomes	Eng. Civil, Msc. em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais	Experiência em modelagem de qualidade de água, elaboração de projetos de saneamento, dimensionamento e orçamento de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.
Isabel Cristiane Rekowski	Geógrafa, Msc. em Sensoriamento Remoto	Experiência em geoprocessamento, interpretação de imagens de satélite, análise e modelagem de bancos de dados geográfico, concepção, construção e implantação de sistemas SIG.
Willi Bruschi Junior	Biólogo, Msc. em Ecologia e Dr. em Ecologia e Recursos Naturais	Experiência em biologia e/ ou atividades relacionadas aos meios bióticos e abióticos.
Eduardo Antônio Audibert	Sociólogo, Dr. em Sociologia	Experiência em planejamento estratégico e institucional, avaliação de políticas públicas e de programas governamentais de mobilização social, planejamento participativo, análises socioambientais e orçamentos públicos.
Cristian Sanabria da Silva	Sociólogo, com especialização em Projetos Sociais	Experiência em organização e mobilização social.
Nilson Lopes	Sociólogo	Experiência em educação ambiental.
Karina Agra	Comunicação Social, Msc. em Comunicação e Informação	Experiência em comunicação social.
Tailana Jeske	Eng. Ambiental	Experiência em gestão de recursos hídricos, com formulação de planos de programas de ações e investimentos.
Thawara Guidolin	Eng. Hídrica	Experiência em estudos hidrológicos e de modelagem matemática em recursos hídricos.
Eduardo Farina	Geógrafo	Experiência em geoprocessamento, com ênfase na interpretação de imagens de satélite.

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Nome	Formação	Experiência
Guilherme Joaquim	Geógrafo	Experiência com licenciamento ambiental, estudos de impacto ambiental, educação ambiental, uso do solo e sistema de informação geográfica.
Patrícia Luisa Cardoso	Eng. Civil, Msc. em Avaliação de Impactos Ambientais em Mineração	Experiência estudos ambientais e de planejamento regional, com formulação de programas de gerenciamento e orçamentos.
Juliana Tonet	Arquiteta, com especialização em Urbanismo Contemporâneo	Experiência em estudos de planejamento urbano e ambiental, com ênfase em propostas de zoneamento.
Neomar Fraga de Oliveira	Administração	Possui experiência na área administrativa. Atua no setor administrativo da PROFILL.
Eduardo Lanna	Eng. Civil, Msc. em Recursos Hídricos e Dr. em Eng. Civil	Consultor na área de recursos hídricos há mais de 30 anos, atuando principalmente em planos de bacia hidrográfica, gestão e instrumentos de gestão de recursos hídricos.
Pedro Henrique Bof	Eng. Ambiental, Msc. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Experiência em atividades técnicas na área de planejamento e gestão dos recursos hídricos e em meio ambiente.
Rafael Siqueira Souza	Eng. Civil, Msc. e Dr. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Experiência em estudos hidrológicos e de modelagem de qualidade das águas
Pedro Jardim	Eng. Ambiental, Msc. em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Experiência em estudos hidrológicos e de modelagem matemática em recursos hídricos.
	Núcleo de Coordenação	
	Equipe Técnica Chave	
	Equipe Técnica de Apoio	
	Consultores	

Fonte: elaboração própria.

9.2. ORGANOGRAMA

Na Figura 9.1 está apresentado o Organograma da equipe técnica de elaboração do PSH-RMBH.

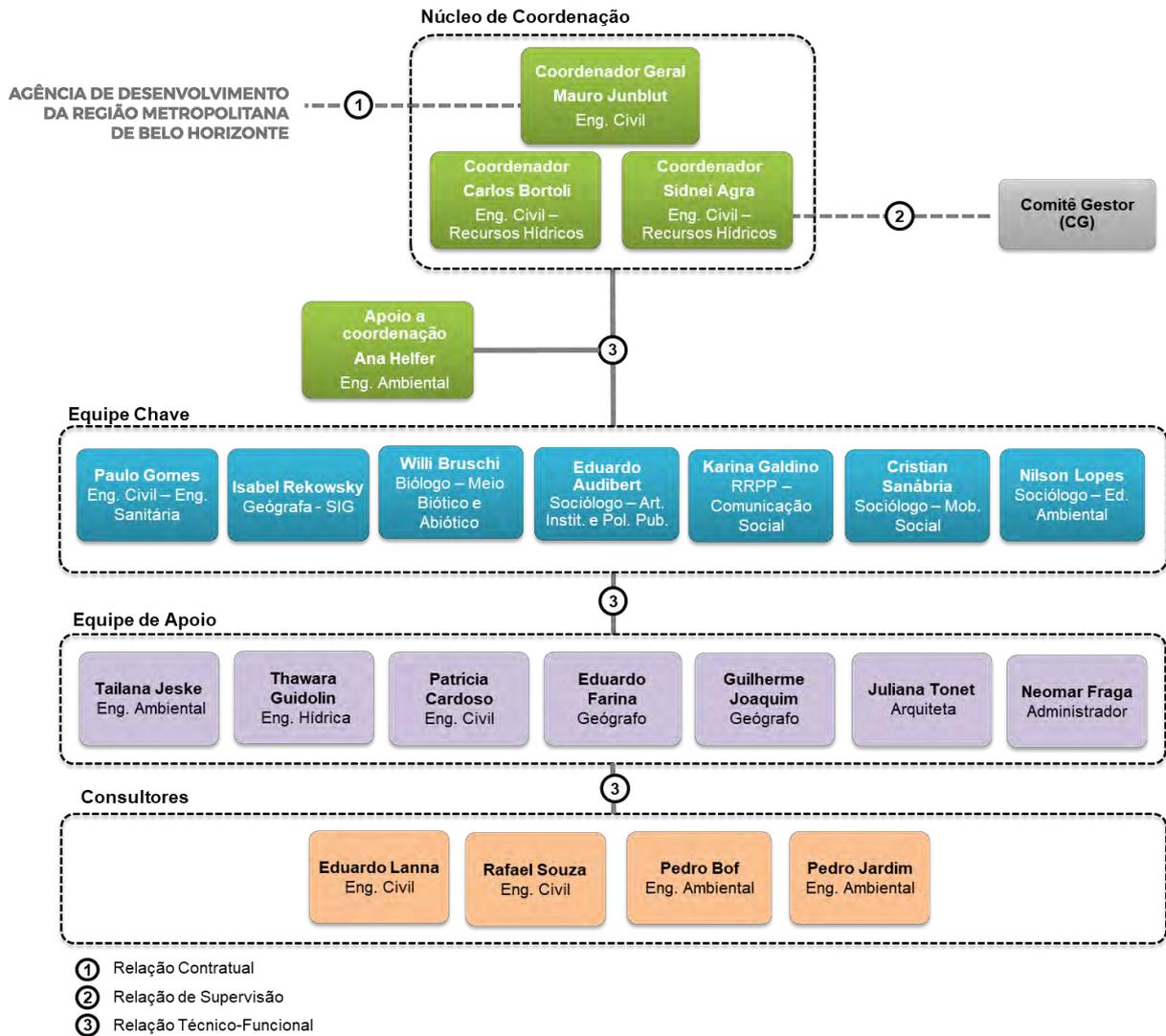


Figura 9.1 – Organograma da equipe.
Fonte: Elaboração própria.



Tipo de Documento:
Relatório Parcial

**AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE BELO HORIZONTE**

PLANO DE TRABALHO

PLANO DE SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

10. CRONOGRAMA GERAL

No Quadro 10.1 está apresentado o Cronograma Físico, indicando a relação dos Produtos e Subprodutos que integram o Plano de Trabalho proposto, dentro de um prazo global de 18 meses (ou 540 dias corridos), tendo como marco de início dos trabalhos a Ordem de Início emitida em 14/02/2022.

Elaborado por:



Nº da revisão:

Código do Documento:

ARMBH_RMBH_PSH_RF001_R01

117/127

Quadro 10.1 – Cronograma físico das atividades

Produto	Subproduto	Relatório	Prazo (meses)																		Data de Entrega	Desembolso (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
			2022									2023										
			Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago		
Produto 1 - Plano de Trabalho	1A - Plano de Trabalho	RF001	📄																	14/03/2022	5%	
	Total Produto 1		📄																	-	-	
Produto 2 - Estudos e Levantamentos Diagnósticos	2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água	RF002																		-	-	
	2B - Estudo de demanda hídrica pelo uso da água																			-	-	
	2C - Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário	RF003				📄														14/06/2022	16%	
	2D - Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas					📄														14/06/2022	2%	
	2E - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos	RF004																		-	-	
	2F - Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos																			-	-	
	2G - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens						📄													14/07/2022	16%	
	2H - Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	RF005					📄													14/07/2022	2%	
	2I - Estudo da situação do saneamento básico	RF006									📄									14/08/2022	2%	
	2J - Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções	RF007										📄								14/08/2022	2%	
Total Produto 2																			-	-		
Produto 3 - Identificação das áreas prioritárias para segurança hídrica	3A - Identificação dos rios e afluentes inseridos na área de estudo, considerando principalmente, dentre outros, o Rio das Velhas, o Rio Paraopeba e o Rio Pará. Identificação do Sistema Integrado de fornecimento de água para a RMBH e Colar	RP001																		14/10/2022	5%	
	Banco de Dados	DC001																		14/10/2022		
	Oficina 1 (Afluentes do Rio das Velhas)	RFOF001																		à definir	15%	
	Oficina 2 (Afluentes do Rio Paraopeba e Rio Pará)	RFOF002																		à definir		
	3B - Mapas temáticos, síntese das áreas prioritárias	RF008																		14/11/2022		
	Banco de Dados	DC002																		14/11/2022		
Total Produto 3																			-	-		
Produto 4 - Banco de Projetos	4A - Relatório a ser produzido de acordo com as definições dos produtos anteriores e apresentação de Termos de Referência com ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão)	RF009																		14/02/2023	20%	
	Relatório Consolidado	RC001																		14/02/2023		
	Total Produto 4																			-	-	
Produto 5 - Plano de Mobilização, Comunicação Social, e Educação Ambiental	5A - Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental	RF010																		14/05/2023	2,5%	
	Oficina 3 (Comunicação e Mobilização Social)	RFOF003																		à definir	-	
	5B - Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PSH	RF011																		14/05/2023	2,5%	
	Total Produto 5																			-	-	
Produto 6 - Resumo executivo do PSH-RMBH	6A - Resumo Executivo	RF012																	14/08/2023	10%		
Total Produto 6																			-	-		

Fonte: elaboração própria.

- 📄 RF – Relatório Final
- 📄 RP – Relatório Parcial
- 📄 DC – Dados cartográficos
- 📄 RFOF – Relatório Final da Oficina
- 📄 RC – Relatório Consolidado

11. RECURSOS FÍSICOS E TECNOLÓGICOS A SEREM DISPONIBILIZADOS

11.1. RECURSOS FÍSICOS

A sede da PROFILL totaliza cerca de 250 m² de área útil, e possui acomodações e equipamentos necessários ao funcionamento de um escritório, permitindo a acomodação, além da gerência, de uma equipe técnica de até 60 pessoas. As instalações incluem sala de reuniões para até 15 pessoas e sala de conferência local e via web. Os mobiliários e equipamentos que serão colocados aos trabalhos estarão relacionados ao atendimento dos seguintes serviços: funcionamento de escritório (mobiliário, máquinas etc.); serviços de computação (desktops e notebooks, plotters, projetores multimídia, impressoras etc.); comunicação (telefones fixos e celulares, internet com conexão em banda larga, modems 4G etc.); e serviços gráficos (copiadoras, encadernadora etc.).

Em termos de equipamentos de informática e deslocamento considerados indispensáveis, estarão disponíveis:

- 06 (seis) computadores desktop;
- impressoras HP Professional 8016 8000 - A3 e 01 (uma) impressora Brother MFC- J6935 DE;
- 01 (um) projetor multimídia;
- 02 (dois) notebooks (Dell Inspiron, 14 e 15", HD 256 SSD, 8Gb RAM fabricação 2019);
- Para os eventos públicos serão locados equipamentos específicos para projeção e sonorização, compatíveis com as condições locais, caso necessário;
- Os veículos a serem utilizados para deslocamento dos membros da equipe técnica na área de estudo serão locados, e serão utilizados tanto nas atividades de campo como para deslocamento entre entidades a serem consultadas;
- Quanto à utilização de softwares a PROFILL assume o compromisso de utilização dos recursos mais modernos de informática. Abaixo segue uma relação de uso geral, de uso específico e para geoprocessamento e SIG.

11.2. SOFTWARE DE USO GERAL

Pacote Microsoft Office 365 que agrega os principais aplicativos de uso geral, úteis ao trabalho em questão, a saber: MS Word, MS Escel, MS Power Point, MS Access, MS Power Bi, MS Teams, MS Visio. Tais aplicativos permitirão a edição de textos e planilhas, a montagem de bancos de dados, a edição de apresentações, a comunicação instantânea e via e-mail, além do acesso à internet. Para fins de proteção dos arquivos gerados ao longo dos trabalhos, será utilizado o software Karspersky (Karspersky Lab).

11.3. SOFTWARE PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÕES

Para a operação e aperfeiçoamento do sistema de informações geográficas poderão ser utilizados softwares específicos. Digitalizações e vetorizações serão realizadas no AutoCAD 2022 ou CADMap ou mesmo no ambiente SIG. A consolidação do sistema de informações e geoprocessamentos simplificados de temas vetorizados será realizada com o Software ArcGIS Desktop Basic. Destaca-se que o SIG será consolidado em formatos de arquivos tipo shapefile (*.shp) e banco de dados em geodatabase files (*.gdb).

A PROFILL ainda possui experiência na utilização de PostgreSQL e PostGIS plataformas de código aberto que poderão ser utilizadas para a estruturação do banco de dados, caso seja necessário este formato. Os softwares utilizados para a implantação do sistema móvel serão o GvSIG ou o QGIS, ambos de código aberto.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2ND WORLD WATER FORUM, 2000. Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century. Haia, Países Baixos, Disponível em: <https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/World_Water_Forum_02/The_Hague_Declaration.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.

CBH RIO DAS VELHAS – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2015. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas: Resumo Executivo. Belo Horizonte, 2015. 233 p.; il. color.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017a. Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2017 5K). Brasília, DF. 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017b. Atlas Esgotos - Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF. 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO, 2017c. Geração de Manchas para Classificação de Barragens Quanto ao Dano Potencial Associado - Metodologia Simplificada. [S.l: s.n., 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2019a. Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília, DF: ANA, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2019b. Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil. Brasília, DF: ANA, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2021a. Atlas Águas - Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano. Brasília, DF: ANA, 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2021b. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada (2ª Edição). Brasília: ANA, 2021.

ARMBH – AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE, 2021. Governo de Minas publica edital de licitação do Plano de Segurança Hídrica da RMBH. Disponível em: <<http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/governo-de-minas-publica-edital-de-licitacao-do-plano-de-seguranca-hidrica-da-rmbh/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

ARSAE – AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2021. Planos Municipais de Saneamento Básico. Disponível em: <<http://www.arsae.mg.gov.br/planos-municipais/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO DE USUÁRIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARÁ, 2008. Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará: Etapa 9 – Modelos de avaliação e gestão. Minas Gerais: CBH-Pará, 2008. 422 p.

CAMPOS, B.; PEREIRA, R. A. A.; FREITAS, C. H.; BARBOSA, A. A., 2016. Eventos extremos de precipitação no Sul de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geografia Física v.09, n.07 (2016) 2325-2340.

COLLE, G. A., 2008. Metodologias de análise de risco para classificação de barragens segundo a segurança. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba, PR. 2008.

COBRAPE – COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS, 2020. Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba: Resumo Executivo. São Paulo: Cobrape, 2020. 67.; il.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

DORA, A. S. Quantificação de reservas renováveis de água subterrânea em bacias hidrográficas a partir de series históricas de vazão: uma ferramenta para a gestão de bacias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, RS. 2013.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA, 2012. AQUASTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm>>. Acesso em: 26 out. 2021.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2011. Avaliação de impactos de mudanças climáticas sobre a economia mineira: relatório resumo. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2011. 46p.: il.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2014. Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas de Minas Gerais / Fundação Estadual do

Meio Ambiente; com apoio de Agência Francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia, Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais. Belo Horizonte: FEAM, 2014. 139 p. il.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTEM, 2014. Plano de energia e mudanças climáticas de Minas Gerais: Estratégia de Adaptação Regional para Minas Gerais / Fundação Estadual do Meio Ambiente; com apoio de Agência Francesa do Meio Ambiente e da Gestão de Energia, Conselho Regional de Nord Pas-de-Calais. Belo Horizonte: FEAM, 2014.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2018. Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima: trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu / Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Centro de Estudos em Sustentabilidade, Agência Nacional das Águas. – Brasília: ANA; São Paulo: FGV, 2018.

FREITAS, L. C.; SEVERINO, E. A. S.; ESTELA, M. COSTA, R. A., 2019. Eventos extremos de precipitação e seus impactos na cidade de Ituiutaba-MG. XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Fortaleza, CE. 2019.

FUSARO, T. C., 2003. Metodologia de classificação de barragens baseada no risco. Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), 12 p. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 25., out. 2003, Salvador, BA. XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens – Anais

GAR – GLOBAL ASSESSMENT REPORT ON DISASTER RISK REDUCTION, 2011. Global Risk Data Platform. Disponível em: <<http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/what/rdp.html>>. Acesso em: 26 out. 2021.

GOMES, F. B. R.; VARGAS, I. S.; PROCÓPIO, A. S.; CASTRO, S. R.; RIBEIRO, C. B. de M., 2021. Estudo da variabilidade espaço-temporal e tendências de precipitação na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Revista Brasileira de Climatologia, Ano 17, Vol. 28, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011. Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013. Manual Técnico de Uso da Terra. In. Manuais Técnicos em Geociências - nº 07. 3ª ed. 171 pg. Rio de Janeiro, 2013.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2021a. Plano Estadual de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica. Belo Horizonte, MG: 2021. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/florestas/plano-estadual-de-conservacao-e-recuperacao-da-mata-atlantica>>. Acesso em: 11 mar. 2022.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2021b. Áreas prioritárias: estratégias para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais / Realização, Instituto Estadual de Florestas; Execução, Universidade Federal de Minas Gerais, WWF Brasil, Fundação Biodiversitas; Colaboração, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Fundação Estadual do Meio Ambiente, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. – Belo Horizonte: IEF, 2021. 162 p.; il.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2010. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Relatório Final. Volume IV. Disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/Relat%C3%B3rio_Final_Vol._4.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2012. Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2012.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2016. Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais: Relatório Final. Disponível em: <<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/2361/1/Estrategias%20para%20Seguranca%20Hidrica%20em%20MG%20%281%29.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2021.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2021a. Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/336-somos-todos-aguas>>. Acesso em: 26 out. 2021.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2021b. Termo de Referência para a elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica (PMSH). Disponível em:

<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2021/EDITAIS/PMSH/Anexo_I_-_TERMO_DE_REFER%C3%8ANCIA.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2021c. Metadados da Base Hidrográfica Ottocodificada consistida para o estado de Minas Gerais. Disponível em: <<https://drive.mg.gov.br/index.php/s/DMLX5yf4G7eiodA#pdfviewer>>. Acesso em: 08 mar. 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, W. Integrando Sistema de Suporte à Decisão para Gerenciamento de Recursos Hídricos a um SIG de Código Aberto. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves. Anais do XX SBRH. Porto Alegre: ABRH, 2013.

KUPERMAN, S.C.; RE, G.; FERREIRA, W.V.F.; TUNG, W.S.; VASCONCELOS, S.E.; ZÚÑIGA, J.E.V. RABELLO, M., 2001. Análise de risco e metodologia de tomada de decisões para barragens: evolução do sistema empregado pela Sabesp. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 24., nov. 2001, Fortaleza, CE. XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens - Anais. Rio de Janeiro: CBDB – Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, 2001. v. 02. p. 535-548.

LABSID – LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÕES. 2013. Manual do AcquaNet 2013. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://labsid.eng.br/software/ManualAcquaNet2013.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2022.

MASON, N.; CALOW, R., 2012. Water security from abstract concept to meaningful metrics: an initial overview of options. London: ODI, 2012.

MENESCAL, R. A.; CRUZ, P. T.; CARVALHO, R. V.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F., 2001. Uma metodologia para a avaliação do potencial de risco em

barragens do semi-árido. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB), 24., 2001, Fortaleza, CE.

MDR – MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2022. Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Volume II - Plano de Ação: Estratégia Nacional para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos 2022-2040. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/Plano%20de%20Acao%20e%20Anexo%20Normativo%20para%20apreciacao%20do%20CNRH/plano-de-acao_pnrhv2022paracnrh.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2002. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília: Ministério da Integração Nacional. 148p. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/inspecao/ManualdeSegurancaeInspecaod eBarragens.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005. A segurança de barragens e a gestão de recursos hídricos no Brasil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005, 2. ed., p. 137-153.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017. Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil. Brasília, DF: MMA, 2017.

MOTA, A. O., 2018. Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018.

PONTIUS JR., R. G.; MILLONES, M., 2011. Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. International Journal of Remote Sensing, 32(15), 4407-4429.

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO SUL, 2016. Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/u070-bh-santa-maria>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SILVA, P. N.; ESCOBAR, G. C. J.; REBOITA, M. S., 2020. Eventos extremos de precipitação no Estado de Minas Gerais associados com a ocorrência de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul. Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.3, 2020.

SPEED, R. et al., 2016. River Restoration: A Strategic Approach to Planning and Management. Paris: UNESCO, 2016.

SULLIVAN, C.; HUNTINGFORD, C., 2009. Water resources, Climate Change and Human Vulnerability: Proceedings of the MODSIM Conference, Cairns, Australia.

UN-WATER – UNITED NATIONS WATER, 2013. Water security and the global water agenda: a UN-Water analytical brief. Hamilton, Ont.: United Nations University - Institute for Water, Environment and Health, 2013.

VON SPERLING, M., 2007. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte (MG): Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG). v. 7. 2007.

UN-WATER – UNITED NATIONS WATER, 2018. World Water Assessment Programme – WWAP. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based solutions for water. Paris: Unesco, 2018.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2012. Water Reuse Index, Retrieved June 14, 2012, from Indicators - Level of Stress on the Resource. World Water Assessment Programme (WWAP).