



## **PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA**

### **PLANO DE TRABALHO**

Outubro de 2022.

## APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste do Plano de Trabalho do Consórcio PROFILL/ ENGE CORPS para a execução técnica do PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA – PMSH.

O Plano de Trabalho tem por base a proposta técnica apresentada no processo licitatório realizado junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas e está orientado de modo a atender os termos de referência e as políticas nacional e estadual de recursos hídricos (Lei Federal nº9.433/97 e Lei Estadual nº 13.199/99).

Outubro de 2022.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4-1 - Principais conceitos aplicados na elaboração do PMSH. ....	14
Quadro 5-1 – Relação de produtos, subprodutos e entregas.....	19
Quadro 5-2 – Composição do Produto 2. ....	22
Quadro 5-3 – Metodologias para estimativas de demandas hídricas.....	30
Quadro 5-4 – Sementes de futuro para o PNRH 2022-2040.....	31
Quadro 5-5 – Caracterização dos cenários nacionais do PNRH 2022-2040. ....	32
Quadro 5-6 – Índices para avaliação da Condição de Comprometimento Hídrico das Sub-Bacias. ....	34
Quadro 5-7 – Matriz de Riscos 5 x 5. ....	40
Quadro 5-8 – Indicadores para avaliação da segurança hídrica e eventos extremos.....	41
Quadro 5-9 – Matriz de classificação das captações a jusante de barragens em situação de atenção. ....	44
Quadro 5-10 – Composição do Produto 3. ....	50
Quadro 5-11 – Exemplos de mapas gerados no Mapeamento Analítico em um Plano de Recursos Hídricos. ....	52
Quadro 5-12 – Distribuição dos subprodutos do Produto 4.....	54
Quadro 5-13 – Composição do Produto 5. ....	57
Quadro 5-14 – Eventos públicos previstos para serem realizados. ....	63
Quadro 6-1 – Cronograma preliminar de reuniões chave para a apresentação dos produtos. ....	66
Quadro 6-2 – Cronograma de elaboração do PMSH. ....	67
Quadro 7-1 - Profissionais da equipe chave.....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Unidades Estratégicas de Gestão e Circunscrições Hidrográficas. ....	12
Figura 5.1 – Cenários para o PNRH 2022-2040.....	32
Figura 7.1 - Organograma da equipe técnica. ....	69

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PMSH</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>PRINCIPAIS CONCEITOS E ARTICULAÇÃO</b> .....	<b>13</b>
4.1	Principais conceitos.....	13
4.2	Articulação com instrumentos de planejamento e gestão .....	15
<b>5</b>	<b>PRODUTOS</b> .....	<b>19</b>
5.1	Produto 1 – Plano de Trabalho .....	21
5.2	Produto 2 – Estudos e Levantamentos Diagnósticos.....	21
5.2.1	Subproduto 2A - Diagnóstico quantitativo e qualitativo de oferta de água .....	25
5.2.2	Subproduto 2B – Estudo de demanda hídrica pelo uso da água.....	28
5.2.3	Subproduto 2C – Estudo de áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário .....	35
5.2.4	Subproduto 2D – Levantamento dos fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas.....	36
5.2.5	Subproduto 2E – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos .....	37
5.2.6	Subproduto 2F – Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos .....	41
5.2.7	Subproduto 2G – Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de Barragens .....	43
5.2.8	Subproduto 2H – Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos .....	45
5.2.9	Subproduto 2I – Estudo da situação do saneamento básico.....	47
5.2.10	Subproduto 2J – Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas Intervenções .....	48
5.3	Produto 3 – Identificação das áreas prioritárias para Segurança Hídrica .....	50
5.3.1	Subproduto 3A – Mapeamento das áreas prioritárias para a segurança hídrica para as bacias do Alto SF (CHs SF 1 a 5).....	51
5.3.2	Subproduto 3B – Mapeamento das áreas prioritárias para a segurança hídrica para o restante das bacias.....	53
5.4	Produto 4 – Banco de projetos.....	53
5.5	Produto 5 – Plano de Mobilização, Comunicação Social e Educação Ambiental .....	56
5.5.1	Subproduto 5A – Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental .....	57
5.5.2	Subproduto 5B – Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PMSH.....	59
5.6	Produto 6 – Oficinas Temáticas, Eventos e Reuniões .....	60
5.6.1	Formato de Realização das Oficinas .....	61

---

5.6.2	Eventos previstos para serem realizados .....	62
5.7	Produto 7 – Resumo Executivo do PMSH .....	64
<b>6</b>	<b>ACOMPANHAMENTO E CRONOGRAMA .....</b>	<b>65</b>
6.1	Avaliação dos produtos e subprodutos .....	65
6.2	Cronograma .....	66
<b>7</b>	<b>EQUIPE E ORGANOGRAMA FUNCIONAL .....</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Segurança Hídrica é tema abordado com recorrência dentro de estudos e instrumentos de planejamento na Gestão de Recursos Hídricos e permeia o debate sobre a utilização de recursos naturais, preservação e conservação ambiental há algumas décadas. Das abordagens mais recentes pode-se destacar a “Declaração Ministerial de Haia sobre Segurança Hídrica no Século 21”, elaborada no Segundo Fórum Mundial da Água realizado em 2000, o reconhecimento por parte dos governos, durante a Rio+20, que a água é o centro do desenvolvimento sustentável e que está relacionada com uma série de desafios globais chave, considerando dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, o de número 6 de **assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos**.

No Brasil, a temática vem ganhando força a partir da elaboração do Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH, que estabeleceu o conceito de Segurança Hídrica e apresenta um planejamento integrado e consistente para a infraestrutura hídrica estratégica do País.

Ao longo da história brasileira existem alguns exemplos de atuação em nível de política pública para a mitigação dos impactos de situação de escassez, até mesmo as Constituições Federais abordam a temática. A Constituição Federal de 1988, em seu capítulo VI, artigo 225, assegura o “direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” e impõe “ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Brasil, 1988).

A Constituição Estadual de Minas Gerais possui uma seção específica para a Política Hídrica e Minerária, Seção VI, onde aborda de forma genérica o tema da proteção aos recursos hídrica, mas apresenta elementos chave que são aplicados na Lei Estadual Nº 13.199/99, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, e “visa a assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios” (Minas Gerais, 1989).

É nesse contexto regulatório e ensejado por crises hídricas em diferentes regiões do estado de Minas Gerais nos últimos anos que se dá a elaboração do Plano Mineiro de Segurança Hídrica – PMSH. O próprio Termo de Referência apresenta que as crises recentes evidenciaram “a fragilidade do atual sistema de gestão em enfrentar os eventos extremos, seja de máximas ou mínimas” ao mesmo tempo em que reconhece os avanços já obtidos na implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.

O PMSH será executado para todo o Estado, mas dividido nas Unidades Estratégicas e Circunscrições Hidrográficas definidas como regiões estratégicas para a realização de ações, constituindo uma ferramenta de planejamento de estado, embasada em critérios técnicos, que permitam à Administração Pública a integração de ações setoriais com a finalidade comum da gestão eficiente dos recursos hídricos que promova a segurança hídrica e, por consequência, dê sustentabilidade ao desenvolvimento econômico e social das diversas regiões do estado. Vale destacar que as análises considerarão ações estruturantes e não estruturantes.

Constitui a fase de planejamento do “Programa Somos Todos Água”, que faz parte de um conjunto de ações do órgão gestor, que implementadas juntas, buscam aumentar a segurança hídrica no Estado, o qual é constituído por três metas: o PMSH, o Projeto de revitalização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (em associação com a Vale S/A como medida de compensação pelos danos do rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho) e o Projeto de revitalização na Bacia Hidrográfica do rio Viamão.

O banco de projetos a ser estabelecido no PMSH será uma ferramenta de grande valia para a implementação de ações ampliem a segurança hídrica. Diferente de um plano de ações tradicional, o banco de projetos associado à priorização de áreas, possibilita uma gestão mais eficiente dos recursos do Estado e o aproveitamento de oportunidades e parcerias que surjam ao longo da implementação do PMSH. O banco de projetos conterá ações executivas, compostas por termos de referência, estudos de viabilidade, estudos técnicos preliminares e projetos básicos, trazendo as especificações técnicas objetivas, para cada área prioritária, avançando nos estudos existentes, servindo para integração dos investimentos de diversas esferas de atuação do governo de forma convergente para potencialização do resultado e promoção da revitalização das bacias e, conseqüentemente, a segurança hídrica.

No desenvolvimento dos trabalhos, serão realizadas análises buscando avaliar o conhecimento em relação à segurança hídrica do estado de Minas Gerais, identificando os problemas ligados ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos e analisando-os quanto à abrangência, intensidade, agravantes e encaminhamentos possíveis.

A execução dos estudos será apoiada em bases advindas de estratégias, planos e programas, bem como a complementação de avaliações, identificando os problemas associados à oferta de água; demanda hídrica pelo uso da água; áreas com vocação econômica cuja água é um fator prioritário; fatores de pressão que exercem influência na qualidade das águas; vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos; implicações econômicas dos eventos extremos; vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente ao rompimento de barragens e reservatórios *off-stream*; conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos; situação do saneamento básico; e intervenções estruturais e não-estruturais existentes ou previstas, bem como a proposição de novas.

Este Plano de Trabalho está estruturado em dez capítulos, como listado a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução: introduz e contextualiza os estudos;
- Capítulo 2 – Objetivos: apresenta os objetivos gerais e específicos do estudo;
- Capítulo 3 – Área de abrangência do PMSH: apresenta a área de abrangência dos estudos, trazendo algumas informações chave relevantes ao trabalho;
- Capítulo 4 – Principais conceitos e articulação: apresenta os principais conceitos a serem empregados na elaboração do PMSH e os principais planos e estudos com os quais ele deve se articular, buscando desde o início da elaboração do PMSH destacar a integração com outras esferas de gestão;
- Capítulo 5 – Produtos: apresenta os produtos, diretrizes e indicações metodológicas, com o foco nos resultados a serem obtidos na execução das atividades;
- Capítulo 6 – Acompanhamento e Cronograma: apresenta o desenvolvimento das atividades e a realização das entregas no tempo, com o cronograma previsto a ser seguido;

- Capítulo 7 – Equipe e Organograma Funcional: a equipe técnica chave para a elaboração do PMSH;
- Capítulo 8 – Referências.

## 2 OBJETIVOS

Conforme explicitado no Termo de Referência – TR de contratação dos Estudos o Plano Mineiro de Segurança Hídrica visa ampliar a segurança hídrica no Estado, a partir da promoção de ações integradas e permanentes, com a finalidade de revitalização de bacias hidrográficas, conservação e recuperação da cobertura vegetal e da biodiversidade, manutenção da quantidade e qualidade da água, controle da poluição, uso racional dos bens e serviços ecossistêmicos e garantia de sua provisão, principalmente daqueles associados à água.

O PMSH terá abrangência em todo o território mineiro, sendo subdividido em sete Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs): Afluentes do Alto Rio São Francisco; Afluentes do Baixo Rio São Francisco; Afluentes do Rio Grande; Afluentes do Rio Doce; Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo; Afluentes do Rio Paranaíba; e, Afluentes do Rio Paraíba do Sul.

O PMSH tem o objetivo de ser o principal instrumento de planejamento para a garantia da Segurança Hídrica do Estado de Minas Gerais, visando:

- Subsidiar a gestão de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais;
- Definir as áreas prioritárias para atuação do Estado com vistas à segurança hídrica, hierarquizando-as e estabelecendo a urgência para a implementação das ações por Circunscrição Hidrográfica (CH);
- Propor um banco de projetos com a definição de ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não-estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas em três 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;
- Propor um Plano de Comunicação, Mobilização e Educação Ambiental visando a difundir informações e conhecimentos no contexto da implementação do PMSH.

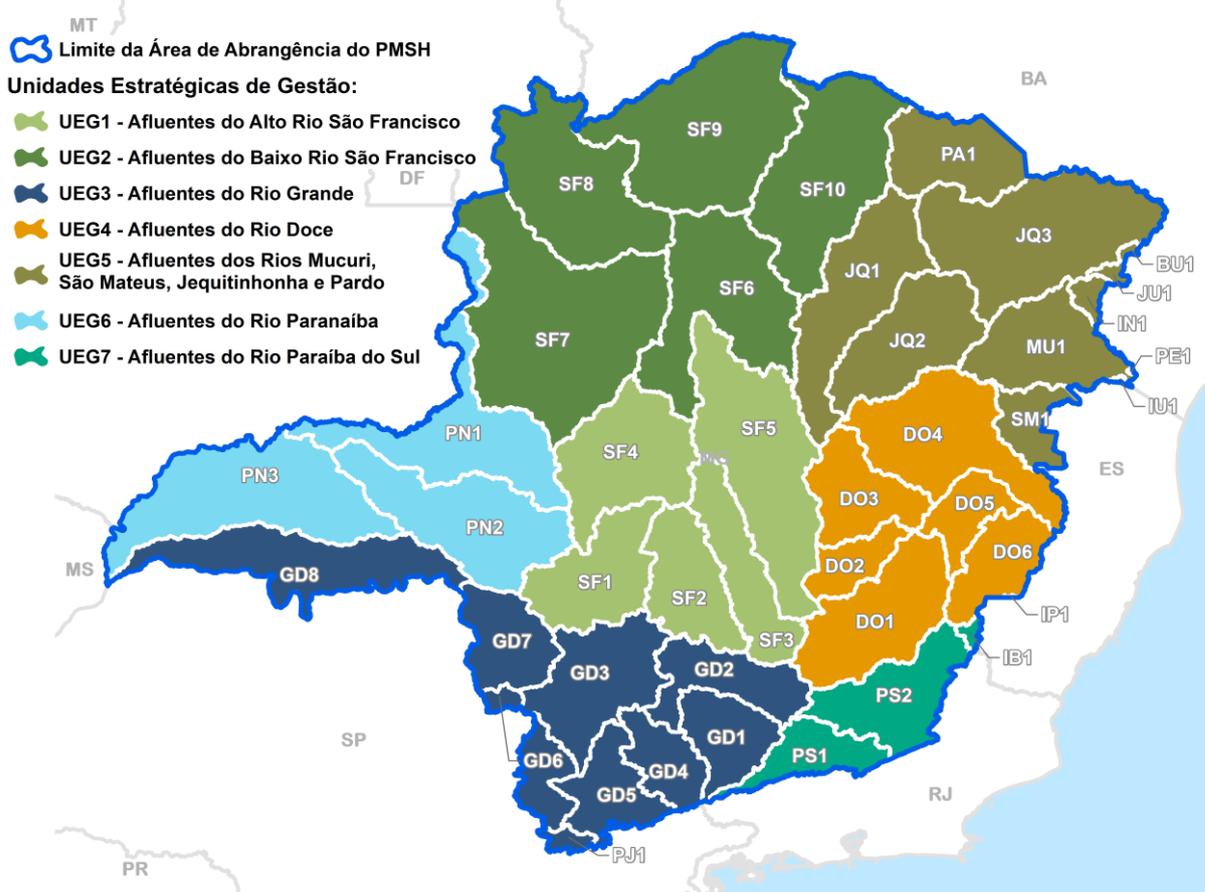
### 3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PMSH

A área de abrangência do PMSH é a totalidade do estado de Minas. Para a elaboração do PMSH será utilizada a divisão do estado em Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) e, em um nível mais detalhado, Circunscrições Hidrográficas (CHs), a saber:

1. Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5),
2. Afluentes do Baixo Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10),
3. Afluentes do Rio Grande - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1),
4. Afluentes do Rio Doce - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1),
5. Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1),
6. Afluentes do Rio Paranaíba – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PN1, PN2 e PN3) e
7. Afluentes do Rio Paraíba do Sul – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PS1 e PS2).

A Figura 3.1 apresenta a divisão do território de mineiro em UEGs e CHs.

**Figura 3.1 – Unidades Estratégicas de Gestão e Circunscrições Hidrográficas.**



Fonte: elaboração própria.

Para além da divisão territorial utilizada no estado para a gestão dos recursos hídricos, a divisão territorial por municípios também é de grande importância para a elaboração do PMSH. Os municípios são os titulares dos serviços de saneamento e possuem diversas atribuições que podem interferir de forma direta e indireta no uso dos recursos hídricos, como o licenciamento de atividades econômicas e a ordenação da ocupação de seu território. Além disso, muitas das informações a serem utilizadas para a elaboração do PMSH são disponibilizadas por município. Minas Gerais possui 853 municípios, o que se configura em grande desafio, já que muitos desses são de pequeno porte e com dificuldade para a terem ou disponibilizarem as informações adequadas.

A espacialização das informações obtidas e geradas deverá respeitar esses dois recortes espaciais: um físico, baseado na divisão hidrográfica e apresentado em CHs, que agrupadas geram as UEGs; e um político-administrativo, representado pela divisão municipal.

## 4 PRINCIPAIS CONCEITOS E ARTICULAÇÃO

Como já abordado na introdução, o PMSH será elaborado em um contexto de Gestão de Recursos Hídricos já bastante desenvolvido, mas que ainda carece de maior efetividade no enfrentamento das crises hídricas. Dessa forma, dois elementos são chave na elaboração do PMSH: a definição clara de objetivos e conceitos e a articulação com outros instrumentos de planejamento e gestão.

Os objetivos, extraídos do Termo de Referência foram apresentados no capítulo 2 e os conceitos são apresentados no item a seguir. Os principais instrumentos a serem articulados com o PMSH são apresentados no item 4.2.

### 4.1 Principais conceitos

A primeira menção explícita à segurança hídrica no cenário político internacional ocorreu no 2º Fórum Mundial da Água, em Haia, Países Baixos. Na Declaração de Haia, foi estabelecida a meta para o século XXI de proporcionar segurança hídrica para toda a população, significando 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” foi o tema central da 9ª edição do Fórum Mundial das Águas – FMA, que ocorreu no mês de março de 2022 no Senegal. O fórum em questão estabeleceu quatro planos de ações, sendo um deles denominado de Segurança Hídrica e Saneamento, com o incentivo a uma série de programas relacionados ao tema e à disponibilidade de água para atendimento à população.

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).

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 PMSH, o que indica um alinhamento conceitual e institucional salutar para o planejamento e, também, para a implementação das políticas públicas.

Além desse conceito, o Termo de Referência apresenta uma lista com outros que são reproduzidos no Quadro 4-1 e que serão de grande importância para orientar o processo de elaboração do PMSH.

**Quadro 4-1 - Principais conceitos aplicados na elaboração do PMSH.**

<b>Termo</b>	<b>Conceito</b>
<b>Banco de Projetos</b>	plano contendo ações estruturantes (obras de infraestrutura) e não estruturantes (infraestrutura verde e medidas de gestão) organizadas em três 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 para as áreas prioritárias.
<b>Cheias</b>	refere-se a um fenômeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito ordinário, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos. Normalmente as cheias são decorrentes de chuvas intensas associadas a altos valores de período de retorno e acarretam algum prejuízo ao bem-estar da população.
<b>Deslizamentos</b>	Designação genérica dada à movimentação do terreno nas margens dos cursos de água ou em outros pontos das bacias hidrográficas, com a desestabilização do solo ou colapso da estrutura geológico-geotécnica em decorrência de precipitações intensas ou continuadas, de encharcamento do solo por outras causas não naturais, do trânsito de vazões elevadas nas calhas fluviais, do transbordamento destas ou da ocorrência de intenso escoamento superficial difuso.
<b>Eventos extremos</b>	Designação genérica dada aos fenômenos hidrometeorológicos de diversas naturezas, especialmente aos episódios de precipitação, vazões, níveis limimétricos e outras grandezas intervenientes no assim denominado “Ciclo Hidrológico”, nos instantes ou períodos em que as respectivas variáveis alcançam valores extraordinariamente baixos ou elevados, afastados da sua tendência estatística central.
<b>Fatores de pressão qualitativos</b>	Denominação aplicada aos eventos naturais persistentes ou atividades antrópicas desenvolvidas em um território, capazes de alterar o estado antecedente de disponibilidade qualitativa das coleções hídricas superficiais com prejuízo potencial para a estabilidade dos ecossistemas aquáticos ou para os usos múltiplos das águas
<b>Infraestrutura hídrica</b>	Designação dada ao conjunto de equipamentos permanentes ou temporários, construídos ou mobilizados em uma bacia ou região hidrográfica com o propósito de facilitar ou potencializar a utilização da água para qualquer tipo de uso ou ainda para melhorar ou recuperar o seu estado antecedente de disponibilidade quantitativa, qualitativa ou de regime.

Termo	Conceito
<b>Intervenções estruturais</b>	Designação dada ao conjunto de obras ou serviços de engenharia implantados ou executados em uma bacia ou região hidrográfica com o propósito de facilitar, potencializar ou garantir o uso das águas superficiais no respectivo sistema potamográfico.
<b>Intervenções não-estruturais</b>	Designação dada ao conjunto de ações destinadas a melhorar, recuperar ou garantir o estado de disponibilidade quantitativa, qualitativa ou de regime das águas superficiais de determinada bacia ou região hidrográfica mediante a regulamentação para uso adequado do solo, dos recursos ambientais ou de ocupação do terreno, não enquadráveis na categoria de "intervenções estruturais".
<b>Plano de Segurança Hídrica</b>	consiste em um Programa de Intervenções Estratégicas objetivando a revitalização de bacias hidrográficas, em uma região ou território administrativo com o propósito de garantia hídrica, para um ou mais horizontes de planejamento, em quantidade e qualidade, para o abastecimento humano, o equilíbrio dos ecossistemas e o desenvolvimento das atividades econômicas, bem como reduzir os riscos associados aos eventos hidrológicos críticos e aumentar a resiliência dos sistemas de abastecimento.
<b>Revitalização de Bacias Hidrográficas</b>	ações permanentes e integradas de preservação, conservação e recuperação ambiental que visem ao uso sustentável dos recursos naturais, à melhoria das condições socioambientais e da disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os usos múltiplos nas bacias hidrográficas estaduais.
<b>Seca hidrológica</b>	tipo de seca que se caracteriza por um período mais longo de déficit de precipitação pluviométrica e está associada à redução dos níveis médios de água em reservatórios superficiais e subterrâneos por um determinado período de tempo.
<b>Vulnerabilidade hídrica</b>	Designação capaz de qualificar objetivamente os riscos associados à ocorrência de fenômenos hidrometeorológicos adversos ou o estado corrente de afastamento das metas de estabilidade e sustentabilidade das atividades dele dependentes e de suas características socioambientais.

Fonte: adaptado do Termo de Referência.

O Plano Mineiro de Segurança Hídrica deve abranger temas relacionados à revitalização de bacias hidrográficas e eventos extremos que, por sua vez, podem advir de questões como cheias, deslizamentos, secas hidrológicas ou de questões relacionadas à vulnerabilidade hídrica. Como tem sido verificado de forma mais clara ao longo dos últimos anos, as mudanças climáticas podem levar ao incremento na probabilidade e frequência de ocorrência de cheias, deslizamentos e secas.

De forma complementar e a minimizar ou mitigar os problemas relacionados à segurança hídrica, as intervenções estruturais (como obras de infraestrutura) ou não estruturais focadas principalmente na infraestrutura verde ou nas medidas de gestão devem ser consideradas dentre as ações a serem avaliadas no contexto do Plano de Segurança Hídrica.

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 PMSH 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.

## 4.2 Articulação com instrumentos de planejamento e gestão

Para o desenvolvimento dos estudos, serão levantados e avaliados diversos estudos técnicos já executados e suas informações relevantes. Assim, será possível desenvolver os estudos a partir de uma base sólida e considerando todo o estado da arte referente ao tema da segurança hídrica e o planejamento de recursos hídricos e outros instrumentos relevantes.

Na sequência, são apresentados alguns dos principais instrumentos de planejamento e gestão que serão objeto de articulação na elaboração o PMSH e que terão suas informações analisadas em maior detalhe nos produtos seguintes do presente estudo.

- **Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH:** estudo desenvolvido pela ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional e que foi concluído em 2019, com análise nacional realizada a partir do Índice de Segurança Hídrica – ISH e que foi estruturado em três componentes de ação: Estudos e Projetos, Obras e Institucional;
- **Atlas Águas:** estudo desenvolvido pela ANA inicialmente em 2010 e atualizado em 2021 com informações acerca do abastecimento urbano dos 5.570 municípios brasileiros. Os principais objetivos do Atlas Brasil foram retratar o sistema de abastecimento urbano dos municípios brasileiros e realizar o diagnóstico das condições de oferta de água em relação à demanda urbana, à disponibilidade hídrica dos mananciais utilizados no abastecimento público e à capacidade de produção de água dos sistemas de abastecimento. E, na sequência, foram determinadas as principais obras e ações de gestão necessárias para a promoção da segurança do abastecimento de água, tais como a implantação de projetos preexistentes, concepção de alternativas técnicas envolvendo a identificação de novos mananciais e adequações necessárias nos sistemas produtores;
- **Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas:** Trata-se de mais um estudo desenvolvido pela ANA, nesse caso em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA do Ministério das Cidades (MCidades, ministério existente à época dos estudos e cujas responsabilidades passaram ao atual MDR) e a colaboração de representantes de órgãos federais, estaduais e municipais com abrangência em todo o território nacional. Esse estudo teve o levantamento de dados e caracterização dos sistemas de esgotamento sanitário e, na sequência, o planejamento de ações por bacias hidrográficas para o horizonte de 2035;
- **Águas Brasileiras:** o programa visa ampliar a quantidade e a qualidade da água disponível para consumo e para o setor produtivo, de forma a fomentar o desenvolvimento regional e garantir mais qualidade de vida para a população. Para isso, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) selecionou através de dois editais, 82 projetos de revitalização de bacias hidrográficas, os quais abrangem mais de 750 municípios em 22 estados.
- **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas:** ainda em elaboração, o PNRBH tem como objetivo formular diretrizes e estratégias, assim como viabilizar um conjunto de ações integradas de preservação, conservação e recuperação das bacias hidrográficas para promover o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais e o aumento da disponibilidade hídrica, em quantidade e qualidade, para os mais diversos usos.
- **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI (2019 a 2030):** estabelece objetivos e diretrizes estratégicas, estendidas aos planos de curto e médio prazo e articula as ações e programas formulados por diversos órgãos do governo, em função de sua concepção abrangente. Trata-se da base para o planejamento governamental de longo prazo em Minas Gerais e definiu dez objetivos estratégicos e 31 indicadores de acompanhamento e metas de médio e longo prazo para os anos de 2022, 2026 e 2030;
- **Estratégias para Segurança Hídrica em Minas Gerais:** trata-se de estudo publicado pelo IGAM em 2016 e teve como objetivo o desenvolvimento de estratégias de segurança hídrica para o estado em face de condições climáticas e vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais. O estudo abordou vulnerabilidades das condições

de projeto e de emergência de eventos críticos e, a partir dos resultados de análises diagnósticas, foi construída uma estrutura de projeto baseada num conjunto de quatro grupos de ações: Estrutura Institucional; Ações de Apoio; Programas que atuam nos focos principais da segurança hídrica relacionados aos eventos extremos; Plano de Ação;

- **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/MG:** esse plano foi publicado em 2011 como instrumento de gestão para o estabelecimento das diretrizes para o planejamento do uso dos recursos hídricos tendo em vista os usos múltiplos e a diversidade de setores usuários. Ele é dividido em quatro volumes, com conteúdos relacionados a: Aspectos Estratégicos para a Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais; Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos; Avaliação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Minas Gerais (SEGRH/MG); Relatório Sobre Intervenções Estruturais e/ou Estratégicas para Minas Gerais: Propostas de Programa, Projetos e Ações;
- **Plano Estadual de Saneamento Básico – PESB:** é uma ferramenta de planejamento estratégico para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais.
- **Relatórios de Gestão e Situação de Minas Gerais dos anos de 2020 e 2021:** abordam temas necessários a elaboração o PMSH e oferecem um panorama da situação e gestão dos recursos hídricos no estado.
- **Plano Plurianual de Ação Governamental – PPAG:** possui a vigência para o período de 2020 a 2023 e passa por uma revisão anual para que haja uma adequação do que foi planejado às necessidades e à conjuntura anual e, por consequência, ao orçamento anual.
- **Planos Diretores de Recursos Hídricos – PDRHs:** trata-se de instrumento de gestão de recursos hídricos com o objetivo dar subsídios a implementação das políticas de recursos hídricos nacional e estadual em escala local. Em Minas Gerais, praticamente todas as bacias hidrográficas já têm seus planos desenvolvidos, sendo que algumas delas, inclusive, com processo de revisão. São desenvolvidos em etapas de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, indicando programas que deverão ser executados em cada bacia com a finalidade de solução dos problemas identificados nas primeiras etapas de cada estudo. Tratam de bases importantes de informações para o presente estudo, que deverá considerar o previsto e aprovado em cada Comitê de Bacia Hidrográfica;
- **Enquadramento de Corpos de Água em Classes - ECAs:** refere-se a outro instrumento de gestão de recursos hídricos e que tem a finalidades principais de assegurar qualidade de água compatível com os usos mais exigentes e diminuir custos de combate à poluição das águas, com ações preventivas. São desenvolvidos em quatro etapas: diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e programa de efetivação do enquadramento. Em Minas Gerais, algumas bacias já têm seu enquadramento aprovado na década de 1990 pelo COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental e outras em desenvolvimento ou revisão atualmente. Tais estudos serão avaliados e utilizados como base importante para dar subsídio à construção do PMSH;
- **Planos Municipais de Saneamento Básico – PMSBs:** são instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Saneamento e devem conter metas e indicadores de

desempenho, assim como mecanismos para aferição de resultados. São desenvolvidos em etapas a partir de um diagnóstico de situação da condição de saneamento do município, envolvendo os eixos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gestão de resíduos, desenvolvidas projeções populacionais e propostas ações e intervenções a serem executadas para o cumprimento de metas voltadas à melhoria das condições sanitárias. Também tratam de bases importantes de dados que serão consultadas para a construção do PMSH.

## 5 PRODUTOS

Para a apresentação das atividades a serem desenvolvidas neste Plano de Trabalho, optou-se por apresentar todos os produtos a serem desenvolvidos e inserir as metodologias previstas no contexto de cada um deles. Nesse sentido, este capítulo apresenta a descrição dos produtos a serem elaborados, utilizando-se como base o Termo de Referência, que estrutura a elaboração dos produtos em dois níveis: produto e subproduto. E, de forma complementar, o processo de entrega dos produtos e subprodutos é previsto em dois níveis também: entregas intermediárias e entrega final.

Os produtos são nominados em RP – Relatório Parcial ou RF – Relatório Final. Os Relatórios Finais – RFs são numerados de um a sete, numeração que coincide com as entregas finais, numeradas de RF001 até RF007, sendo a RF001 correspondente ao Produto 1 e a RF007 correspondente ao Produto 7. Já os subprodutos ou produtos parciais são identificados com letras sequenciais adicionados aos números dos produtos e possuem entregas intermediárias identificadas por “RP” seguidas de numeração sequencial.

O produto 3 possui, ainda, a entrega de dados cartográficos associada aos seus subprodutos, identificada como DC001 e DC002. Além disso, as entregas associadas à realização de oficinas estão identificadas por “RPOF” seguida de numeração sequencial.

O Quadro 5-1 apresenta a relação de produtos e subprodutos associados às entregas finais e intermediárias.

**Quadro 5-1 – Relação de produtos, subprodutos e entregas.**

Número do Produto	Nome do Produto	Código do Produto	Nome do Subproduto	Descrição do Subproduto	Código da entrega
1	Plano de Trabalho	RF001	-		<b>RF001</b>
2	Estudos e Levantamentos	RF002	2A	Estudo de oferta de água	RP001
			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	RP002
			2E	Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos RP003	RP003
			2F	Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos	
			2G	Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de barragens e reservatórios <i>off-stream</i>	
			2H	Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	RP004
			2I	Estudo da situação do saneamento básico	RP005
			2J	Inventário de intervenções estruturais e não-estruturais com a proposição de novas intervenções	RP006
<b>Consolidado</b>			<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF002</b>	
3	Mapeamento das Áreas Prioritárias para Revitalização de	RF003	3A	Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	RP007/DC001
			3B	Demais regiões estratégicas (UEGs/ circunscrições hidrográficas) do Estado	RP008/DC008

Número do Produto	Nome do Produto	Código do Produto	Nome do Subproduto	Descrição do Subproduto	Código da entrega
	Bacias e Promoção da Segurança Hídrica de Minas Gerais		<b>Consolidado</b>	<b>Relatório Consolidado contendo o banco de dados e todos os mapas finais</b>	<b>RF003</b>
4	Banco de Projetos	RF004	4A	Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	RP009
			4B	Afluentes do Baixo Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	RP010
			4C	Afluentes do Rio Paranaíba – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)	RP011
			4D	Afluentes do Rio Doce - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PS1 e PS2)	RP012
			4E	Afluentes do Rio Grande - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)	RP013
			<b>Consolidado</b>	<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF004</b>
5	Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental	RF005	5A	Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental.	RP014
			5B	Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PMSH.	RP015
			<b>Consolidado</b>	<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF005</b>
6	Oficinas Temáticas, Eventos e Reuniões	RF006	Oficina 1	Métricas e critérios	RPOF001
			Oficina 2	Critérios de hierarquização	RPOF002
			Oficina 3	Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5)	RPOF003
			Oficina 4	Demais regiões do estado	RPOF004
			Oficina 5	Banco de Projetos: Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	RPOF005
			Oficina 6	Banco de Projetos: Afluentes do Baixo Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	RPOF006
			Oficina 7	Banco de Projetos: Afluentes do Rio Paranaíba – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)	RPOF007
			Oficina 8	Banco de Projetos: Afluentes do Rio Doce - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PS1 e PS2)	RPOF008
			Oficina 9	Banco de Projetos: Afluentes do Rio Grande - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)	RPOF009

Número do Produto	Nome do Produto	Código do Produto	Nome do Subproduto	Descrição do Subproduto	Código da entrega
			Mini-eventos 1-7	Ações de promoção da comunicação, mobilização e educação ambiental (mini-eventos 1 a 7)	RPOF010
			<b>Consolidado</b>	<b>Relatório consolidado</b>	<b>RF006</b>
7	Resumos Executivo do Plano Mineiro de Segurança Hídrica	RF007	-		<b>RF007</b>

Fonte: adaptado do Termo de Referência.

A proposição de processo de avaliação dos produtos é realizada no item 6.1, contendo o fluxo de entregas, avaliações e revisões dos relatórios.

## 5.1 Produto 1 – Plano de Trabalho

O Produto 1 – Plano de Trabalho toma como base para sua elaboração o Termo de Referência e a proposta técnica apresentada pelo Consórcio para o processo licitatório. Trata-se do presente documento e apresenta as atividades de forma objetiva, bem como a proposição do conjunto de metodologias a serem empregadas na elaboração dos produtos.

Além disso, apresenta o formato pretendido para a realização do processo de mobilização e participação social, eventos e os canais de comunicação a serem utilizados, com o objetivo central de ampliar o engajamento dos envolvidos (sociedade civil, poder público, usuários de água, Comitês de Bacias, etc.) no processo de elaboração do PMSH.

Este Plano de Trabalho é entregue no primeiro mês do processo de elaboração do PMSH.

Na etapa do Plano de Trabalho, o Termo de Referência indica que deve ser realizada a proposta de consulta pública virtual a ser realizada antes dos estudos e levantamentos. Contudo, as restrições impostas pelo período eleitoral dificultam sobremaneira a divulgação da consulta pública.

Dessa forma, o Consórcio propõe a realização de uma consulta pública através de formulário online, a ser realizada na segunda quinzena de novembro, precedida pela realização do primeiro Mini-evento, que será utilizado como evento de lançamento do processo de elaboração do PMSH. Essa realização combinada de evento e consulta pública visa dar maior publicidade a consulta e iniciar de forma efetiva o processo de participação da sociedade, contando com uma divulgação ampliada e que também informe à população sobre o Plano em elaboração.

A realização da consulta pública e do evento seguirão o rito apresentado no item 5.6.

## 5.2 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 7 meses do início dos trabalhos, 6 meses após entrega do **Produto 1**.

O **Produto 2** consiste no diagnóstico da segurança hídrica do estado de Minas Gerais, e é composto dez Subprodutos (2A até 2J) relacionado a seis entregas parciais (RP001 até RP006), conforme a relação apresentada no Quadro 5-2.

**Quadro 5-2 – Composição do Produto 2.**

Produto	Subproduto	Descrição do Subproduto	Entrega	Prazo (Mês a partir do início do contrato)
2	2A	Estudo de oferta de água	RP001	4°
	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	RP002	4°
	2E	Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos	RP003	6°
	2F	Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos		
	2G	Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de barragens e reservatórios off-stream		
	2H	Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	RP004	5°
	2I	Estudo da situação do saneamento básico	RP005	4°
	2J	Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas intervenções	RP006	6°
	<b>Consolidado</b>		<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF002</b>

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

O Termo de Referência não estabelece prazos para as entregas parciais deste produto, contudo, o fluxo de atividades a serem realizadas para a entrega do produto no mês sete, permite estabelecer prazos para a entregas intermediárias, sendo apresentado no mesmo Quadro 5-2 de forma proposta pelo Consórcio, de acordo com o encadeamento lógico entendido para as atividades.

O levantamento, revisão e sistematização dos referenciais técnicos e metodológicos relacionados à segurança hídrica é o passo inicial para um estudo desse 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 essas informações disponíveis é um dos primeiros passos do trabalho, já tendo, inclusive, sido iniciada pela equipe técnica do Consórcio.

A aquisição de informações com rigor técnico e científico que garantam sua autenticidade não é, por si só, fator suficiente para a compreensão do problema, 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 repositório 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 posterior estruturação das informações, aliado a um arcabouço metodológico possuído pelo CONSÓRCIO e pelos profissionais da equipe, é possível partir para as ações práticas que comporão o trabalho propriamente dito.

O TR apresenta uma série de etapas/produtos que vão evoluindo de forma gradativa e complementar. Atividades de caráter mais integrador vão depender muito da qualidade e quantidade das informações levantadas e sistematizadas nas etapas iniciais do trabalho. Assim, as etapas iniciais de levantamento de dados, análise e o fluxo de informações são fundamentais para que se cumpram prazos e produtos intermediários e final, como será exposto ao longo deste documento.

Os estudos possuem características intrínsecas que tornam o seu desenrolar um processo dinâmico em que parte do planejamento é realizado conforme o desenvolvimento dos trabalhos.

Além de busca de informações em dados secundários, será realizada uma campanha para coleta de informações juntos aos principais atores estratégicos da área de abrangência do PMSH (prefeituras municipais, COPASA, IGAM, instituições responsáveis pelo planejamento da infraestrutura e abastecimento no estado de Minas Gerais, Comitês de Bacias etc.), uma vez que se faz necessário ganhar escala na elaboração dos estudos. Essa campanha poderá ocorrer via levantamento por meio dos sítios eletrônicos de entidades relevantes, contato telefônico ou contatos por e-mails e servirá como um primeiro momento de comunicação e mobilização social para a participação do processo de elaboração do PMSH.

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;
- Estudos, projetos e croquis dos sistemas de abastecimento de água;
- Estudos, projetos e croquis dos sistemas de esgotamento sanitário;
- Sistemas, forma e localização da disposição final dos resíduos sólidos;
- Planos Municipais de Saneamento Básico;
- Planos Diretores Municipais e arquivos vetoriais;
- Planos de Bacias Hidrográficas;
- Estudos de Enquadramento de Corpos de Água em Classes;
- Planos de Drenagem Urbana;

- Instrumentos de planejamento em nível nacional (PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos, PNSH, PPA – Plano Plurianual) ou estadual (PERH, planos estratégicos governamentais, PPA);
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH e Portal InfoHidro do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Base de dados geoespaciais do sistema IDE-SISEMA;
- Outros estudos técnicos ou projetos de intervenções voltadas à melhoria de questões relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos.

Para que seja possível a espacialização das variáveis utilizadas e a realização de relacionamentos e análises espaciais na elaboração do PMSH, a CONSÓRCIO irá elaborar um SIG – Sistema de Informações Geográficas 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 na localização espacial. 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 CONSÓRCIO 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 PMSH.

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 CONSÓRCIO 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 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 sistematizar, espacializar e permitir a análise das informações a serem levantadas para a bacia, gerando uma base de dados que poderá servir a vários propósitos, atual e futuramente, além compor o 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, alternando 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 3.147, de 7 de junho de 2022, 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).

Os itens a seguir descrevem de forma objetiva a metodologia para elaboração do conteúdo dos dez subprodutos, apresentando uma proposta de dados a serem utilizados e as metodologias específicas para os conteúdos exigidos no Termo de Referência.

### 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, denominadas de Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs), ou Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs). Em alguns casos, especialmente em bacias hidrográficas estaduais, já existem unidades desse tipo previstas nos Planos Diretores de Recursos Hídricos – PDRHs.

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.

O Estado de Minas Gerais já possui uma delimitação em vigor para as Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) e Circunscções Hidrográficas (CHs), apresentada no capítulo 3. As informações geradas serão especializadas neste nível de desagregação e, quando possível, em otobacias. De forma complementar, de acordo com a necessidade, serão verificadas subdivisões utilizadas nos PDRHs, que serão consultados na etapa seguinte referente ao levantamento de dados.

#### 5.2.1 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; (v) diagnóstico da qualidade da água superficial e subterrânea; e (vi) uma análise do potencial de diversificação das fontes de abastecimento.

### 5.2.1.1 Levantamento dos pontos de monitoramento

Essa atividade compreende o levantamento das redes e pontos de monitoramento qualitativo dos aquíferos e corpos hídricos superficiais existentes em Minas Gerais. Será apresentado um histórico desses dados de monitoramentos, de forma a subsidiar estratégias para o controle da qualidade e quantidade de água.

O levantamento dos pontos de monitoramento será realizado através de buscas nas bases de dados de informações do estado 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, alguns apresentados de forma geral anteriormente, mas que podem ser úteis ao levantamento de dados de monitoramento hidrometeorológico existente no estado de Minas Gerais:

- 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. Nesse caso, destaca-se o módulo Hidro do SNIRH, bem como outras redes operadas pelo governo federal ou por empresas, caso disponível.

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 serão 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, que serão apresentadas na sequência. Além disso, deverá ser realizada uma avaliação sobre o clima da região, através das Normas Climatológicas do INMET.

### 5.2.1.2 Diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial

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 PMSH. 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 ottotrechos do estado de Minas Gerais, considerando a Base Hidrográfica Ottocodificada 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 de Recursos Hídricos, caso haja necessidade de consistência das informações em locais de interesse.

#### **5.2.1.3 Avaliação da vazão explorada e estimativa de recarga potencial dos aquíferos**

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”*.

Para isso está prevista uma avaliação das demandas hídricas subterrâneas (vazão explorada por ano) e a estimativa de recarga potencial destes aquíferos. O CONSÓRCIO sugere que no Subproduto 2A seja realizado o estudo de disponibilidade hídrica subterrânea, considerando estudos já existentes como o Projeto Águas do Norte de Minas (PANM), identificando as reservas renováveis e a recarga potencial; e que posteriormente, no Subproduto 2B, que trata das demandas hídricas, sejam realizados estudos de balanço hídrico.

Nesta atividade serão identificadas as unidades aquíferas da área de estudo e será 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.

#### **5.2.1.4 Levantamento dos reservatórios de água**

A etapa de análise dos reservatórios compreende a avaliação da capacidade de regularização de vazões dos reservatórios outorgados, por unidade de gestão de recursos hídricos, de forma a estabelecer aquelas que podem ser utilizadas de forma estratégica para situações críticas de falta de água para abastecimento público.

A identificação dos reservatórios será realizada de uma forma geral a partir da base de dados de outorgas disponibilizada pelo IGAM e que será sistematizada pela equipe técnica do Consórcio.

A partir da análise dos resultados dessa atividade, será verificada a necessidade de complementação de alguma informação que dê suporte à verificação da capacidade de regularização de vazões desses reservatórios. Para isso, poderão ser buscadas informações de outras bases de dados de reservatórios, como o caso do cadastro do SNISB – SNISB – Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens, da base de dados do PNSH e do SIGA-ANEEL – Sistema de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica. Destaca-se que o foco trata do potencial de regularização de vazões dos reservatórios, de acordo com as informações disponíveis e a partir da base de reservatórios outorgados.

Especificamente para os reservatórios utilizados para abastecimento público poderão ser complementadas informações por meio da análise de dados dos sistemas de abastecimento de água dos municípios da área de abrangência do PMSH, 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 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 ( $Q_{mp}$ ) 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 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.

### 5.2.2 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.

### 5.2.2.1 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 isso, inicialmente deverão ser obtidas as informações de cadastros (de outorgas e usos insignificantes), que serão sistematizadas e consistidas pela equipe técnica do Consórcio.

Na sequência, em complemento à execução das atividades (i) e (ii), a equipe técnica do Consórcio tomará como ponto de partida essas informações obtidas de identificação e levantamento das outorgas e usos insignificantes de águas superficiais e subterrâneas. Os cadastros de outorgas e usos insignificantes serão analisados 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 otobacia 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 à 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 PMSH, 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 águas 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 5-3.

**Quadro 5-3 – Metodologias para estimativas de demandas hídricas.**

Tipo	Metodologia e fontes de dados
Irrigação	Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <a href="https://censoagro2017.ibge.gov.br/">https://censoagro2017.ibge.gov.br/</a> ; Produção Agrícola Municipal - PAM. Disponível em: <a href="https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam">https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam</a> ; Levantamento dos pivôs centrais de irrigação. Disponível em: <a href="http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home">http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home</a> ; Atlas Irrigação. Disponível em: <a href="http://atlasirrigacao.ana.gov.br/">http://atlasirrigacao.ana.gov.br/</a>
Indústria	Água na Indústria - Uso e Coeficientes Técnicos. Disponível em: <a href="http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/ usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf">http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/ usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoefficientestecnicos.pdf</a> Estimativas alternativas baseadas em dados de setores específicos da indústria, a partir dos microdados RAIS e CAGED. Disponível em: <a href="http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged">http://pdet.mte.gov.br/microdados-rais-e-caged</a> , PNAD. Disponível em: <a href="https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&amp;t=o-que-e">https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&amp;t=o-que-e</a>
Dessedentação animal	Estimativas a partir do número de animais. Pesquisa Pecuária Municipal - PPM. Disponível em: <a href="https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm">https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm</a> ;
Abastecimento humano e esgotamento sanitário	Atlas Esgotos. Disponível em: <a href="http://atlasesgotos.ana.gov.br/">http://atlasesgotos.ana.gov.br/</a> ; Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020). Disponível em: <a href="http://www.snis.gov.br/">http://www.snis.gov.br/</a> ; Planos de saneamento municipais. Estimativas baseadas na população. IBGE Cidades. Disponível em: <a href="https://cidades.ibge.gov.br/">https://cidades.ibge.gov.br/</a> Metadados do IBGE. Disponível em: <a href="ftp://geoftp.ibge.gov.br/">ftp://geoftp.ibge.gov.br/</a>
Mineração	Portal da ANM. Disponível em: <a href="http://www.anm.gov.br/">http://www.anm.gov.br/</a> Portal de informações do DNPM. Disponível em: <a href="https://sistemas.dnrm.gov.br/SCM/site/admin/Default.aspx">https://sistemas.dnrm.gov.br/SCM/site/admin/Default.aspx</a>
Geração de Energia	Portal da ANEEL. Disponível em: <a href="http://www.aneel.gov.br/">http://www.aneel.gov.br/</a> Portal do ONS. Disponível em: <a href="http://ons.org.br/">http://ons.org.br/</a>
Pesca e aquicultura, transporte hidroviário, turismo e recreação	"Matriz de Coeficiente Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil". Disponível em: <a href="http://mma.gov.br/estruturas/161_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf">http://mma.gov.br/estruturas/161_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf</a>
Geral	Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: <a href="http://www.snirh.gov.br/">http://www.snirh.gov.br/</a> Metadados da ANA. Disponível em: <a href="http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home">http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home</a> ;

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. Espacializações mais específicas podem ser realizadas avaliando os casos específicos. A partir da disponibilidade e das demandas é possível realizar o balanço hídrico. As características de sazonalidade da demanda também estão contempladas nas fontes de dados e metodologias a serem utilizadas, lembrando que, de acordo com a disponibilidade de dados, serão discriminadas por ottobacia nível 6.

### 5.2.2.2 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, aprovado pelo CNRH em março de 2022, 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 PMSH adote os mesmos cenários, que deverão ser projetados e adaptados à MG. 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 5-4 apresenta as sementes de futuro<sup>1</sup> adotadas, considerando as dimensões econômicas e socioambientais, que adotam as seguintes definições:

- **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;
- **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;
- **Incertezas 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 5-4 – 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.	
Incertezas 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.	

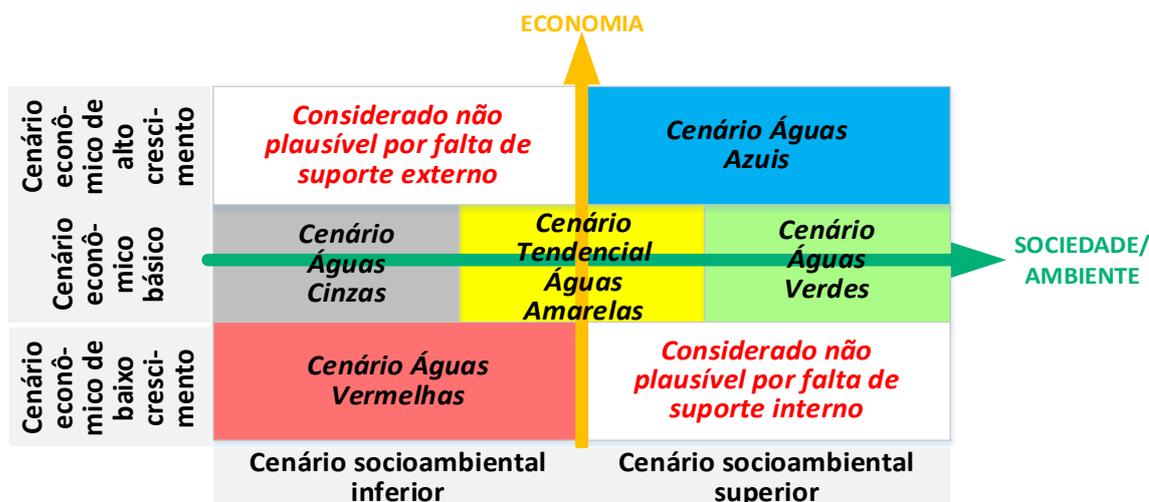
Fonte: MDR (2022)

Com base nas sementes de futuro, e em especial nas incertezas críticas, foram propostos cinco cenários para o PNRH 2022-2040, ilustrados na Figura 5.1, 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

<sup>1</sup> Sementes de futuro: fatos ou sinais que têm origem no passado e no presente, e que sinalizam possibilidades de eventos futuros.

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 5-5.

Figura 5.1 – Cenários para o PNRH 2022-2040.



Fonte: MDR (2022).

Quadro 5-5 – Caracterização dos cenários nacionais do PNRH 2022-2040.

Cenários	Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040	PMSH
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 PMSH 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 Minas Gerais, 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 PMSH irão a 2052, mantendo-se, porém, as mesmas racionalidades.

Assim, a grande reflexão que se pretende fazer na elaboração deste PMSH 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 de Minas Gerais 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.

### **5.2.2.3 Balanço Hídrico atual e futuros**

Para a realização destes balanços hídricos quantitativos e qualitativos serão utilizadas informações já obtidas nas atividades de diagnóstico das demandas e no processo de cenarização realizado anteriormente. Da mesma forma, serão também utilizadas informações de disponibilidade hídrica superficial e subterrânea realizada na etapa anterior que foi apresentada no Produto 2A.

Assim, a partir dessas informações, será realizado o balanço hídrico direto por meio da relação entre as demandas hídricas de cada sub-bacia e as ofertas hídricas em cada uma delas. Para esse balanço, propõe-se o cálculo do Índice de Comprometimento Hídrico – ICH de cada sub-bacia, obtido pela relação direta entre o total comprometido e o total disponível na unidade de análise. Essa informação é fundamental para dar subsídio às discussões futuras e tomadas de decisão quanto às ações necessárias em cada sub-bacia.

No que se refere às ofertas hídricas, serão utilizadas as informações referentes às vazões de referência mais relevantes para a análise, sendo indicada a  $Q_{7,10}$  e a  $Q_{95}$  como mínimas (utilizadas, respectivamente, como referência de outorgas pelo IGAM para águas de domínio do Estado de Minas Gerais e pela ANA para águas de domínio da União) e a  $Q_{mit}$  – vazão média de longo termo. A utilização da vazão média é relevante para dar subsídio à verificação do potencial de implantação de reservatórios para a solução de problemas que sejam identificados nas bacias.

Ainda no que se refere às disponibilidades hídricas, serão também utilizadas as informações de regularização de vazões dos reservatórios identificados, podendo, assim, ter a oferta mais real de cada bacia, em função das bases disponíveis, sistematizadas e consistidas nas atividades anteriores.

Especificamente quanto às demandas, serão utilizadas as informações sistematizadas de outorgas também dentre as atividades anteriores, tanto para a condição atual, quanto para os cenários futuros de acordo com o processo de cearização. Dessa forma, será possível apresentar balanços hídricos para a condição atual e para as futuras, de forma a verificar potencial piora na condição de cada bacia.

A unidade de análise utilizada para os balanços hídricos será de acordo com as informações disponíveis de ofertas e demandas e de forma a gerar subsídios para a análise quanto à necessidade de intervenções estruturais ou não estruturais para a solução dos problemas.

Para a avaliação do comprometimento hídrico de cada sub-bacia, propõe-se a utilização de uma matriz de cores semelhante à do Quadro 5-6, podendo ser discutidos e ajustados os percentuais em acordo com a equipe de acompanhamento do contrato, de acordo com especificidades de cada bacia. Entende-se que o quadro em questão leva a subsídios importantes para as etapas seguintes do estudo, em que serão avaliadas e discutidas alternativas de intervenções estruturais ou não estruturais para cada sub-bacia.

**Quadro 5-6 – Índices para avaliação da Condição de Comprometimento Hídrico das Sub-Bacias.**

<i>Comprometimento <math>Q_{95}</math> OU <math>Q_{7,10}</math></i>	<i>Comprometimento <math>Q_{mlt}</math></i>	<i>Condição da bacia e ações de gestão indicadas</i>
< 15%	< 5%	Boa condição de disponibilidade; pouca atividade de gerenciamento é necessária e a água é considerada um bem livre, que pode ser captada por qualquer empreendimento sem maiores consequências;
15,01 a 30%	5,01 a 10%	Situação potencialmente preocupante, devendo ser desenvolvidas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
30,01 a 50%	10,01 a 20%	Situação preocupante; a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
50,01% a 100%	20,01% a 40%	Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
> 100%	> 40%	Situação muito crítica, em que atividades de gerenciamento e de investimentos e realocação de demandas são necessárias de forma urgente.

Fonte: elaboração própria.

O balanço hídrico de águas subterrâneas utilizará o mesmo princípio da verificação da relação entre as demandas e ofertas hídricas, mas com a diferença em que as análises serão realizadas por aquífero ou unidade hidrogeológica mais detalhada em que puderem ser estimadas as reservas de águas subterrâneas. A estimativa de reservas subterrâneas 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 prevê 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.”*

Para isso, serão utilizadas as informações de cargas poluidoras disponíveis em bases de dados do Atlas Esgotos e complementadas pelas bases das Declarações de Cargas Poluidoras – DCPs disponíveis no IGAM e outras informações que forem possíveis de obter a partir de dados disponibilizados de licenciamentos ambientais de empreendimentos de maior porte, por exemplo.

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

O Subproduto 2C consiste na identificação das regiões de maior demanda de água e na avaliação do potencial de expansão das atividades produtivas.

#### 5.2.3.1 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 geoespacializadas 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.

#### 5.2.3.2 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, 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.

Para isso, serão avaliadas tendências de crescimento e informações das projeções realizadas no subproduto 2B no contexto do prognóstico realizado para os próximos 10, 20 e 30 anos. Em paralelo e de acordo com as informações disponíveis, será avaliada a eficiência no uso da água para cada setor produtivo, com base nos índices de uso da água, que serão confrontadas com a quantidade de água utilizada e a produção ou valor obtido, de forma que

possam ser identificadas regiões onde o quantitativo de água utilizado não resulta nos resultados esperados.

Valendo-se dessas informações e das principais tipologias de empreendimentos disponíveis, serão verificadas e indicadas de forma preliminar, algumas medidas possíveis de ser adotadas para melhoria da eficiência e incremento do uso racional dos recursos hídricos.

Estas medidas relacionadas ao uso racional da água, serão indicadas a título de recomendações aos setores usuários e devem compor, por exemplo: (i) no abastecimento público indicações a respeito da melhoria dos índices de perdas nos sistemas de distribuição; (ii) na indústria e agricultura nas indicações para reúso da água; (iii) na agricultura relativas ao emprego de tecnologias aprimoradas nos sistemas de irrigação e métodos produtivos que determinem maior racionalização no uso da água. Para os demais setores, em função de suas características e disponibilidade de dados relativos ao uso da água poderão também ser indicadas outras medidas.

#### 5.2.4 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.

##### 5.2.4.1 Elaboração de mapa 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 otobacia.

O uso do solo será elaborado utilizando-se, preliminarmente, o mapeamento realizado pelo MapBiomas, em sua Coleção nº 07, tendo como ano de referência 2020 ou posterior, se disponível. O mapeamento, contudo, passará por um processo de refinamento devendo-se utilizar dados primários e secundários.

Como dados secundários serão utilizados 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 visita a campo para a identificação de amostras fotográficas 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 identificadas por meio de fotografias em 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, pode ser citada 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 em banco de dados com campos específicos para cada nível de classificação.

#### **5.2.4.2 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 de todas as classes de 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. Também serão propostos critérios de criticidade relacionados à qualidade da água.

#### **5.2.5 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; e (iii) na avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos extremos, através de indicadores.

Para a análise de riscos a ser realizada, considera-se o conceito em que risco é igual à relação entre probabilidade de ocorrência de um evento x o impacto ou consequência. Assim, as atividades seguintes abrangerão, inicialmente, uma análise dos eventos ocorridos no estado e a identificação de probabilidades para cada bacia ou sub-bacia e a identificação de diferentes níveis de consequências possíveis. Dessa forma, tais resultados poderão ser integrados por meio de uma matriz de riscos, indicando a vulnerabilidade de cada região.

#### **5.2.5.1 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 em Minas Gerais, incluindo inundações, secas, deslizamentos, entre outros. O Termo de Referência coloca esta atividade após a definição de indicadores de risco/vulnerabilidade. O Consórcio 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 em Minas Gerais nos últimos 10 anos, de 2010 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.

Também serão consultados os históricos de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais, seguindo o que determinam as Deliberações Normativas CERH/MG nº 49/2015 e nº 50/2015.

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).

Assim, o resultado dessa atividade se dará por meio da classificação das bacias ou sub-bacias em diferentes níveis de probabilidade de ocorrência dos eventos em questão.

#### **5.2.5.2 Projeção sobre a recorrência dos eventos extremos**

Como exposto anteriormente, análise de riscos será realizada por meio do conceito em que risco é igual à relação entre probabilidade de ocorrência de um evento x o impacto ou consequência. Nesse sentido, considerando que na atividade anterior serão identificados níveis de probabilidade para cada bacia ou sub-bacia para os eventos, neste momento é prevista a complementação da análise por meio da avaliação de possíveis consequências de tais eventos, em função de características de cada local em que ocorrem, podendo ser utilizados critérios econômicos, sociais e ambientais, de acordo com a disponibilidade de informações.

Assim, de acordo com a disponibilidade de informações neste momento, será utilizada uma metodologia de avaliação das consequências possíveis para cada bacia ou sub-bacia de forma a identificar os problemas possíveis de ocorrer em relação aos recursos hídricos. Essa metodologia poderá valer-se, inclusive, de diferentes níveis cenários possíveis relacionados a eventos extremos em diferentes graus de gravidade. De toda forma, o resultado desta etapa se dará por meio de mapas com diferentes níveis qualitativos possíveis de consequências em cada bacia ou sub-bacia.

#### **5.2.5.3 Avaliação do risco/vulnerabilidade a eventos extremos, através de indicadores**

Conforme a definição considerada inicialmente em que o risco é estimado por meio da relação entre probabilidade e a consequência dos impactos, nesta etapa serão integrados os resultados das duas anteriores de forma a identificar as regiões com maiores riscos ou vulnerabilidades aos eventos extremos em análise.

Como metodologia para esta análise, propõe-se o uso de uma matriz 5 x 5, em que serão graduados em cinco níveis as consequências dos eventos, assim como as probabilidades, de forma a poder ser integrados. Assim, o Quadro 5-7 apresenta o modelo de uma possível matriz a ser utilizada, sendo que os diferentes níveis de consequências e probabilidades serão validados nas atividades anteriores, em função das informações disponíveis.

**Quadro 5-7 – Matriz de Riscos 5 x 5.**

Risco = Probabilidade x Consequência		Probabilidade (P)				
		1- Muito Baixa	2- Baixa	3- Média	4- Alta	5- Muito Alta
Consequência	5- Catastrófica	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
	4- Grande	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
	3- Moderada	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto
	2- Pequena	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto
	1- Insignificante	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado

Fonte: elaboração própria.

Seguindo o princípio da metodologia em questão, avaliação da vulnerabilidade hídrica pode ser dada por meio da relação entre sua exposição aos eventos extremos (probabilidade) e as consequências possíveis de ocorrerem. Neste sentido, a exposição aos eventos críticos 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 dos eventos críticos.

Para as estimativas em questão, serão trabalhados indicadores quali-quantitativos relacionados aos níveis de probabilidade e consequências identificados nas atividades anteriores e que serão espacializados para as bacias de estudo.

Nesse sentido, de forma a construir essa análise, poderão ser avaliados alguns 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 5-8. Alguns indicadores propostos não foram apresentados, pois o Consórcio julgou que não seriam adequados para o PMSH, 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 PMSH, em função das bases de dados disponíveis, podendo ser definida alguma adaptação em função das características do estado e das bacias hidrográficas de estudo.

**Quadro 5-8 – 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 <sup>2</sup> sobre População	DHT/Pop	m <sup>3</sup> /hab/ano	Disponibilidade hídrica teórica por habitante	FAO AQUASTAT
		Estresse hídrico	População sobre Disponibilidade hídrica teórica total	Pop/DHT	hab/m <sup>3</sup>	População por m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	População por m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> /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).

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.

#### 5.2.6 Subproduto 2F – Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos

O subproduto 2F consiste: (i) 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 PMSH frente os custos (sociais e econômicos) da sua não implementação, considerando o custo de oportunidade.

<sup>2</sup> A Disponibilidade Hídrica Teórica Total é calculada a partir da estimativa de toda a vazão afluyente acumulada ao longo de um ano no local considerado, além das estimativas de reservar subterrâneas disponíveis.

#### 5.2.6.1 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.

Com base no levantamento dos registros existentes das ocorrências dos eventos extremos dos últimos 10 anos em Minas Gerais, realizados no Subproduto 2E, será composta uma base de análise que permita identificar os eventos, seus danos e prejuízos financeiros causados. Nesse sentido, destaca-se que a base de dados disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) informa não só a ocorrência dos eventos, mas também dados reportados pelos municípios sobre os prejuízos causados pelos eventos. Outros indicadores econômicos poderão ser agregados a essa base para a estimativa dos custos.

Para esta atividade, serão levantados estudos que permitam entender como a ocorrência de eventos extremos pode ser alterada pelas mudanças climáticas. Nesse sentido, os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), especialmente os dedicados aos formuladores de políticas (IPCC, 2022), o estudo Avaliação de Impactos de Mudanças Climáticas sobre a Economia Mineira, publicado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2011) e outros estudo sobre o tema, como o publicado por Dalagnol (2021), serão utilizados.

#### 5.2.6.2 Análise de custo-benefício da implementação do PMSH

A análise do custo-benefício da implementação do PMSH 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 PMSH. Nesta etapa, o valor total para a implementação do PMSH ainda não estará orçado (isso será feito no Produto 4 - Banco de Projetos), o que faz com que não seja possível 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.

Assim sendo, propõe-se que neste momento da elaboração do PMSH seja realizado o atendimento parcial do que solicita o termo de referência, consolidando uma estimativa de custo de sua não implementação frente a ocorrência de eventos extremos com base nos resultados obtidos na etapa anterior, mensuração dos impactos e custos associados à ocorrência de eventos extremos.

Propõe-se então, que análise completa do custo-benefício da implementação do PMSH seja realizada na elaboração do Produto 4 – Banco de Projetos, quando os investimentos necessários para a implementação do PMSH serão conhecidos, tornando possível uma análise custo-benefício efetiva.

Como referência metodológica, cita-se 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, que 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 PMSH.

#### 5.2.7 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.

##### 5.2.7.1 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.

Em estudo semelhante, realizado pelo CONSÓRCIO 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 são encontradas no SNISB, sendo essa uma referência importante para as análises a serem realizadas nesta atividade, mas lembrando que também serão buscadas em outras fontes disponíveis.

As informações obtidas na realização desse inventário serão utilizadas, também, para indicar ao órgão gestor possibilidades de alterações ou criação de normas acerca do tema.

##### 5.2.7.2 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 hm<sup>3</sup>, todo o curso de água até a foz; e (ii) para volume acumulado menor que 0,01 hm<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>/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 hm<sup>3</sup>: 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 5-9.

**Quadro 5-9 – Matriz de classificação das captações a jusante de barragens em situação de atenção.**

Situação de Atenção	Critérios
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).

Valendo-se das informações obtidas, propõe-se que seja utilizada metodologia de análise de riscos seguindo o mesmo princípio já exposto anteriormente para o produto 2E, em que serão avaliadas as probabilidades de ocorrência e serão integradas em função das consequências ou impactos possíveis de ser identificados. Assim, será construída uma matriz de riscos no

modelo 5x5 de acordo com o princípio já mostrado no Quadro 5-7 e, assim, poderão ser identificados diferentes níveis de riscos para os corpos hídricos em análise.

### **5.2.7.3 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 de Minas Gerais. Em suplementação a essas, serão buscados outros estudos que permitam uma ampla avaliação das metodologias disponíveis, como os apresentados Mele e Fusaro (2015) e Carvalho e Corteletti (2021).

De toda forma, destaca-se a possibilidade de consideração de uma metodologia qualitativa em função da disponibilidade de dados neste momento, a partir da qual poderão ser identificados diferentes níveis de risco das barragens identificadas. 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.

### **5.2.8 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 Prístino<sup>3</sup>, 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;
- 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;
- Plano Estratégico de Restauração Florestal para a região do Corredor Ecológico Sossego Caratinga;
- Relatório de oportunidades de restauração na bacia hidrográfica do rio Gualaxo do Norte;
- Planos de Manejo de Unidades de Conservação;
- Relatório de Metodologia de Áreas Prioritárias (Projeto Juntos pelo Araguaia).

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

---

<sup>3</sup> INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL . Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental. Disponível em: <<https://institutoprinstino.org.br/atlas/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

e fomento florestal, revitalização de recursos hídricos, pesquisa, educação ambiental entre outros.

Esse conjunto de estudos e informações analisadas resultará em subsídios para a proposição de intervenções voltadas a revitalização das áreas indicadas como prioritárias para a segurança hídrica. Essas intervenções serão propostas na elaboração do Banco de projetos e serão correlacionadas à implantação do Programa de Regularização Ambiental.

#### 5.2.9 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. Além disso, deverá ser avaliado o potencial de reúso 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, os planos municipais de saneamento básico, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Atlas Águas (ANA, 2021a), o Atlas Esgotos (ANA, 2017b), informações de agências reguladoras (ARSAE, que disponibiliza em seu site os panoramas e fiscalizações aos sistemas de abastecimento de água e esgotos dos municípios sob sua jurisdição) e os dados de saneamento do IDE-SISEMA.

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 dos Sistemas Integrados de Abastecimento;
  - 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;
  - Avaliação do potencial de aproveitamento de água de chuva e de reúso.
  - Avaliação do risco ou perigo de desabastecimento e levantamento de medidas de adaptação e prevenção;
- 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 reúso 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;

#### 5.2.10 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.

Em resumo, este subproduto consiste na identificação das intervenções planejadas, em uma análise do que está planejado até o momento, bem como a identificação preliminar de lacunas (áreas que necessitam de intervenções) e a proposição, ainda em caráter preliminar, de novas intervenções para essas áreas identificadas com lacunas. Assim, essa análise em nível de um inventário preliminar dará subsídio à consolidação posterior visando à proposição definitiva de novas intervenções em áreas consideradas estratégicas.

##### 5.2.10.1 Inventário das intervenções estruturais e não-estruturais

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.

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.

Para encontrar as intervenções planejadas serão realizados contatos com as instituições responsáveis pelo planejamento da infraestrutura e abastecimento em Minas Gerais. 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. Além disso, cabe lembrar também da análise do PERH, PNRH, Planos Diretores de Recursos Hídricos e Enquadramentos de Corpos de Água em Classes, bem como outros planos e estudos existentes no estado.

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).

#### **5.2.10.2 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.

### 5.2.10.3 Proposição preliminar de novas intervenções

A partir do inventário elaborado e da identificação das áreas estratégicas que necessitam de intervenções, ainda em contato com as instituições citadas, serão identificadas aquelas intervenções de caráter estratégico que deverão ser incluídas no PMSH. 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. Nesse momento, tais propostas serão consideradas em caráter preliminar, podendo ser refinadas em etapa futura do trabalho, de acordo com o mapeamento de áreas prioritárias para segurança hídrica, por exemplo, que será realizado na etapa seguinte deste estudo.

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.

### 5.3 Produto 3 – Identificação das áreas prioritárias para Segurança Hídrica

O **Produto 3 - Mapeamento das áreas prioritárias para segurança hídrica** é o terceiro produto do PMSH, a ser entregue de forma parcial até 8 meses do início do trabalho (Subproduto 3A) e o restante em até 10 meses do início dos trabalhos (Subproduto 3B).

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 5-10.

**Quadro 5-10 – Composição do Produto 3.**

Produto	Subproduto	Relatórios	Prazo (Mês a partir do início do contrato)
Produto 3	3A - Identificação dos rios e afluentes inseridos na área de estudo, considerando as bacias dos Afluentes do Alto São Francisco (Circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	Relatório Parcial (RP007)	8º
		Relatório de Dados Cartográficos (DC001)	8º
	3B - Mapas temáticos, síntese das áreas prioritárias e banco de dados para o restante das bacias hidrográficas.	Relatório Parcial RP008	10º
		Relatório de Dados Cartográficos (DC002)	10º
	<b>Consolidado</b>	<b>Relatório Consolidado (RF003)</b>	10º

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

Dos cinco relatórios previstos para o **Produto 3**, dois são referentes às entregas de dados cartográficos (DC001 e DC002), dois são relatórios técnicos parciais (RP007 e RP008) e um é o relatório técnico final consolidado (RF003).

O processo de hierarquização das áreas prioritárias ocorrerá em oficina como será exposto mais adiante, com metodologia a ser discutida posteriormente com o CG de acordo com a disponibilidade de dados. Para isso, serão definidos critérios específicos que considerem questões relacionadas ao grau de vulnerabilidade em segurança hídrica para discussão e validação com o CG, de acordo com os resultados das análises do Produto 2.

Os relatórios DC001 e DC002 correspondem às entregas das bases de dados geográficos, voltadas à segurança hídrica em Minas Gerais. Todas as bases serão entregues conforme as diretrizes da Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM N° 3.147/2022, que estabelece o formato para encaminhamento de dados geoespaciais ao IDE-SISEMA.

#### 5.3.1 Subproduto 3A – Mapeamento das áreas prioritárias para a segurança hídrica para as bacias do Alto SF (CHs SF 1 a 5)

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 em Minas Gerais. A metodologia a ser utilizada será desenvolvida com o apoio do comitê gestor e se utilizará dos critérios propostos no livro *Gestão de Bacias Hidrográficas: Critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização* (IGAM, 2018), gerando um grau de vulnerabilidade em segurança hídrica, que categorizará as áreas em até 10 níveis.

Para os mapas temáticos serão utilizadas e sistematizadas as informações obtidas na etapa anterior referentes ao Produto 2 e que estarão disponíveis de forma espacializada para todo o estado. Assim, as variáveis referentes às informações disponíveis serão integradas de forma espacial e compostas de forma a obter um mapa integrado com diversos fatores. A esse mapa integrado, dá-se o nome de Mapeamento Analítico e poderá tratar de forma unificada e articulada de todos os temas para os quais forem obtidas e sistematizadas as informações na etapa anterior do estudo.

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 5-11.

**Quadro 5-11 – 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 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 alagado 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	Qualidade da água superficial e subterrânea, PIB total e PIBs setoriais
Mapa 11 - Recursos Hídricos: aspectos quantitativos	Balanço hídrico quantitativo por sub-bacia, Pontos captação, Qualidade da água superficial e subterrânea e necessidade de regularização de usos e usuários;

Fonte: elaboração própria.

Mapas, à exemplo desses, serão produzidos e discretizados a nível de sub-bacia, e associada a eles será realizada uma análise descritiva ressaltando os resultados apontados pelos mapas. A base de informações a ser utilizada nesses mapas temáticos dependerá dos resultados obtidos na etapa anterior do estudo e será validada com a equipe técnica de acompanhamento dos estudos.

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

- Mapa 1 – Recursos Hídricos: aspectos quantitativos - áreas que sofrem pressão sobre a quantidade dos recursos hídricos, resultado do relatório RP001 e RP002 do Produto 2.
- Mapa 2 – Recursos Hídricos: aspectos qualitativos - áreas que sofrem pressão sobre a qualidade dos recursos hídricos, resultado do relatório RP002 do Produto 2.
- Mapa 3 – Vulnerabilidade: áreas identificadas como vulneráveis a eventos extremos e ao rompimento de barragens, resultado do relatório RP003.
- 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 RP004 do Produto 2.

- Mapa 5 – Saneamento: áreas identificadas com déficit nos serviços de saneamento básico, resultado do relatório RP005 do Produto 2.

Pode-se pensar ainda, em mapas temáticos que estejam em sintonia com a organização dos três eixos de atuação do PMSH, 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.

Independente da definição dos mapas temáticos, as variáveis e indicadores gerados dentro de cada mapa temático podem ser agrupados e reagrupados, para serem utilizados na maneira que se considerar mais interessante para obtenção das informações agregadas. A aplicação dessa metodologia tem um pressuposto importante que é o de poder contar com informações consistentes geoespecializados nas unidades de análise definidas no PMSH, 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.

#### 5.3.2 Subproduto 3B – Mapeamento das áreas prioritárias para a segurança hídrica para o restante das bacias

Neste Subproduto está prevista a consolidação das áreas prioritárias voltadas à revitalização e a segurança hídrica de Minas Gerais para o restante das bacias do estado, seguindo a mesma metodologia já aplicada no subproduto 3A. Ao mesmo tempo, será feita a consolidação do Mapa de Áreas Prioritárias para Revitalização de Bacias e Promoção da Segurança Hídrica de Minas Gerais.

### 5.4 Produto 4 – Banco de projetos

O **Produto 4 - Banco de Projetos** é o quarto produto do PMSH, a ser entregue em até 14 meses do início dos trabalhos, 4 meses após entrega do **Produto 3**.

O **Produto 4** é formado apenas pelos Subprodutos 4A (RP009) a 4E (RP013) e o Relatório Consolidado RF004, que consistem nos bancos de projetos para cada área prioritária, distribuídos por UEGs e CHs, considerando ações estruturais (obras de infraestrutura) e não-estruturais (infraestrutura verde e medidas de gestão). Os bancos de projetos serão divididos nos três eixos de atuação do PMSH, como já exposto em outros momentos deste documento:

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.

A distribuição dos subprodutos será de acordo com o Quadro 5-12.

**Quadro 5-12 – Distribuição dos subprodutos do Produto 4.**

Produto	Subproduto	Relatórios	Prazo (Mês a partir do início do contrato)
Produto 4	4A Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	Relatório Parcial RP009	14º
	4B Afluentes do Baixo Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	Relatório Parcial RP010	14º
	4C Afluentes do Rio Paranaíba – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)	Relatório Parcial RP011	14º
	4D Afluentes do Rio Doce - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PS1 e PS2).	Relatório Parcial RP012	14º
	4E Afluentes do Rio Grande - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)	Relatório Parcial RP013	14º
	<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF004</b>	14º

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

Para a consolidação desse banco de projetos, serão desenvolvidas análises complementares integrando os resultados do inventário e proposição preliminar de intervenções na etapa 2 com a identificação e mapeamento de áreas prioritárias para segurança hídrica no estado, realizada na etapa 3. Assim, poderão ser definidas intervenções estratégicas estruturais e não estruturais a serem realizadas nas áreas selecionadas (já em planejamento e as propostas aqui). Essa proposta final de intervenções tratará do banco de projetos e será apresentada por meio de estudos, planos, programas e obras, com um conteúdo mínimo preliminar a ser discutido posteriormente, mas contendo as seguintes informações:

- Eixo;
- Título;
- Localização e área de abrangência que será beneficiada;
- Justificativas: contextualização e apresentação sobre os motivos da ação ser prevista;
- Descrição: Descrição da ação prevista e como é prevista para ser implementada;
- Custo: apresentação de estimativas de custos;
- Responsáveis: apresentação dos atores responsáveis para que a ação seja efetivamente implementada;
- Fontes de recursos: possibilidades de fontes de financiamento para a contratação e execução da ação;
- Horizonte temporal: consideração do prazo previsto no contexto dos horizontes temporais de curto, médio e longo prazos estabelecidos para o PMSH;
- Marcos de cumprimento: indicativos de marcos parciais e finais para dar suporte à construção de indicadores de monitoramento.

A respeito do monitoramento da implementação e dos resultados do PMSH, deverão ser considerados os eixos de atuação: (i) Conservação e restauração da biodiversidade e dos

serviços ecossistêmicos; (ii) Produção sustentável e uso racional dos recursos hídricos e; (iii) saneamento, controle da poluição e obras hídricas. Deverá ser avaliada a condição de se ter um indicador único do PMSH o ainda um conjunto de indicadores voltados aos temas abordados pelos eixos de atuação. A definição destes indicadores, em conjunto com o Comitê Gestor, deverá também considerar a possibilidade de utilização de indicadores consolidados, já empregados no monitoramento de outros planos e programas existentes no Estado, que se associem a temática.

Em casos específicos, onde for identificada necessidade, poderão ser apresentados detalhamentos no projeto básico, como os seguintes elementos: a) demonstração e justificativa do programa de necessidades, avaliação de demanda do público-alvo, motivação técnico-econômico-social do empreendimento, visão global dos investimentos e definições relacionadas ao nível de serviço desejado; b) condições de solidez, de segurança e de durabilidade; c) parâmetros de adequação ao interesse público, de economia na utilização, de facilidade na execução, de impacto ambiental.

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 alternativa para organizar melhor as informações e manter tudo centralizado, para um controle mais eficiente. 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, estudos de viabilidade ou estudos técnicos preliminares e, quando couber projetos básicos, para aquelas ações de maior ordem hierárquica (1 a 4).

Além disso, nesta etapa de elaboração do PMSH, será concluída a análise de custo-benefício da implementação do PMSH. Já que com os investimentos necessários para a implementação é possível concluir a análise iniciada no Subproduto 2F - Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos.

#### 5.4.1.1 Proposta de Arranjo Institucional

No contexto dessa etapa do estudo, será realizado diagnóstico e proposta de aperfeiçoamentos no arranjo institucional de forma a permitir a adequada implementação das intervenções do PMSH. Para isso, serão desenvolvidas as seguintes análises:

- Mapeamento das instituições com responsabilidades nas etapas de estudos, projetos, implementação, operação e manutenção das ações e intervenções de segurança hídrica;
- Avaliação dos instrumentos legais e institucionais disponíveis referentes às instituições em questão e que deem suporte ao processo de consecução dos objetivos e metas dos projetos;
- Avaliação da necessidade de acordos institucionais que permitam a implementação das ações e melhoria do arranjo institucional.

Inicialmente é previsto um 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 em Minas Gerais. Na análise diagnóstica 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 em Minas Gerais;
- Identificação de demais entidades que apoiem a viabilização e implementação do PMSH;
- 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, visando a compatibilização e vínculos.

A partir dessas avaliações, será realizada proposta do arranjo institucional necessário, além de estratégias para a implementação do PMSH. 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 PMSH;
- Integração das ações previstas no PMSH 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 PMSH em âmbitos específicos, de acordo com as áreas temáticas que serão trabalhadas no estudo.

## **5.5 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 PMSH, a ser entregue em até 14 meses do início dos trabalhos.

O **Produto 5** consiste no desenvolvimento das ações relacionadas à comunicação, mobilização social e educação ambiental, e é formado por três subprodutos como apresentado no Quadro 5-13.

**Quadro 5-13 – Composição do Produto 5.**

Produto	Subproduto	Relatórios	Prazo (Mês a partir do início do contrato)
Produto 5	5A - Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental	Relatório Parcial (RP014)	14 <sup>o</sup>
	5B - Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PMSH.	Relatório Parcial (RP015)	14 <sup>o</sup>
	<b>Relatório Consolidado</b>	<b>RF005</b>	14 <sup>o</sup>

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

#### 5.5.1 Subproduto 5A – Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental

Este produto trata da construção dos produtos de comunicação social, mobilização e educação ambiental e sua execução ao longo do período de elaboração dos estudos do PMSH.

As atividades de comunicação e mobilização social deverão iniciar na etapa de coleta de dados, onde se pretende identificar e contatar os atores estratégicos para aquisição de dados e, ao mesmo tempo, informá-los e mobilizá-los para a participação no processo de elaboração do PMSH.

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

Entende-se que uma das atividades mais importantes para o alcance dos objetivos do PMSH é a identificação e mapeamento do público-alvo considerando os objetivos e a área de influência do PMSH, contemplando públicos internos, externos e mistos, como exemplo, comitês de bacias hidrográficas, Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental (CIEA/MG), prefeituras, universidades, entidades e empresas públicas, conselhos municipais, organizações comunitárias, ONGs, dentre outras.

Na sequência, a partir da identificação dos públicos-alvo, poderá ser elaborado o *mailing* considerando cada atividade e responsabilidade dos atores, bem como os momentos em que cada um poderá participar e dar suporte às ações de mobilização ao longo do trabalho. Para isso, serão geradas informações para uso em malas diretas, telemarketing ou correio eletrônicos de forma a manter, monitorar e sensibilizar esses atores ao longo de todo o processo de elaboração dos estudos.

Esse mailing do público-alvo será útil para a 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 ao processo de 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. De toda forma, importante destacar que essa base sofrerá análise e revisão contínua visando a sua constante ampliação e atualização.

Além disso, quando identificada a necessidade, poderão ser utilizadas outras formas de divulgação que permitam atingir todos os extratos da população, como a divulgação em rádios e jornais locais.

Em todos os formatos de divulgação e mobilização adotados será utilizada linguagem compatível com o público que se pretende atingir, mantendo um processo coeso e atração e informação do todo da sociedade.

Destaca-se que as ações deverão ser articuladas com o IGAM, que detém facilidade de comunicação com os diversos órgãos, integrando ao processo demais atores relevantes.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, é prevista a produção editorial e de arte gráfica para ser utilizada ao longo do projeto, referindo-se a:

- Desenvolvimento de identidade visual do PMSH;
- Elaboração de dois boletins semestrais;
- Produção de clipping mensal;
- Planejamento e elaboração de peças gráficas das ações do programa para redes sociais.

Além do desenvolvimento das peças em questão, será aberto um site (sugere-se a estrutura de *landing page*) vinculado aos sítios eletrônicos do Governo do Estado de Minas e do SISEMA. Nele deverão constar informações gerais do PMSH, agenda de eventos e área de acesso aos produtos desenvolvidos.

Para divulgação dos trabalhos, é prevista a elaboração de alguns materiais, a seguir enumerados:

- Um vídeo com a apresentação do programa, envolvendo roteiro, captação de imagens, direção e edição;
- Um vídeo de memórias com a apresentação do processo de construção do PMSH, também envolvendo roteiro, captação de imagens, direção e edição;
- Até cinco spots com temas relacionados ao PMSH;
- Produção de ilustrações, mapas e infográficos para constarem no site do PMSH;
- Produtos para divulgação por meio de telefonia móvel e web.

Os materiais produzidos serão previamente aprovados junto à coordenação de comunicação do IGAM. As peças específicas para as redes sociais serão produzidas pela equipe do CONSÓRCIO e, posteriormente à sua aprovação, poderão ser distribuídas ou postadas, também, pela comunicação do IGAM.

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, 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 PMSH e dos respectivos temas a ele associados, funcionando ao mesmo tempo como instrumento de ampliação da participação social, e dando visibilidade institucional ao projeto.

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

#### 5.5.2 Subproduto 5B – Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PMSH

Neste Subproduto está prevista 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 PMSH.

A partir das ações de mobilização social e das oficinas realizadas no âmbito do PMSH 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 PMSH.

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 PMSH, 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 PMSH;
- 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 RP015. Este plano se destina à etapa posterior à finalização do PMSH, e trará estratégias para sua execução.

Destaca-se que na elaboração do Plano de mobilização, comunicação social, e educação ambiental e na realização das oficinas, eventos e reuniões (objetos do próximo item) serão observadas as diretrizes da Resolução CNRH N° 98/2009.

## **5.6 Produto 6 – Oficinas Temáticas, Eventos e Reuniões**

Ao longo de todo o processo de elaboração do PMSH, serão realizados diversos eventos para a discussão e internalização dos documentos e resultados obtidos. Esses eventos serão realizados sob formato de oficinas ou mini eventos e terão suas metodologias debatidas anteriormente com a equipe de fiscalização do contrato, de forma a proporcionar a melhor participação e apresentação de comentários. Nesse sentido, esse produto apresentará os resultados parciais das oficinas (RPOF001 a RPOF010) e terá os resultados consolidados em um documento final RF006.

Por conta das restrições impostas pela pandemia de COVID-19, para os casos de realização dos eventos a serem realizados de forma remota, através da Plataformas Online (como o Google Meet ou Microsoft Teams), há a previsão de uso de apresentações eletrônicas (Power Point) em momentos expositivos. Há ainda a previsão de realização de grupos temáticos de discussão (Ex. salas virtuais – ambiente Google Meet ou Microsoft Teams), uso de mapas conceituais eletrônicos (Google Jamboard), ferramentas de enquetes (ambiente Google Meet ou Microsoft Teams) e formulários eletrônicos (Google Forms). É importante ressaltar que cada ferramenta será adequada aos objetivos e conteúdos propostos para cada evento.

As ferramentas digitais se configuram como aliadas no processo gestão e monitoramento do Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental, através de aplicativos, extensões (ex. E-mail Tracking ou serviços de Mail Marketing), dados analíticos de interatividade (redes sociais e hotsite) e relatório de acesso (Hotsite e aplicativos de encurtadores de links). Com esses dados disponíveis é possível observar o comportamento e efetividade das ações adotadas.

Em relação à execução das oficinas, entende-se que a dinâmica de cada uma delas e sua divulgação deverão ser articuladas com a IGAM oportunamente de acordo com o objetivo de cada evento, bem como o público-alvo e número de participantes previsto. Sua sistemática de preparação envolve minimamente as seguintes atividades:

- (30 dias antes das oficinas): definição dos conteúdos e dinâmica da atividade e envio para a aprovação da IGAM e Comitê Gestor.
- (21 dias antes das oficinas): Preparação do material de divulgação e convites.
- (14 dias antes das oficinas): comunicação e atividades de mobilização para o incentivo a participação institucional e social na atividade. Distribuição de convites digitais, 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.

#### 5.6.1 Formato de Realização das Oficinas

Embora o contexto da pandemia da COVID-19 sinalize possibilidade de levantamento de algumas restrições 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 sociedade. 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 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.

A Engecorps também vem desenvolvendo uma série de processos participativos com eventos realizados em meio virtual, com bastante sucesso, podendo ser exemplificados alguns, inclusive no estado de Minas Gerais. O Estudo de Enquadramento dos Corpos de Água em Classes das CHs SF2 (bacia do rio Pará), SF3 (bacia do rio Paraopeba) e SF4 (Bacia do entorno da represa de Três Marias) teve os eventos de todas as suas etapas realizados em meio virtual, envolvendo reuniões de CBHs, consultas e audiências públicas. Também nesse contexto e com parte importante da bacia em Minas Gerais, cita-se o Plano Integrado de Recursos Hídricos – PIRH da bacia hidrográfica do rio Doce, com eventos como reuniões de CBHs, oficinas e consultas públicas também em meio virtual. Outro exemplo de grande complexidade tratou dos eventos participativos do PNRH que foram realizados pela Engecorps, com a participação de atores de todo o Brasil em salas que por vezes tinham a participação de mais de 200 pessoas ao mesmo tempo.

Todo esse conjunto de experiências será utilizado para a concepção e realização das oficinas do PMSH, visando extrair ao máximo a percepção dos participantes e gerar contribuições efetivas à elaboração dos produtos.

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 do Consórcio e dos profissionais especialistas que compõem a equipe técnica de elaboração do PMSH é suficiente para aferir algumas estratégias como mais relevantes e exitosas no contexto de projetos semelhantes ao PMSH.

Além dos eventos totalmente virtuais, há também a 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 desejados, 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.

É importante reforçar que eventos presenciais transmitidos ou que aguardem a participação remota de alguma pessoa, levam a uma menor condição de participação para quem estiver remotamente. Além disso podem determinar dificuldades 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 levar às mesmas dificuldades operacionais e metodológicas. Ou seja, a intenção de agregar participantes pode justamente determinar dificuldades à própria participação. Dessa forma, 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. De acordo com os resultados obtidos, serão verificadas possibilidades de aperfeiçoamento e acompanhamento ao longo do tempo, bem como a necessidade de modificação do módulo de execução.

#### 5.6.2 Eventos previstos para serem realizados

Na sequência, é apresentado o Quadro 5-14 com a síntese dos eventos a serem realizados, seus objetivos e os meses em que são previstos. Destaca-se, de toda forma, que deverão ser acordadas as datas e metodologias participativas com o Comitê Gestor de forma a adequar à melhor participação possível e de forma qualificada. Todos os eventos terão relatórios parciais e ao final do contrato serão consolidados no contexto do Relatório Consolidado RF006.

**Quadro 5-14 – Eventos públicos previstos para serem realizados.**

Etapa	Tipo de Evento	Modalidade	Objetivo	Área de abrangência	Prazo	Público previsto
Mapeamento	Oficina 1	Virtual	Discutir critérios e métricas	Estado	até o 6º mês	até 150 pessoas
	Oficina 2	Virtual	Critérios de hierarquização	Estado	até o 7º mês	até 150 pessoas
	Oficina 3	Presencial	Apresentar e discutir os mapas temáticos preliminares contendo as áreas prioritárias voltadas a revitalização e a segurança hídrica com o objetivo de refiná-los.	Afluentes do Alto Rio São Francisco (SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	8º mês	até 150 pessoas
	Oficina 4	Presencial		Afluentes do Baixo Rio São Francisco (SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	10º mês	até 150 pessoas
				Afluentes do Rio Paranaíba (PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo (BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)		
				Afluentes do Rio Doce (DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul – (PS1 e PS2).		
			Afluentes do Rio Grande (GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)			
Banco de Projetos	Oficina 5	Virtual	Avaliação e validação do Banco de Projetos	Afluentes do Alto Rio São Francisco (SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	8º mês	até 70 participantes
	Oficina 6	Virtual		Afluentes do Baixo Rio São Francisco (SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	11º mês	até 70 participantes
	Oficina 7	Virtual		Afluentes do Rio Paranaíba (PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo (BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)	12º mês	até 70 participantes
	Oficina 8	Virtual		Afluentes do Rio Doce (DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul (PS1 e PS2).	13º mês	até 70 participantes
	Oficina 9	Virtual		Afluentes do Rio Grande (GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)	14º mês	até 70 participantes
Comunicação, mobilização social e educação ambiental	Mini-Evento 1*	Virtual	Lançamento do PMSH e consulta pública inicial	Estado	3º mês	Não se aplica
	Mini-Evento 2*	Virtual	Ações de promoção da comunicação, mobilização e educação ambiental		A definir com o Comitê Gestor, entre o 2º e o 15º mês	
	Mini-Evento 3*	Virtual				
	Mini-Evento 4*	Virtual				
	Mini-Evento 5*	Virtual				
	Mini-Evento 6*	Virtual				
	Mini-Evento 7*	Virtual				

Fonte: elaboração própria com base no Termo de Referência.

\* Poderão ter formato de consulta pública, seminário, encontro, palestra ou similar, a ser acordado oportunamente com o Comitê Gestor.

## 5.7 Produto 7 – Resumo Executivo do PMSH

O **Produto 7 - Resumo Executivo PMSH (RF007)** é o sétimo e último produto do PMSH, a ser entregue em até 15 meses do início dos trabalhos.

O **Produto 7** consolida o PMSH 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 PMSH, bem como sua difusão em outros contextos ou regiões, de forma independente.

## **6 ACOMPANHAMENTO E CRONOGRAMA**

### **6.1 Avaliação dos produtos e subprodutos**

A avaliação dos produtos e subprodutos pelo Comitê Gestor e seu processo de revisão pela equipe técnica do Consórcio são fundamentais para que os resultados obtidos sejam os mais adequados possíveis e atendam às expectativas do IGAM e da sociedade mineira. Além disso, é fundamental a pactuação e o cumprimento de prazos para o desenvolvimento de cada análise ou revisão, de forma a cumprir o prazo final de contrato previsto.

Para isso, propõe-se a seguinte dinâmica com a equipe técnica do Comitê Gestor referente a cada produto, a partir da data de entrega de cada relatório:

- 10 dias úteis para a análise e emissão de parecer com comentários do Comitê Gestor;
- 5 dias úteis para a revisão pela equipe técnica do Consórcio;
- 5 dias úteis para a reanálise do Comitê Gestor.

Esses prazos são contados a partir do dia útil seguinte ao envio da documentação via e-mail. Caso seja necessária nova revisão pela equipe técnica do Consórcio após a reanálise do Comitê Gestor, sugere-se um prazo máximo de 5 dias úteis. A depender do volume de informações a serem analisadas e/ou revisadas, esses prazos poderão ser estendidos em comum acordo.

Dentro do processo de avaliação também estão previstas reuniões para a apresentação e discussão dos produtos e subprodutos entregues. Nesse sentido, sugere-se que sejam realizadas reuniões entre a equipe técnica do Consórcio e o Comitê Gestor nos dias subsequentes à entrega de relatórios e antes do prazo de emissão do parecer, o que poderá dar subsídio a um melhor entendimento dos estudos técnicos desenvolvidos e seus resultados apresentados em cada documento. Nas mesmas reuniões, podem ser feitas apresentações também sobre a metodologia e informações básicas a serem utilizadas no desenvolvimento dos produtos seguintes, o que pode também ganhar tempo no acompanhamento e análises futuras dos produtos, considerando que o Comitê Gestor já terá conhecimento sobre o conteúdo do produto. Essas reuniões serão agendadas com antecedência mínima de 15 dias.

Nos meses em que houver previsão de entrega de dois ou mais relatórios, as entregas serão realizadas de forma escalonada dentro do prazo de análise, visando melhorar o processo de avaliação.

Ao longo de todo o período de elaboração dos estudos, a equipe de técnica do Consórcio se mostra à disposição também para a realização de reuniões periódicas de acompanhamento dos estudos, inclusive para discussões parciais sobre os trabalhos desenvolvidos. Além disso, caso seja considerado relevante pelo Comitê Gestor, para cada produto pode ser também realizada discussão da estrutura básica de cada documento e o conteúdo previsto de cada capítulo, o que também poderá ganhar tempo de análise dos relatórios encaminhados.

O Quadro 6-1 apresenta o cronograma preliminar de reuniões chave para a apresentação de produtos.

**Quadro 6-1 – Cronograma preliminar de reuniões chave para a apresentação dos produtos.**

Produto	Entrega	Período
2A - Estudo de oferta de água	RP001	DEZ/2022
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	RP002	DEZ/2022
2E - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à eventos extremos RP003	RP003	FEV/2023
2F - Estudo das implicações econômicas dos eventos extremos		
2G - Estudo de vulnerabilidade hídrica e da exposição do ambiente à rompimento de barragens e reservatórios <i>off-stream</i>		
2H - Avaliação da conservação e restauração da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos	RP004	JAN/2023
2I - Estudo da situação do saneamento básico	RP005	DEZ/2022
2J - Inventário de intervenções estruturais e não estruturais com a proposição de novas intervenções	RP006	FEV/2023
<b>Produto 2 - Estudos e Levantamentos - Relatório Consolidado</b>	<b>RF002</b>	<b>MAR/2023</b>
3A - Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	RP007/DC001	ABR/2023
3B - Demais regiões estratégicas (UEGs/ circunscrições hidrográficas) do Estado	RP008/DC008	JUN/2023
<b>Produto 3 - Mapeamento das Áreas Prioritárias para Revitalização de Bacias e Promoção da Segurança Hídrica de Minas Gerais - Relatório Consolidado contendo o banco de dados e todos os mapas finais</b>	<b>RF003</b>	<b>JUN/2023</b>
4A - Afluentes do Alto Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF1, SF2, SF3, SF4 e SF5).	RP009	Até OUT/2023
4B - Afluentes do Baixo Rio São Francisco – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas SF6, SF7, SF8, SF9 e SF10)	RP010	Até OUT/2023
4C - Afluentes do Rio Paranaíba – (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PN1, PN2 e PN3) e Afluentes dos Rios Mucuri, São Mateus, Jequitinhonha e Pardo - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas BU1, IN1, IU1, JQ1, JQ2, JQ3, JU1, MU1, PA1, PE1, SM1)	RP011	Até OUT/2023
4D - Afluentes do Rio Doce - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas DO1, DO2, DO3, DO4, DO5, DO6, IB1 e IP1) e Afluentes do Rio Paraíba do Sul - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas PS1 e PS2)	RP012	Até OUT/2023
4E - Afluentes do Rio Grande - (composta pelas seguintes circunscrições hidrográficas GD1, GD2, GD3, GD4, GD5, GD6, GD7, GD8 e PJ1)	RP013	Até OUT/2023
<b>Produto 4 - Banco de Projetos - Relatório Consolidado</b>	<b>RF004</b>	<b>OUT/2023</b>
5A - Produtos e ações de comunicação social, mobilização e educação ambiental.	RP014	OUT/2023
5B - Plano de comunicação social, mobilização e educação ambiental para implementação do PMSH.	RP015	OUT/2023
<b>Produto 5 - Plano de Comunicação Social, Mobilização e Educação Ambiental - Relatório Consolidado</b>	<b>RF005</b>	<b>OUT/2023</b>
<b>Produto 6 - Oficinas Temáticas, Eventos e Reuniões - Relatório consolidado</b>	<b>RF006</b>	<b>NOV/2023</b>
<b>Produto 7 - Resumos Executivo do Plano Mineiro de Segurança Hídrica</b>	<b>RF007</b>	<b>NOV/2023</b>

Fonte: elaboração própria.

Destaca-se que as datas exatas para a realização das reuniões dependem do andamento dos trabalhos. Portanto, essas serão marcadas em período próximo a entrega dos produtos, seguindo os prazos já informados. As reuniões de entrega dos produtos relacionados ao banco de projeto possuem uma dificuldade maior de antecipação de datas, uma vez que o processo é completamente dependente da realização de oficinas e, por isso, possuem a indicação de realização até outubro de 2023.

Além disso, cabe observar que os relatórios relacionados aos eventos realizadas (RPOF001 a RPOF010) serão apresentados em conjunto no conteúdo do RF006.

## 6.2 Cronograma

O Quadro 6-2 apresenta o cronograma de elaboração do PMSH.



## 7 EQUIPE E ORGANOGRAMA FUNCIONAL

No Quadro 7-1 está apresentada a equipe técnica.

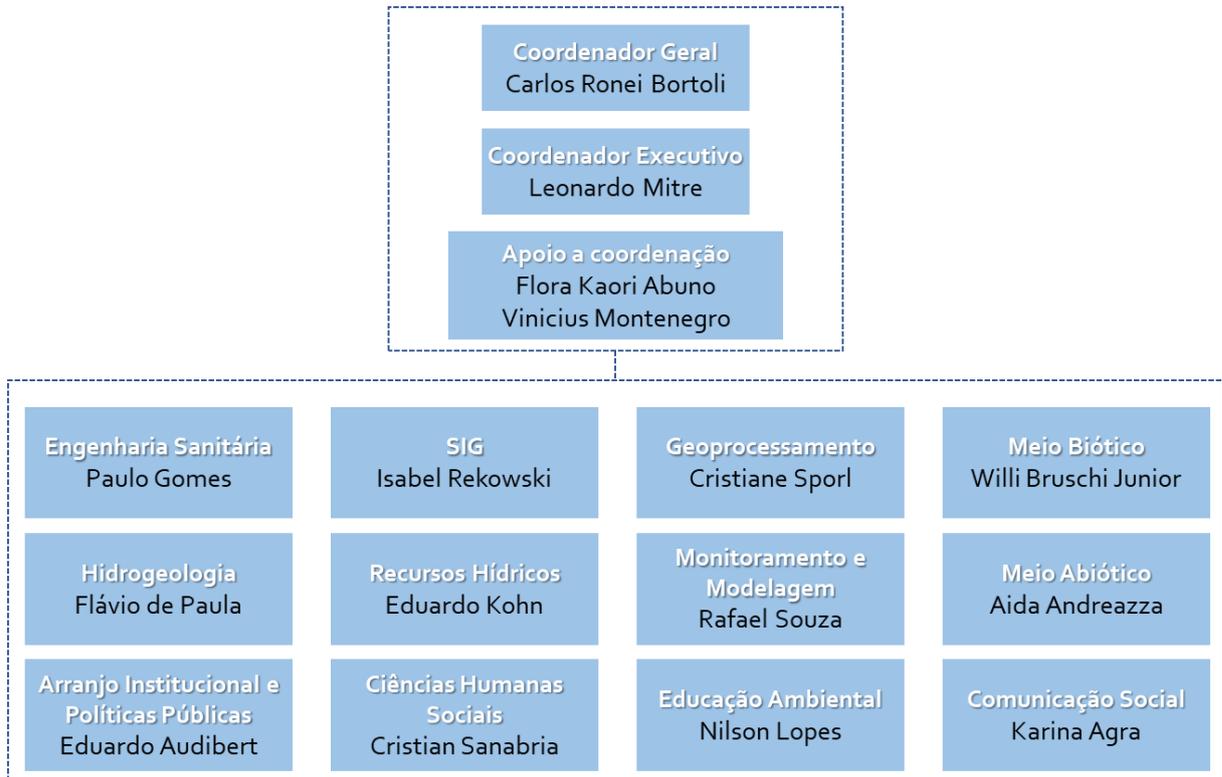
**Quadro 7-1 - Profissionais da equipe chave.**

Cargo	Profissional	Formação	Experiência
Coordenação Geral	Carlos Ronei Bortoli	Engenheiro Civil	Profissional sênior, com no mínimo 10 (dez) anos de atividade profissional, com ampla experiência (comprovada) na coordenação de equipes multidisciplinares, execução de estudos e planos de gestão de recursos hídricos, tendo coordenado pelo menos um Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica ou algum plano temático, como Plano de Saneamento ou Inventário Hidrelétrico de Bacia Hidrográfica.
Coordenador executivo	Leonardo Mitre Alvim de Castro	Engenheiro Civil	Coordenador executivo, profissional sênior de nível superior, especialista em recursos hídricos, com no mínimo 10 (dez) anos de experiência profissional e que tenha experiência comprovada na coordenação de planos, programas, projetos ou estudos na área de recursos hídricos.
Especialista em Engenharia Sanitária	Paulo Roberto Gomes	Engenheiro Civil	Especialista em Engenharia Sanitária, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em modelagem de qualidade de água, elaboração de projetos de saneamento, dimensionamento e orçamento de sistemas de abastecimento de água esgotamento sanitário.
Especialista em Sistemas de Informações Geográficas	Isabel Cristiane Rekowski	Geógrafa	Especialista em Sistemas de Informações Geográficas, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em geoprocessamento, interpretação de imagens de satélite, análise e modelagem de bancos de dados geográfico, concepção, construção implantação de sistemas SIG.
Especialista em Geoprocessamento	Cristiane Spori de Castro	Geógrafa	Especialista em geoprocessamento, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em geoprocessamento, interpretação de imagens de satélite, análise e modelagem de bancos de dados geográfico, concepção, construção implantação de sistemas SIG.
Especialista em Meio Abiótico	Aída Maria Pereira Andrezza	Engenheiro Civil	Especialista em meio abiótico, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em estudo e projetos de hidrologia, simulações, planejamento e gestão de recursos hídricos.
Especialista em Hidrogeologia	Flávio de Paula e Silva	Geólogo	Especialista em hidrogeologia, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em estudos de águas subterrâneas e suas interações com o meio.
Especialista em Meio Biótico	Willi Bruschi Junior	Biólogo	Especialista em meio biótico, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional com experiência (comprovada) em estudos e projetos relacionados à recursos hídricos.
Especialista em Recursos Hídricos	Eduardo Kohn	Engenheiro Civil	Especialista em recursos hídricos, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional, com experiência (comprovada) em estudo e projetos de hidrologia, simulações, planejamento e gestão de recursos hídricos.
Especialista em Monitoramento e modelagem de qualidade da água	Rafael Siqueira Souza	Engenheiro Civil	Especialista em monitoramento e modelagem de qualidade de água de sistemas fluviais e reservatórios, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional e experiência (comprovada).
Especialista em Arranjo Institucional e Políticas Públicas	Eduardo Antônio Audibert	Sociólogo	Especialista em Arranjo Institucional e Políticas Públicas, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional e experiência (comprovada) em planejamento estratégico e institucional, avaliação de políticas públicas de programas governamentais de mobilização social, planejamento participativo, análises socioambientais e orçamentos públicos.
Especialista da área de ciências humanas ou sociais	Cristian Sanabria da Silva	Sociólogo	Especialista da área de ciências humanas ou sociais em organização e mobilização social, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional e experiência (comprovada).
Especialista em educação ambiental	Nilson Lopes	Ciências Sociais	Especialista em educação ambiental, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional e experiência (comprovada).
Especialista em comunicação social	Karina Galdino Agra	Comunicação Social Relações Públicas	Especialista em comunicação social, com pelo menos 05 (cinco) anos de atividade profissional e experiência (comprovada).

Fonte: elaboração própria.

Na Figura 7.1 está apresentado o Organograma da equipe técnica.

**Figura 7.1 - Organograma da equipe técnica.**



Fonte: elaboração própria.

Caso ocorra qualquer alteração na equipe chave do PMSH, o Igam será informado imediatamente sendo a substituição feita por profissional com as mesmas qualificações e pontuações definidas no edital.

## 8 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020 a 2035: Relatório Final. / executado por Consórcio Profill-Rhama e organizado por Comitês PCJ/Agência das Bacias PCJ. – Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICA. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. 2021b. Disponível em: <https://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: ago. 2022.

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

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano - Brasília: ANA, 2021, 332 p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água - Brasília: ANA, 2010, vol I. 68 p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. Brasília, 2014

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Esgotos – Estações de Tratamento de Esgoto (2019) (Planilha). Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Esgotos – Informações por município (Planilha), 2017. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 24.nov.2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Esgotos: Atualização da Base de Dados de Estações de Tratamento de Esgoto no Brasil, 2019. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. ANA, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017). 2017a. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0c698205-6b59-48dc-8b5e-a58a5dfcc989>. Acesso em: ago. 2022.

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

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. 2019b. Disponível em:

[https://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=134951&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=1&Usuario=0&obra=78093&tipo=1&iBanner=0&ildioma=0](https://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=134951&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&Usuario=0&obra=78093&tipo=1&iBanner=0&ildioma=0). Acesso em: ago. 2022.

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

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – PIRH-Grande: resumo executivo -- Brasília, 2018.

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

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Plano Nacional de Segurança Hídrica. 2019a. Disponível em: <https://pnsh.ana.gov.br/home>. Acesso em: ago. 2022.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Esgotos - Atlas de Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF. 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: ago. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6)>. Acesso em: nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: nov. 2021.

BUARQUE, S. C. Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais - Texto para discussão no 939. p. 75, 2003.

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

CARVALHO, Géssica Borges; CORTELETTI, Rosyelle Cristina. Proposta metodológica para previsão de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito. Engenharia Sanitária e Ambiental. Volume 26, n. 3. Maio/jun. 2021. Pág. 525-534.

CERH-MG, Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. Deliberação Normativa nº 66, de 17 de novembro de 2020. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52900> Acessado em novembro de 2021.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução Nº 98, de 26 de março de 2009. Estabelece princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2098.pdf>. Acesso em set. 2022.

COLLE, G. A. 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.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas 2015: Resumo Executivo. Belo Horizonte: CBH Rio das Velhas, 2015. 223 p.

DORA, A. S. Quantificação de reservas renováveis de água subterranean 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.

DORA, Antônio Silva. Quantificação de reservas renováveis de águas subterrâneas em bacias hidrográficas a partir de séries históricas de vazão: uma ferramenta para a gestão de bacias. 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/114546>. Acesso em: ago. 2022.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Solos. Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil (Primeira aproximação). Rio de Janeiro, 2020.

FAO (2012) AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm>

FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 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. Estudo de vulnerabilidade regional às mudanças climáticas de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.

FGV. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima [recurso eletrônico]: 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: FGVces, 2018.

FREITAS, L. C.; SEVERINO, E. A. S.; ESTELA, M. COSTA, R. A. 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. 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 RISK DATA PLATFORM. 2011. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/what/rdp.html>. Acesso em: ago. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Aglomerados Subnormais 2019: Classificação Preliminar para o enfrentamento à COVID-19. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro, 2019

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados do Censo 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malha Municipal. Rio de Janeiro, 2013.

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

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>

IDE-SISEMA - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2021. disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>

IEF. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Áreas prioritárias: estratégicas para a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas de Minas Gerais. Belo Horizonte: IEF, 2021. 162 p.

IEF: INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Inventário Florestal de Minas Gerais, 2009.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2º Relatório de monitoramento da governança da gestão das águas de Minas Gerais, 2021

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Base Hidrográfica Ottocodificada. 2021c. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: ago. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Estratégias para a Segurança Hídrica em Minas Gerais. Relatório Final. Porto Alegre, 2016.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Estratégias Para Segurança Hídrica em Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Gestão de bacias hidrográficas: critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: IGAM, 2018. 152 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Executivo volume I). Belo Horizonte: IGAM, 2011, vol 1. 139 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Executivo volume II). Belo Horizonte: IGAM, 2011, vol 2. 79 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Executivo volume III). Belo Horizonte: IGAM, 2011, vol 3. 38 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Executivo volume IV). Belo Horizonte: IGAM, 2011, vol 4. 156 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Final – volume I: aspectos estratégicos para a gestão de recursos hídricos de Minas Gerais). Belo Horizonte: IGAM, 2010, vol 1. 518 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Final – volume II: instrumentos de gestão de recursos hídricos). Belo Horizonte: IGAM, 2010, vol 2. 348 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Final – volume III: avaliação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Minas Gerais – SEGRH-MG). Belo Horizonte: IGAM, 2010, vol 3. 155 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (Resumo Final – volume IV: intervenções estratégicas e/ou estruturais para Minas Gerais). Belo Horizonte: IGAM, 2010, vol 4. 402 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Planos de Recursos Hídricos, 2021. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/plano-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Somos Todos Água - Programa Estratégico de Revitalização de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais. Minas Gerais, 2019.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Termo de Referência do Edital de Licitação para Concorrência nº 01/2021: “CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO MINEIRO DE SEGURANÇA HÍDRICA (PMSH), MEDIANTE CONTRATO POR UM PERÍODO DE 15 (QUINZE) MESES, CONFORME ESPECIFICAÇÕES, EXIGÊNCIAS E QUANTIDADES ESTABELECIDAS NESTE DOCUMENTO E EM ATENDIMENTO À META 1 DO PLANO DE TRABALHO DO CONVÊNIO FEDERAL Nº 906405/2020.”. Belo Horizonte, MG. 2021.

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

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

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. 2022. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf). Acesso em: set. 2022.

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. 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.

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

MATTIUZI, C. D. P. Estimativa de recarga a partir da separação de escoamento de base na bacia hidrográfica do rio Ibicuí/RS. Monografia de Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS. 2013.

MDR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. 2º Boletim de Monitoramento. Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília. MDR, 2021.

MELO, Alexandre Vaz de; e FUSARO, Teresa Cristina. Avaliação de Métodos de Análise de Riscos Aplicados a Barragens. Comitê Brasileiros de Barragens. XXX Seminário Nacional de Grandes Barragens. Foz do Iguaçu/PR. 2015.

MENESCAL, R. de A.; CRUZ, P.T.; CARVALHO, R.V.de; FONTENELLE, A de S.; OLIVEIRA, S.K.F. de. 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. A segurança de barragens e a gestão de recursos hídricos no Brasil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, jan. 2005, 2. ed., p. 137-153

MI. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/cadastrros/barragens/inspecao/ManualdeSegurancaelInspecao de Barragens.pdf>

MINAS GERAIS – Governo do Estado de Minas Gerais. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI 2016-2027). Volume 2 – Diagnósticos Setoriais. Belo Horizonte, 2015.

MINAS GERAIS (ESTADO). [Constituição (1989)]. Constituição do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1989. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=CON&num=1989&comp=&ano=1989&texto=consolidado#texto> . Acesso em 26 nov. 2021.

MINAS GERAIS (ESTADO). Deliberação Normativa CERH-MG nº 36, de 23 de dezembro de 2010. Padroniza a utilização dos nomes, siglas, códigos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MINAS GERAIS (ESTADO). Deliberação Normativa CERH-MG nº 54, de 9 de maio de 2017. Dispõe sobre critérios e diretrizes gerais para a elaboração dos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, bem como mecanismos e critérios de acompanhamento de sua implantação e dá outras providências. Belo Horizonte: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MINAS GERAIS (ESTADO). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente, e dá outras providências. Belo Horizonte: Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável [2007]. Disponível em: <http://www.compe.org.br/estadual/deliberacoes/conjunta/1-2008.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2021.

MINAS GERAIS (ESTADO). Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e Dá Outras Providências. Diário Oficial [do] Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, Palácio da Liberdade, 29 jan. 1999. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MINAS GERAIS (ESTADO). Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão - SEPLAG. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2019-2030. Belo Horizonte: SEPLAG, 2019.

Disponível em: <<https://www.governo.mg.gov.br/Institucional/ProgramasAcoes?id=6>>. Acesso em: 26 nov. 2021.

MIRANDA, A. C. R. Métodos de separação dos escoamentos superficial direto e subterrâneo: Estudo de caso para a bacia do rio das Velhas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, MG. 2012.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 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. Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte, MG. 2018.

OLIVEIRA, F. R., MENEGASSE, L. N., DUARTE, U. Impacto Ambiental Do Eucalipto Na Recarga De Água Subterrânea Em Área De Cerrado, No Médio Vale Do Jequitinhonha, Minas Gerais. Águas Subterrâneas, 2002. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22677>>

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. What is Water Security? Infographic. Disponível em: <<https://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>>. Acesso em: 22.dez.2021.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., & MCMAHON, T. A.: Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, Hydrol. Earth Syst. Sci., 11, 1633–1644, <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>, 2007.

PEREIRA, V. R. et al. Oportunidades de Adaptação à Segurança Hídrica no Brasil. Sustainability in Debate. Brasília, 2020.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. PNUD, Ipea, FJP. Brasília, 2013.

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.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>> acesso em novembro de 2021.

SILVA, P. N.; ESCOBAR, G. C. J.; REBOITA, M. S. 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) 1013-1023

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnósticos: Água e Esgoto – 2019. Brasília: SNIS, 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>> Acesso em: 25 nov. 2021.

SOUZA, M. C. da S. A.; GHILARDI, H. T. Recursos Hídricos, Agropecuária E Sustentabilidade: Desafios Para Uma Visão Ecológica Do Planeta. Revista Jurídica. Curitiba, 2017.

Sullivan, C. and Huntingford, C. (2009) 'Water resources, Climate Change and Human Vulnerability', Proceedings of the MODSIM Conference, Cairns, Australia.

TUCCI, C. E. M. & CHAGAS, M. F. Segurança Hídrica: Conceitos e Estratégia para Minas Gerais. REGA. Porto Alegre, 2017

TUCCI, Carlos E.M. 2002. Regionalização de vazões. Editora da Universidade. UFRGS. 1a edição. Porto Alegre

UFLA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS; SEMAD. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Zoneamento Ecológico-Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG). Belo Horizonte, MG. 2008

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 165 p: il. color; 22 cm.

UNESCO (2012h) Water Reuse Index, Retrieved June 14, 2012, from Indicators - Level of Stress on the Resource. World Water Assessment Programme (WWAP): <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/indicators/wwdrindicators/level-of-stress-on-the-resource/>

UN-WATER – The United Nations Inter-Agency mechanism on all freshwater related issues, including sanitation. Water security. 2013. Disponível em: <http://www.unwater.org/topics/water-security/en/>. Acesso em: mar. 2022.

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