

META 1

Plano de trabalho

25001-M1-PT-00-05

Revisão e complementação do Plano de Recursos Hídricos da
Região Hidrográfica Macaé e das Ostras

Realização



Secretaria de
Estado do
Ambiente e
Sustentabilidade

FUNDRHI
FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

inea instituto estadual
do ambiente

Secretaria do
Ambiente e
Sustentabilidade



GOVERNO DO ESTADO
RIO DE JANEIRO

Execução



Contratação



QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do documento	25001-M1-PT-00-05		
Título	Plano de trabalho		
Aprovação por:	Lawson Beltrame (LB)		
Data da aprovação:	29/04/2026		
Controle de revisões			
Revisão Nº	Natureza	Data	Aprovação
00	Emissão Inicial	08/01/2025	LB
01	Revisão	25/02/2026	LB
02	Revisão	25/03/2026	LB
03	Revisão	02/04/2026	LB
04	Revisão	27/04/2026	LB
05	Revisão	16/06/2026	LB
06	Revisão	22/06/2026	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CILSJ)

Fabio de Oliveira Costa – Presidente

Carlos Augusto Balthazar – Vice-Presidente

Adriana Miguel Saad – Secretária Executiva

Cláudia Magalhães – Coordenadora Técnica Administrativa

Karina Amoêdo – Coordenadora Administrativo-Financeira Adjunta

Marianna Cavalcante – Gerente de Projetos

Daniele Carvalho Pereira – Analista Técnica

Fernanda Hissa de Faria – Analista Técnica

Isis Bezerra – Analista Técnica

Rafael Batista – Analista Técnico

Tamires Moreira – Analista Técnica

Vinícius Sevério – Técnico em Recursos Hídricos

Karoliny Barreto – Estagiária Técnica

Juliana Luz – Assistente Administrativa

Robson Souza – Assistente Administrativo

Thiago Cardoso – Assistente Administrativo

Daniel Moreira – Jovem Aprendiz

Fernando Santos – Jovem Aprendiz

DIRETORIA COLEGIADA COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO

Maria Inês Paes Ferreira Diretor – Presidente do CBH Macaé Ostras

Affonso Henrique de Albuquerque Junior – Diretor Vice-Presidente

Thiêrs Porfírio Wilberger – Diretor Secretário

Bernard Enne de Paula Vecci – Águas de Nova Friburgo

Jolnnye Rodrigues Abrahão – Prefeitura Municipal de Rio das Ostras (PMRO)

Mauro Sergio Adiala Calixto – Vale Azul Energia

GRUPO DE TRABALHO DE ACOMPANHAMENTO DA REVISÃO DO PLANO DE BACIA – QUADRIÊNIO 2025-2028

Raphaela Ferreira – Coordenadora

Leonardo Fernandes – Coordenador Adjunto

Poder Público

Affonso Albuquerque – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO)

Leonardo Fernandes – Subsecretaria de Recursos Hídricos e Sustentabilidade Ambiental (SUBHRISA) da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS)

Paulo Roberto Ferreira – Prefeitura Municipal de Nova Friburgo

Prefeitura Municipal de Rio das Ostras – Jolnnye Abrahão (suplente)

Sociedade Civil

Maria Inês Paes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense do Campus Macaé (IFF-Macaé)

Thiêrs Porfírio Wilberger – Associação de Promotores e Criadores de Práticas e Saberes Sustentáveis – Casa dos Saberes

Leonardo Filho – SOS Praia do Pecado (suplente)

Marcelo Acha – Associação dos Gestores Ambientais de Nova Friburgo (AGEANF) (suplente)

Aline Lázaro – Associação Raízes (suplente)

Marilúcia Soares – Associação de Moradores e Produtores Rurais da Gleba Maria Amália (suplente)

Usuário de água

Raphaela Ferreira – Marlim Azul Energia S.A.

Mauro Calixto – Vale Azul Energia

Fernando Medina – Usina Termelétrica Norte Fluminense S.A (EDF)

Maria Aparecida Vargas – Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa (ABRAGEL) (suplente)

Reginaldo Ramos – Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) (suplente)

José Carramenha – Terminal Portuário de Macaé (TEPOR-Macaé) (suplente)

EQUIPE DA CONTRATADA

ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE TÉCNICA

COORDENADOR GERAL E RESPONSÁVEL TÉCNICO

Lawson Francisco de Souza Beltrame – Eng. Agrônomo – CREA RS010020

COORDENADORA TÉCNICA

Larissa da Silva Soares – Eng. Ambiental – CREA RS254720

ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO

Lauro Bassi – Eng. Agrônomo – CREA SC102738

ESPECIALISTA EM HIDROLOGIA

Lucas Camargo da Silva Tassinari – Eng. Civil – CREA RS205394

ESPECIALISTA EM RECURSOS HÍDRICOS

Luiz Fernando de Abreu Cybis – Eng. Civil – CREA RS039005

ESPECIALISTA EM BANCO DE DADOS E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Laís Helena Mazzali Gaeversen – Eng. Ambiental – CREA RS245799

ESPECIALISTA EM MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Jana Alexandra da Silva – Cientista Social

EQUIPE EVENTUAL

ESPECIALISTA EM HIDROGEOLOGIA

André Luiz Bonacin Silva – Geólogo – CREA SP5060931217

ESPECIALISTA EM SANEAMENTO

Mariângela Correia Laydner – Eng. Civil – CREA RS071373

ESPECIALISTA EM DEMOGRAFIA

Cristian Sanabria da Silva – Cientista Social

ESPECIALISTA EM COMUNICAÇÃO SOCIAL

Fernando Assanti – Jornalista – MTE 0003424SC

ESPECIALISTA EM DRENAGEM URBANA

Jaime Federici Gomes – Eng. Civil – CREA MG072016

GERENTE DO CONTRATO

Laís Helena Mazzali Gaeversen – Eng. Ambiental – CREA RS245799

EQUIPE COMPLEMENTAR

Eguilomar Marques da Costa – Auxiliar de Campo

Everaldo Freitas de Lopes – Técnico em Estradas

Fernando Setembrino Cruz Meirelles – Eng. Agrônomo – CREA RS054128

Gabriele Franco – Graduanda em Eng. Ambiental

Julia Rei de Oliveira – Eng. Ambiental – CREA RS273266

Lucas Ronzoni Calviera – Eng. Ambiental – CREA RS267835

Luísa Heineck Neves – Eng. Ambiental – CREA RS244825

Luiza Vivan Santos – Eng. Ambiental – CREA RS267900

Margareth Moraes – Geógrafa

Micael Machado da Silva – Jornalista

Pomy Yara Romancini Meirelles – Tecn. em Gestão e Planejamento Ambiental – CRQ 032053764

Tayná dos Santos – Graduanda em Eng. Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
3	ÁREA DE ESTUDO.....	18
4	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E PRODUTOS	21
4.1	Meta 1 – Elaborar o Plano de Trabalho.....	23
4.1.1	Subatividades e metodologias	23
4.1.2	Produtos.....	23
4.2	Meta 2 – Elaborar e implementar as ações do Plano de Comunicação e Mobilização Social	24
4.2.1	Subatividades e metodologias	24
4.2.2	Produtos.....	27
4.3	Meta 3 – Atualizar o diagnóstico	30
4.3.1	Subatividades e metodologias	30
4.3.2	Produtos.....	106
4.4	Meta 4 – Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014)...	112
4.4.1	Subatividades e metodologias	112
4.4.2	Produtos.....	119
4.5	Meta 5 – Atualizar o prognóstico	120
4.5.1	Subatividades e metodologias	120
4.5.2	Produtos.....	128
4.6	Meta 6 – Atualizar ações	129
4.6.1	Subatividades e metodologias	130
4.6.2	Produtos.....	143

4.7	Meta 7 – Atualizar banco de dados	144
4.7.1	Subatividades e metodologias	144
4.7.2	Produtos.....	150
4.8	Meta 8 – Elaborar manual operativo.....	151
4.8.1	Subatividades e metodologias	152
4.8.2	Produtos.....	156
5	PLANO DE GERENCIAMENTO DO PROJETO	158
5.1	Equipe técnica	158
5.1.1	Previsão de alocação e atribuições.....	158
5.1.2	Matriz de responsabilidades	159
5.2	Produtos	163
5.2.1	Codificação	163
5.2.2	Formatos	164
5.2.3	Fluxo de revisão e aprovação	164
5.3	Recursos materiais.....	166
5.4	Comunicação	168
6	CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	170
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
8	ANEXOS	187
8.1	Anexo A – Modelo de ficha de monitoramento qualiquantitativo	187

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1. Localização da RH VIII.	19
Figura 4.1. Diagrama de precedência e estrutura hierárquica das atividades.	22
Figura 4.2. Mapa das estações selecionadas para análise climatológica.	34
Figura 4.3. Representação esquemática do funcionamento do MGB.	53
Figura 4.4. Localização dos pontos de monitoramento qualiquantitativo.	84
Figura 4.5. Cenários para o Plano Nacional de Recursos Hídricos considerando os horizontes de 2022 até 2040.	121
Figura 4.6. Cenários aplicados no PRH RH VIII (2014).	123
Figura 4.7. Principais fases na gestão de dados espaciais.	145
Figura 4.8. Estrutura do banco de dados final.	151
Figura 4.9. Exemplo de fluxograma a ser desenhado para cada ação prioritária.	153
Figura 5.1. Fluxograma de responsabilidades para a execução do contrato.	158

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Estações selecionadas para o diagnóstico climatológico.	33
Tabela 4.2. Classificações do IQA-NSF.	74
Tabela 4.3. Classificações do IQA-CETESB.	74
Tabela 4.4. Parâmetros do IQA-C.	76
Tabela 4.5. Classificações do IQA-C.	76
Tabela 4.6. Pontos de monitoramento qualiquantitativo.	85
Tabela 4.7. Sub-bacias para realização do balanço hídrico.	97
Tabela 4.8. Síntese de cenários para o Plano Nacional de Recursos Hídricos considerando os horizontes de 2022 até 2040.	122
Tabela 4.9. Nomenclatura dos grupos dos dados geoespaciais e tabulares.	148
Tabela 5.1. Matriz de responsabilidade dos profissionais.	160
Tabela 5.2. Entes envolvidos na revisão dos produtos.	165
Tabela 5.3. Mobilização e alocação de recursos físicos e materiais.	167
Tabela 6.1. Síntese de informações dos produtos a serem elaborados.	171
Tabela 6.2. Cronograma físico-financeiro de atividades e produtos a serem realizados ao longo do horizonte do projeto.	173

LISTA DE SIGLAS

Sigla	Descrição
AIPM	Área de Interesse para Proteção de Mananciais
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANADEM	Modelo Digital de Terreno para a América do Sul
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
APP	Área de Preservação Permanente
BD	Banco de Dados
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment
CECA	Comissão Estadual de Controle Ambiental
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CERHI-RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CHIRPS	Climate Hazards Center InfraRed Precipitation With Station Data
CILSJ	Consórcio Intermunicipal Lagos São João
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNUC	Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CRH	Classes de Resposta Hidrológica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPL	Empresa de Planejamento e Logística
ETP	Evapotranspiração Potencial



Plano de trabalho | 25001-M1-PT-00-05

Sigla	Descrição
FIPERJ	Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro
FMP	Faixa Marginal de Proteção
GTA Revisão PRH	Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDW	Inverse Distance Weighting
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IQA	Índices de Qualidade da Água
MDE	Modelo Digital de Elevação
MGB	Modelo de Grandes Bacias
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas
MOP	Manual Operativo
MUNIC	Perfil dos Municípios Brasileiros
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NIR	Infravermelho próximo
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio Dissolvido
OGC	Open Geospatial Consortium
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PCMS	Plano de Comunicação e Mobilização Social
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH	Plano de Recursos Hídricos
PT	Plano de Trabalho
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais

Sigla	Descrição
REGIC	Região de Influência das Cidades
RH	Recursos Hídricos
RH IX	Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana
RH VIII	Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras
RH's	Regiões Hidrográficas
RMSE	Erro Quadrático Médio da Raiz
S2iD	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEPLAG	Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro
SiBBR	Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira
SIGA Macaé	Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
TR	Termo de Referência
TVR	Trechos de Vazão Reduzida
UC	Unidade de conservação
URH	Unidades de Resposta Hidrológica
VIS	Espectro visível

APRESENTAÇÃO

O presente documento visa atender aos preceitos estipulados pelo Contrato nº 36/2025, firmado entre a empresa Água e Solo Estudos e Projetos LTDA – AeS (CNPJ nº 02.563.448/0001-49) e a contratante Consórcio Intermunicipal Lagos São João – CILSJ (CNPJ nº 03.612.270/0001-41), referente ao projeto **“REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA MACAÉ E DAS OSTRAS”**.

O projeto prevê oito metas e respectivas atividades. São elas:

- **Meta 1: Elaborar 1 (um) Plano de Trabalho**
- Meta 2 - Elaborar e Implementar as Ações de 1 (um) Plano de Comunicação e Mobilização Social para a revisão do PRH;
- Meta 3 - Atualizar 1 (um) diagnóstico da RH VIII;
- Meta 4 - Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014-2024);
- Meta 5 - Atualizar 1 (um) prognóstico da RH VIII;
- Meta 6 - Atualizar ações do PRH RH VIII;
- Meta 7 - Atualizar 1 (um) Banco de Dados – Sistema de Informação Geográfica;
- Meta 8 - Elaborar 1 (um) Manual Operativo do PRH RH VIII.

O presente documento, intitulado “Plano de Trabalho Consolidado”, contempla detalhadamente todas as etapas das atividades a serem executadas. Igualmente, são apresentadas metodologias, mão de obra, logística necessária e cronograma de execução, conforme estipulado no Ato Convocatório nº 04/2025 e respectivos Termo de Referência (Escopo de Projeto) que dispõem sobre as especificações técnicas do serviço.

1 INTRODUÇÃO

Instituídos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), os planos de recursos hídricos são instrumentos que tratam do planejamento do uso racional das águas de bacias hidrográficas. Seu objetivo principal é a harmonização da qualidade e da quantidade da água com os diversos usos que a sociedade faz deste bem, considerando a geração atual e futura, devendo ser elaborado de forma participativa e em estreita colaboração com a comunidade alvo.

A Lei das Águas ainda estabelece a necessidade de os planos de bacias hidrográficas apresentarem um horizonte de longo prazo, acompanhados por revisões e atualizações periódicas. Atualmente, o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (PRH RH VIII) publicado em 2014, até a presente data, não passou por revisões. Por este motivo, precisa ser complementado e atualizado, conforme preconizado na política e com objetivo de integrar todos os atores e múltiplos usos da água existentes na região hidrográfica.

A fim de contribuir e subsidiar a tomada de decisão pelos devidos gestores, se faz necessária a atualização de informações do PRH RH VIII, ações estas deliberadas pela Plenária do CBH Macaé Ostras. Tendo como objetivo principal promover a segurança hídrica para as gerações atuais e futuras, a revisão do Plano utilizará recursos financeiros oriundos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, além de recursos via financiamento externos de usuários de água da RH, agências de fomento e outras possíveis fontes.

Neste contexto, a atualização do PRH RH VIII se baseará nos aspectos apresentados no Plano de 2014, além de incluir complementações necessárias conforme apresentado usualmente nos planos de recursos hídricos consolidados no Brasil e nos planos desenvolvidos no estado do Rio de Janeiro, como os Planos de Recursos Hídricos do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e da Região Hidrográfica Lagos São João. Buscará assim proporcionar uma visão holística das complexidades que envolvem a RH VIII, contemplando a integração dos diversos atores (públicos, privados e ecossistêmicos) e os múltiplos usos da água identificados e previstos para o futuro. A revisão do Plano contempla o

planejamento, a ação, o controle e o aperfeiçoamento do Plano existente em horizontes de curto, médio e longo prazos.

O presente documento apresenta o Plano de Trabalho do projeto, detalhando as etapas e atividades a serem executadas, respectiva metodologia, a equipe técnica envolvida, o cronograma e os modelos de documentos a serem adotados ao longo do seu desenvolvimento. Este é o primeiro produto decorrente deste contrato.

2 OBJETIVOS

Conforme o Termo de Referência (TR), o objetivo geral do serviço é revisão e complementação do PRH RH VIII, situada no estado do Rio de Janeiro. A seguir, são elencados os objetivos específicos:

- Atualizar o diagnóstico socioambiental da RH VIII, no que couber, com prioridade para o balanço hídrico;
- Atualizar o prognóstico para a gestão dos recursos hídricos da RH VIII, considerando a cenarização a partir do diagnóstico socioambiental;
- Promover a comunicação e a mobilização social necessária para a construção participativa, ou seja, o envolvimento e engajamento dos diversos atores da RH VIII na atualização do PRH;
- Revisar programas, projetos, medidas emergenciais e estratégias de implementação do PRH RH VIII;
- Elaborar Manual Operativo do PRH RH VIII;
- Atualizar o banco de dados geográficos da RH VIII;
- Compilar as informações geradas no processo de atualização do PRH em encartes e relatórios, que possibilitem a compreensão do conteúdo pelo público em geral e pelos tomadores de decisão.

3 ÁREA DE ESTUDO

Homologadas pela Resolução CERHI-RJ nº 279/2024, o estado do Rio de Janeiro é dividido em nove regiões hidrográficas para fins de gestão de recursos hídricos. A Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (RH VIII) localiza-se na faixa costeira centro-norte do estado, abrangendo integralmente o município de Macaé e parcialmente Rio das Ostras, Nova Friburgo, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Carapebus.

Conforme a resolução supracitada, a RH VIII é subdividida em quatro bacias hidrográficas. Entretanto, para fins deste projeto, adota-se a divisão estabelecida no PRH RH VIII (2014), que corresponde ao entendimento atual do Comitê de Bacia, com exceção da Bacia do Rio São João, que não mais integra os limites da RH VIII. Ressalta-se que a discussão sobre a delimitação das sub-bacias encontra-se em análise na CTIL e será aprofundada na etapa de diagnóstico, visando subsidiar eventual proposição ao CERHI-RJ.

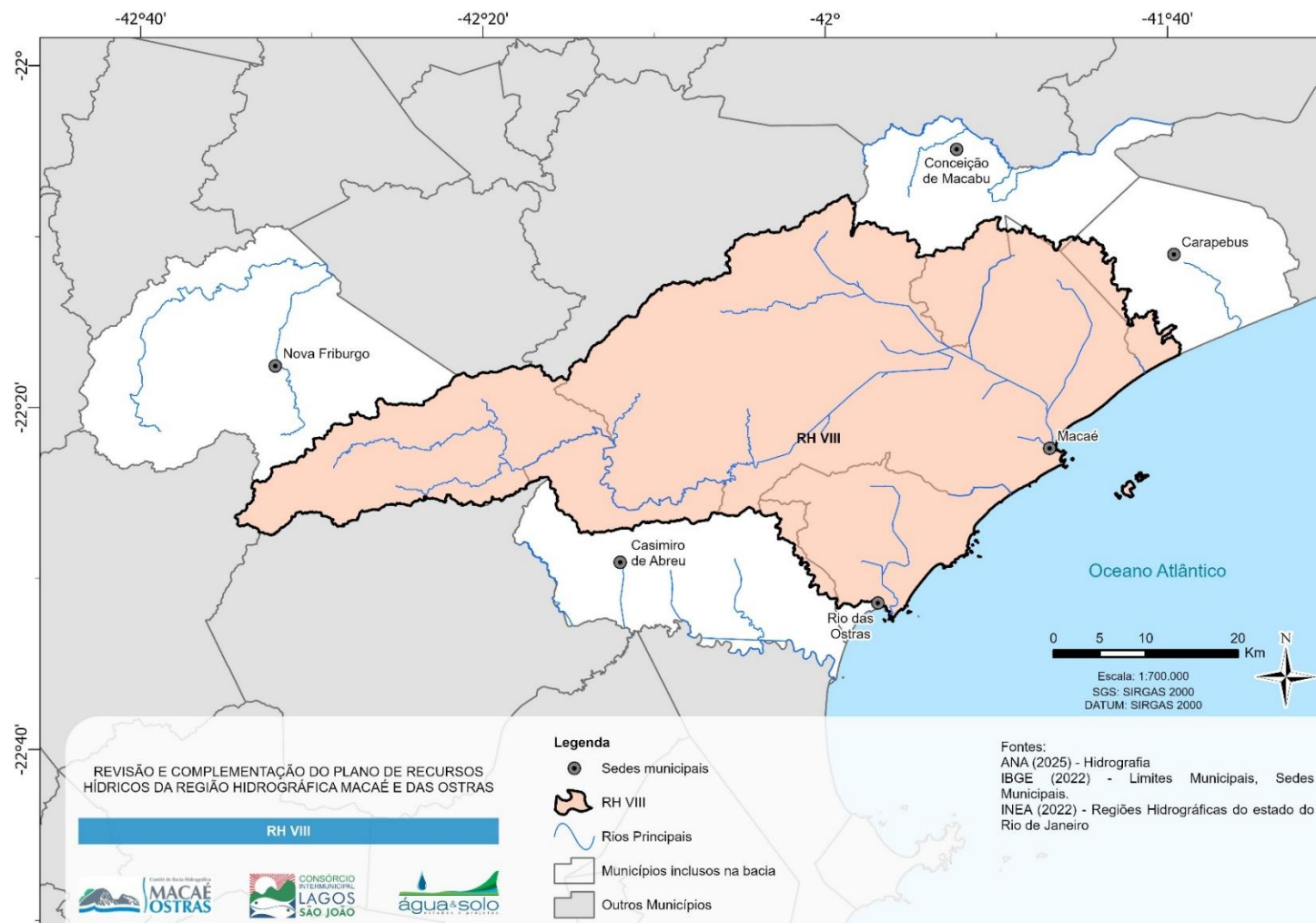


Figura 3.1. Localização da RH VIII.
 Fonte: Água e Solo, 2026.

O Rio Macaé, que já foi conhecido como rio dos Bagres, nasce na Serra Macaé de Cima, próximo ao pico do Tinguá (1.560 m), em Nova Friburgo, fluindo na direção leste-sudeste e percorrendo cerca de 136 km, desaguando no oceano Atlântico junto à cidade de Macaé. Seus principais afluentes pela margem direita são os rios Bonito, Purgatório e Pedrinhas; os córregos Abacaxi e Carão; o rio Teimoso, os córregos Roça Velha e Belarmino e o rio Três Pontes e, pela margem esquerda, os rios Sana, Atalaia, São Domingos, Santa Bárbara, Ouro, Macaé, São Pedro e Jurumirim, e os córregos Genipapo, Guanandirana e Sabiá. Destaca-se ainda que contribui para a bacia hidrográfica do rio Macaé (sub-bacia do Rio São Pedro), a transposição das águas da bacia do rio Macabu, através da Usina Hidrelétrica Macabu.

Nascendo entre a Serra do Pote e Careta com o nome de rio Jundiá, o Rio das Ostras percorre cerca de 29 km no sentido noroeste-leste, descrevendo uma série de meandros até a sua foz, na Boca da Barra. Seus principais afluentes são o Rio Iriri e Maurício. Sua bacia hidrográfica, Rio das Ostras, compreende a bacia propriamente dita mais um conjunto de microbacias litorâneas, que abrigam as lagoas Iriri (0,12 km²), Salgada (0,14 km²) e Itapebussus (0,10 km²) e alguns córregos que desaguam direto nas praias.

A RH VIII está situada entre dois polos de desenvolvimento, o turístico-comercial ao oeste e sul (Região Serrana e Região dos Lagos) e o petrolífero-canavieiro ao norte (Macaé/Campos). Nas últimas décadas, toda a região vem sofrendo consequências do crescimento populacional e industrial acelerado em função das atividades econômicas dos municípios de Macaé e Rio das Ostras, fortemente associadas à produção energética na Bacia de Campos, especialmente petróleo e gás. O município de Macaé, anteriormente designado Capital do Petróleo do Estado do Rio de Janeiro (2011), foi renomeado como Capital da Energia do Estado do Rio de Janeiro pela Lei Estadual nº 10.178/2023, refletindo a diversificação das atividades do setor energético na região. Essa região exhibe belezas naturais de inestimável importância ambiental, tais como as cachoeiras do Arraial do Sana, o Encontro dos Rios Macaé e Bonito, em Lumiar, as praias de Rio das Ostras, entre outras paisagens naturais. Elementos que atraem turistas que, em conjunto com a instalação e atuação de indústrias, agregam à região uma significativa importância socioeconômica e ambiental.

4 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E PRODUTOS

O desdobramento das subatividades e as respectivas metodologias de execução previstas nas atividades são descritos detalhadamente nos subitens subsequentes. As diretrizes e estratégias metodológicas apresentadas constituem-se no referencial técnico, conceitual, metodológico e teórico que orienta a execução das atividades e a elaboração dos produtos definidos no TR. Destaca-se que as propostas metodológicas poderão sofrer adequações após as reuniões de alinhamento envolvendo o Consórcio Intermunicipal Região dos Lagos (CILSJ) e o Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão e Complementação do PRH (GTA Revisão PRH), que serão devidamente registradas.

Os produtos originados do presente projeto estão descritos nos subitens subsequentes e exibidos graficamente no fluxograma da Figura 4.1. Considerando a divisão apresentada no TR, foram definidas as metas indicadas abaixo.

- Meta 1 - Elaborar 1 (um) Plano de Trabalho;
- Meta 2 - Elaborar e Implementar as Ações de 1 (um) Plano de Comunicação e Mobilização Social para a revisão do PRH;
- Meta 3 - Atualizar 1 (um) diagnóstico da RH VIII;
- Meta 4 - Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014-2024);
- Meta 5 - Atualizar 1 (um) prognóstico da RH VIII;
- Meta 6 - Atualizar ações do PRH RH VIII;
- Meta 7 - Atualizar 1 (um) Banco de Dados – Sistema de Informação Geográfica;
- Meta 8 - Elaborar 1 (um) Manual Operativo do PRH RH VIII.

Antes da emissão final, os produtos serão avaliados pelo CILSJ e, especificamente relatórios, pelo GTA Revisão PRH, e em alguns casos a CTIG e plenária do CBH Macaé Ostras, visando levantamento de contribuições e ajustes necessários. Igualmente, para os produtos vinculados à Meta 3 – Atualizar o diagnóstico e Meta 6 – Atualizar ações, prevê-se a realização de consultas populares e públicas.

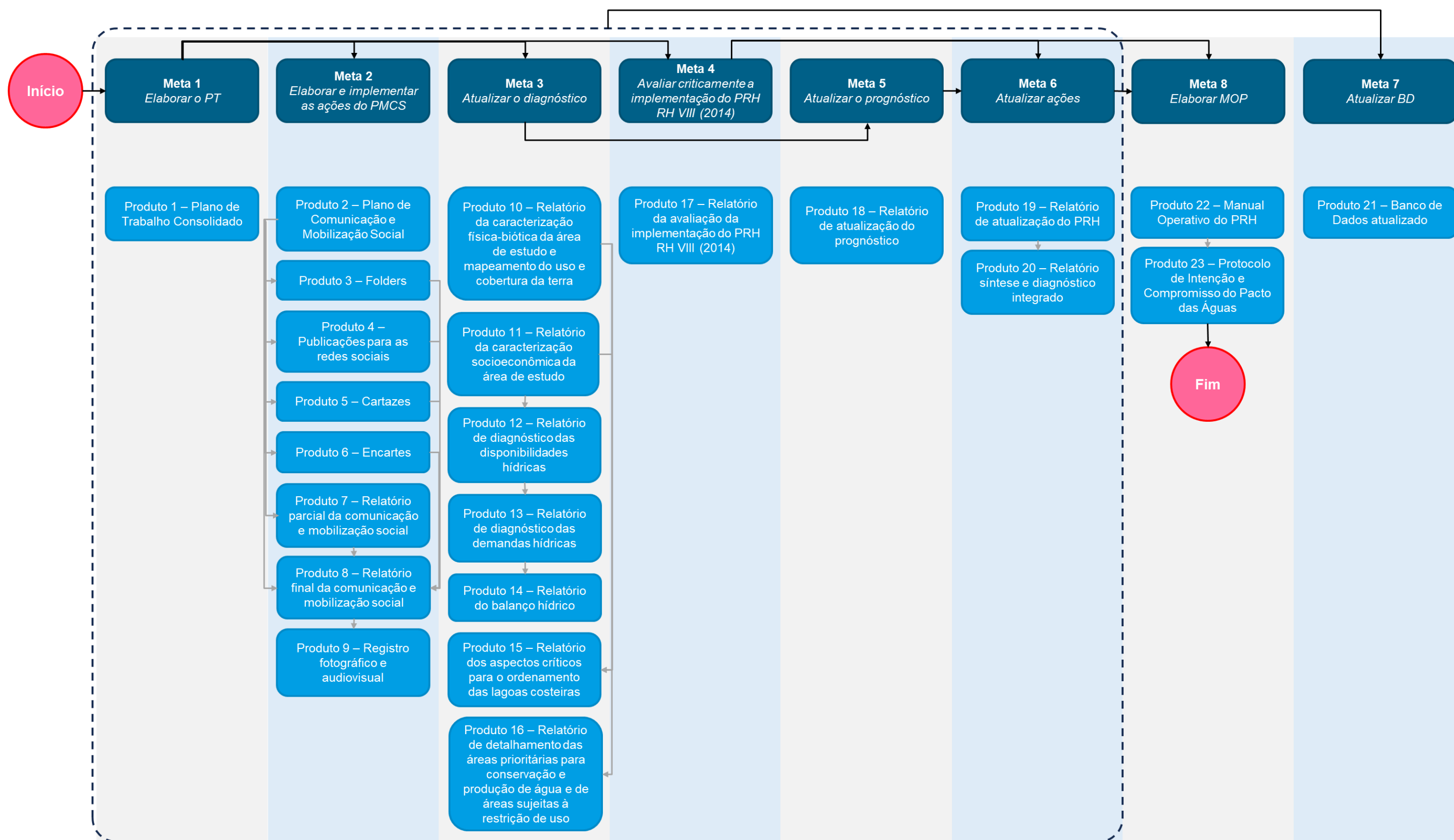


Figura 4.1. Diagrama de precedência e estrutura hierárquica das atividades.
Fonte: Água e Solo, 2026.

4.1 Meta 1 – Elaborar o Plano de Trabalho

4.1.1 Subatividades e metodologias

4.1.1.1 Reunião inicial

Posteriormente à assinatura do contrato, deu-se a mobilização dos recursos humanos e materiais para começo do planejamento e dos serviços previstos, iniciando pela elaboração do Plano de Trabalho (PT). Assim, compondo parte do escopo previsto, foram realizadas duas reuniões iniciais por videoconferência nos dias 29 de setembro e 10 de outubro de 2025. De forma geral, os tópicos abordados foram:

- Assuntos gerais;
- Apresentação da equipe técnica e suas respectivas funções;
- Pontos focais, formas de comunicação entre CILSJ, GTA Revisão PRH e Água e Solo;
- Padronizações;
- Plano de trabalho;
- Dúvidas e esclarecimentos iniciais.

4.1.1.2 Solicitação de esclarecimentos

Nos dias 20 e 31 de outubro de 2025, foram encaminhados via *e-mail* pedidos de esclarecimentos de dúvidas para o CILSJ, a cerca de diversas atividades e serviços previstos pelo TR. Também foram solicitados alguns dados e informações iniciais.

Nos dias 13 e 26 de novembro, foram realizadas reuniões junto, primeiramente, ao CILSJ e após ao CILSJ e GTA Revisão PRH. Os encaminhamentos consolidados foram enviados por *e-mail* no dia 04 de dezembro de 2025.

4.1.2 Produtos

4.1.2.1 Produto 1 – Plano de Trabalho Consolidado

O presente relatório se refere ao primeiro produto deste projeto e tem como objetivo principal apresentar o detalhamento do planejamento geral das atividades e subatividades para todo o período contratual, bem como as estratégias e o cronograma geral dos serviços.

4.2 Meta 2 – Elaborar e implementar as ações do Plano de Comunicação e Mobilização Social

O envolvimento da sociedade é fundamental para a elaboração de um PRH, conforme a Lei Federal nº 9.433/1997, Lei Estadual nº 3.239/1999, Resolução CNRH nº 145/2012 e demais alterações posteriores. Essa participação visa informar a população e buscar complementação dos estudos com novas informações que podem complementar o diagnóstico, registrar suas visões sobre os usos futuros das águas das bacias e indicar, inclusive, possíveis compromissos com as metas a serem estabelecidas no Plano.

Para que essa atuação seja efetiva, são previstos mecanismos de repasse e levantamento de informações no desenvolvimento dos estudos – por meio tanto da distribuição dos principais conteúdos gerados quanto da realização de eventos e reuniões para informação e discussão de temáticas no âmbito da revisão do PRH. A descrição geral das atividades centrais e produtos relacionados à comunicação e à mobilização é comentada na sequência. Ao contrário das demais, não será apresentado o detalhamento desta meta no presente produto, uma vez que será abordado especificamente no Plano de Comunicação e Mobilização Social para Revisão do PRH (PCMS), que tratará do planejamento e das metodologias a serem adotados para ações voltadas para a sociedade civil e demais atores envolvidos.

4.2.1 Subatividades e metodologias

4.2.1.1 Elaboração do PCMS

Inicialmente, será feita a avaliação de estratégias e resultados obtidos durante a elaboração do PRH RH VIII (2014), por meio de registros e conversas com atores chaves, especialmente, do CILSJ e GTA Revisão PRH. Tal atividade está diretamente associada à Meta 4 – Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014).

A partir de sugestões e lições aprendidas, serão propostas metodologias adaptadas à realidade atual da RH VIII e às ferramentas disponíveis, considerando os avanços tecnológicos alcançados desde 2014. Ao longo da revisão do PRH RH VIII, serão divulgadas informações produzidas e recolhidas contribuições para construção dos produtos, por meio de materiais físicos e digitais, além de realizados eventos técnicos e de divulgação. A descrição das metodologias propostas, dos eventos a serem realizados,

dos produtos elaborados (incluindo proposta gráfica e conteúdo) e dos resultados esperados será compilada no Produto 2 – Plano de Comunicação e Mobilização Social.

4.2.1.2 Implementação do PCMS

a) Produção de conteúdo

Adotando uma linguagem compreensível e acessível para os diferentes públicos, serão elaborados, ao menos, quatro tipos de informativos: folders, publicações para as redes sociais, cartazes e encartes. Cada um dos documentos terá um objetivo distinto, sendo distribuídos/publicados antes ou durante os eventos mencionados no item (b). No Produto 2 serão apresentados os modelos, as propostas de conteúdos, quantitativos (quando não especificados) e forma de distribuição (física ou digital), caso a caso.

b) Eventos

Conforme o TR, estão previstos três tipos de eventos, sendo eles: Consultas Populares, Consultas Públicas e Oficina de Imersão. As primeiras têm como objetivos a preparação de atores sociais a temáticas específicas e o levantamento de informações para produtos associados às Metas 3 e 6, relacionadas ao diagnóstico da RH VIII, ao plano de ações e à versão final do PRH RH VIII. Por isso, terão como metodologia a realização de oficinas de capacitação e rodas de conversa. Ao total, estão previstas 12 Consultas Populares, que serão divididas nas sub-bacias do Alto Rio Macaé, Médio Rio Macaé, Baixo Rio Macaé e bacia do Rio das Ostras, anteriormente a cada Consulta Pública.

Quanto ao segundo tipo de evento, previu-se que as Consultas Públicas sejam realizadas ao final da Meta 3 – Atualizar o diagnóstico (três após primeira emissão do Produto 16 – Relatório de Detalhamento das Áreas Prioritárias para Conservação e Produção de Água e de Áreas Sujeitas à Restrição de Uso (RD-07)) e Meta 6 – Atualizar ações (três após primeira emissão do Produto 19 – Relatório de Atualização do Plano de Recursos Hídricos e uma do Produto 22 – Manual operativo do PRH). No entanto, tendo em vista o objetivo e os atores envolvidos na construção do MOP, propõe-se que a Consulta Pública seja substituída por (i) conversas com instituições responsáveis pelo arcabouço legal, planejamento, execução e fiscalização do gerenciamento de recursos hídricos, e pela (ii) apresentação do MOP em reunião aberta do CBH Macaé Ostras. Para

fins de compatibilidade quantitativa com o TR, sugere-se adicionar mais uma consulta para a 3ª Rodada de Consulta Pública (apresentação do PRH atualizado).

O planejamento dos eventos será apresentado no Produto 2. A descrição detalhada contemplará: metodologia e temáticas inicialmente propostas, estratégias de mobilização, datas e municípios prováveis, critérios para seleção dos locais, transporte, número participantes, sistema de avaliação, entre outros.

c) Apresentações para a Plenária do CBH Macaé Ostras

Ao longo do processo da revisão e atualização do PRH e do Manual Operativo (item 4.8), a empresa apresentará a evolução dos estudos e das ações do projeto, bem como trará discussões técnicas, quando pertinentes e após alinhamento com o CILSJ, para serem tratados nas reuniões de acompanhamento do PRH. No caso de apresentação de produtos, serão respeitados os prazos para convocação das reuniões, sendo 10 dias para extraordinárias e 15 dias para ordinárias.

4.2.1.3 Informações e dados necessários

Para o desenvolvimento de atividades iniciais, solicitou-se ao CILSJ/GTA Revisão PRH o envio de:

- Planilha orçamentária com a descrição dos quantitativos previstos pelo TR e no valor global máximo permitido para a contratação: balizar os investimentos necessários, especialmente, relacionados à produção de conteúdos;
- Lista de atores e contatos (telefone, e-mail) que são considerados (1) prioritários e (2) importantes para a realização das entrevistas previstas para a Meta 4 – Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014): indicada pelo GTA Revisão PRH, a relação de atores será avaliada e, quando necessário, complementada pela empresa durante a elaboração do Produto 2 e atualizada durante a revisão do PRH;
- Lista de atores e contatos (telefone, e-mail) que são considerados prioritários para acompanhar o campo previsto para janeiro de 2026 (item 4.2.1.3): indicada pelo GTA Revisão PRH.

4.2.2 Produtos

A seguir, são descritos brevemente os produtos relacionados à Meta 2. Conforme mencionado antes, os detalhamentos e as propostas de modelos serão apresentados no Produto 2. A previsão de entrega de cada um dos produtos está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.2.2.1 Produto 2 – Plano de Comunicação e Mobilização Social

Similarmente ao presente documento, o Produto 2 será construído com o objetivo de estabelecer o “plano de trabalho” das atividades de comunicação e mobilização social, contemplando o planejamento de ações, eventos e conteúdos. Sendo assim, propõe-se como estrutura do documento:

- Introdução;
- Objetivos;
- Papéis e responsabilidades (AeS, CILSJ, CBH Macaé Ostras, poder público, usuários de água, população, entre outros);
- Descrição das atividades e produtos:
 - Processo e estratégia de comunicação e mobilização social;
 - Planejamento e metodologia de reuniões, eventos previstos e Pacto da Água;
 - Produção de conteúdos;
 - Registros de informações levantadas;
 - Registros fotográficos e audiovisuais;
- Plano de gerenciamento do PCMS:
 - Equipe técnica;
 - Produtos;
 - Recursos materiais;
- Limitações e desafios;
- Nova identidade visual e suas aplicações;
- Resultados esperados pelo PCMS e discussões para melhorias de maiores formas de alcance à comunicação e mobilização social
- Referências bibliográficas;
- Anexos:

- Lista de atores e contatos;
- Modelos de conteúdos a serem elaborados.

4.2.2.2 Produto 3 – Folders

As propostas de modelo e conteúdos serão apresentadas no Produto 2. Antes da emissão final de todos os exemplares (500 unidades), será enviada uma amostra física (boneca) para aprovação do CILSJ. Um modelo para cada rede social. Serão seguidas as especificações técnicas descritas no TR.

4.2.2.3 Produto 4 – Publicações para as redes sociais

As propostas de modelos e conteúdos serão apresentadas no Produto 2, individualmente para cada rede social (Instagram, Facebook e LinkedIn). Antes do envio para publicação será submetida à aprovação do CILSJ. Serão seguidas as especificações técnicas descritas no TR.

4.2.2.4 Produto 5 – Cartazes

As propostas de modelo e conteúdos serão apresentadas no Produto 2. Antes da emissão final de todos os exemplares (820 unidades, ao total), será enviada uma amostra digital para aprovação do CILSJ. Serão seguidas as especificações técnicas descritas no TR.

4.2.2.5 Produto 6 – Encartes

Como descrito no TR, os encartes serão elaborados em quatro versões. A primeira apresentará os resultados do diagnóstico (Produtos 10 a 16 – ver item 4.3.2), enquanto as demais compilarão uma síntese do plano revisado e serão focados para três diferentes públicos (sociedade civil, poder público e usuários de água). Antes da emissão final de todos os exemplares (1.700 unidades, ao total), será enviada uma versão digital para validação do conteúdo pelo CILSJ e pela CTEACOM. Posteriormente à aprovação, será encaminhada uma amostra física (boneca) para aprovação. Serão seguidas as especificações técnicas descritas no TR.

4.2.2.6 Produto 7 – Relatório Parcial da Comunicação e Mobilização Social

A partir do planejamento previsto pelo Produto 2, serão aplicadas as metodologias previstas ou atualizadas, conforme necessidade, para o desenvolvimento da Meta 2. As atividades executadas e os resultados alcançados serão então registrados no Produto 7.

Ao total, serão elaborados quatro relatórios parciais, sendo divididos em:

- Oficina de imersão;
- 1º ciclo de consultas populares e públicas, relacionadas à Meta 3 (diagnóstico);
- 2º ciclo de consultas populares e públicas, relacionadas à Meta 6 (plano de ações);
- 3º ciclo de consultas populares e públicas, relacionadas a Meta 6 (versão consolidada do plano).

Propõe-se como estrutura do documento:

- Introdução;
- Objetivos;
- Descrição das atividades e produtos, com a apresentação de alguns registros fotográficos selecionados:
 - Em relação ao Produto 2, adaptações no processo e na estratégia de comunicação e mobilização social, se for o caso;
 - Execução e metodologia de reuniões, eventos previstos e, quando aplicável, Pacto da Água;
 - Produção de conteúdos;
 - Registros de informações levantadas;
- Limitações e desafios;
- Referências bibliográficas;
- Anexos:
 - Lista de presentes;
 - Registros de questionamentos e/ou contribuições recebidas.

4.2.2.7 Produto 8 – Relatório Final da Comunicação e Mobilização Social

O penúltimo produto relacionado à Meta 2 apresentará a consolidação de todos os Produtos (7) emitidos, com uma breve descrição e indicadores dos eventos realizados e

materiais produzidos, além das metodologias aplicadas, de desafios e lições aprendidas e atores presentes na construção da revisão do PRH.

4.2.2.8 Produto 9 – Registro fotográfico e audiovisual

Ao longo do desenvolvimento da Meta 2, serão realizados registros fotográficos e audiovisuais de momentos específicos dos eventos de consultas populares, consultas públicas e oficina de imersão. Serão seguidas as especificações técnicas descritas no TR.

4.3 Meta 3 – Atualizar o diagnóstico

O diagnóstico apresentará a compilação das informações atualizadas relacionadas à caracterização das bacias em termos físicos, bióticos, socioeconômicos, infraestrutura hídrica e saneamento ambiental, bem como aspectos institucionais e legais da gestão de recursos hídricos. Além disso, serão levantados os conflitos existentes e diagnósticos das atuais demandas hídricas superficiais e subterrâneas, os quais, analisados junto às disponibilidades hídricas, formularão o balanço hídrico das bacias.

4.3.1 Subatividades e metodologias

Na sequência, estão apresentados os tópicos que comporão os produtos 10 a 16, que constituem o diagnóstico da RH VIII. A compreensão do cenário atual, por sua vez, fornecerá subsídios para construção de cenários futuros (Meta 5 – Atualizar o prognóstico) e, com isso, do planejamento e da definição das ações e programas (Meta 6 – Atualizar ações) a serem implantados no horizonte do atual PRH RH VIII (2025-2035).

4.3.1.1 Levantamento prévio

Anteriormente ao início efetivo da elaboração dos produtos relacionados à Meta 3, será realizado o mapeamento e identificação de dados e informações existentes de diversas temáticas. Caso necessário, serão contatadas as devidas entidades responsáveis para acesso a dados não disponíveis publicamente.

Conforme alinhado com o CILSJ, serão elaboradas minutas de ofícios para solicitação de dados que serão encaminhados pelo CILSJ para as instituições. O controle da solicitação e recebimento dos dados será realizado por tabela compartilhada com a fiscalização para devido registro.

De forma complementar, parte da equipe técnica da contratada realizou uma visita de reconhecimento na região na semana do dia 11 de janeiro de 2026. Nesta oportunidade, foi percorrida a RH VIII, visitados alguns pontos de referência importantes. O trajeto foi acompanhado por representantes do CILSJ/ GTA Revisão PRH, previamente identificados pelo GTA Revisão PRH.

4.3.1.2 Legislações e instrumentos existentes

Paralelamente às demais atividades, descritas na sequência, serão levantados legislações e respectivos instrumentos relacionados às diferentes temáticas dos diagnósticos, em especial, relacionados a áreas protegidas por lei, recursos hídricos e gestão territorial. Além de indicarem critérios e condições estabelecidas pelas normas, quando necessário, poderão ser avaliadas lacunas técnicas e/ou operacionais existentes.

4.3.1.3 Atualização da caracterização físico-biótica e mapeamento do uso e cobertura da terra

Esta atividade tem como objetivo atualizar a descrição fisiográfica regional, a partir do estudo de aspectos físicos.

A seguir, apresenta-se os principais tópicos e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 10 – Relatório da Caracterização Física-Biótica da Área de Estudo e Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra (RD-01).

a) Climatologia

A atualização dos dados climatológicos contemplará diversas séries históricas disponíveis, visando representar de forma consistente as condições climáticas da região. Serão utilizadas as principais variáveis climáticas, como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, pressão atmosférica e insolação, provenientes de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA). A partir desse levantamento, será realizada a caracterização climática regional e a estimativa da evapotranspiração.

Adicionalmente, serão analisadas possíveis anomalias climáticas e hidrológicas associadas ao contexto histórico da RH VIII, incluindo a ocorrência de eventos extremos

como inundações, tempestades severas, alterações no padrão de precipitação e impactos sobre a qualidade da água. Essa avaliação considerará registros históricos, séries temporais de precipitação e vazão, estudos científicos disponíveis e informações institucionais, buscando identificar tendências, recorrência de eventos críticos e possíveis implicações para a gestão de recursos hídricos da bacia.

Os dados climatológicos serão utilizados no Modelo de Grandes Bacias (MGB), a fim de calcular a evapotranspiração potencial mensal. A evapotranspiração é um dos principais componentes do ciclo hidrológico, influenciando diretamente a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, sendo essencial para a simulação hidrológica e para a avaliação da oferta de água na bacia (ANA, 2020). Para essa estimativa, será empregada a equação de Penman-Monteith (Equação 1), considerada padrão internacional pela sua ampla validação em diferentes condições climáticas (ALLEN, 2004).

$$E = \left(\frac{\Delta * (R_L - G) + \rho_A * c_p * \frac{e_s - e_d}{r_a}}{\Delta + \gamma * \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right)} \right) * \frac{1}{\lambda * p_w}$$

Equação 1

Os dados meteorológicos utilizados na aplicação da equação serão obtidos exclusivamente a partir de estações meteorológicas do INMET, as quais disponibilizam, de forma integrada, as variáveis necessárias ao cálculo da evapotranspiração. Esse procedimento busca evitar possíveis inconsistências decorrentes da combinação de diferentes bases de dados. Serão consideradas as variáveis: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, pressão atmosférica, insolação, saldo de radiação (r), fluxo de calor no solo (G), a declividade da curva de pressão de vapor (Δ) e a constante psicrométrica (γ).

Os dados de precipitação utilizados nas análises serão provenientes de séries históricas consistentes de estações pluviométricas operadas pela ANA e pelo INMET, priorizando registros com maior extensão temporal, continuidade e representatividade espacial na área de estudo.

A Tabela 4.1 apresenta as estações selecionadas e um resumo de suas principais informações. As estações presentes na região apresentam séries históricas

consistentes, abrangendo o período necessário para a caracterização climática da área de estudo. A distribuição espacial, representada na Figura 4.2, permite representar as variações climáticas, considerando diferentes altitudes e unidades fisiográficas.

Tabela 4.1. Estações selecionadas para o diagnóstico climatológico.

Código	Nome	Órgão	Período disponível	Situação	Município
2241003	Macabuzinho	ANA	1943-2025	Operante	Conceição de Macabu
2241004	Fazenda Oratório	ANA	1967-2025	Operante	Macaé
2241008	Fazenda Paciência	ANA	1935-1964	Inativa	Conceição de Macabu
2241016	Macaé	ANA	1935-1978	Inativa	Macaé
2242001	Leitão da Cunha	ANA	1965-2025	Operante	Trajano de Moraes
2242002	Maria Mendonça	ANA	1965-2025	Operante	Trajano de Moraes
2242003	Piller	ANA	1950-2025	Operante	Nova Friburgo
2242004	Galdinópolis	ANA	1950-2025	Operante	Nova Friburgo
2242005	Fazenda São João	ANA	1967-2025	Operante	Nova Friburgo
2242006	Rio dourado	ANA	1967-2025	Operante	Casimiro de Abreu
2242008	Gaviões	ANA	1967-2025	Operante	Silva Jardim
2242015	Cachoeiras de Macacu	ANA	1942-1980	Operante	Cachoeiras de Macacu
2242016	Fazenda São Joaquim	ANA	1967-2025	Operante	Cachoeiras de Macacu
2242017	Visconde de Imbé	ANA	1965-2025	Operante	Trajano de Moraes
2242018	Barra alegre	ANA	1965-2025	Operante	Bom Jardim
2242019	Vargem alta	ANA	1965-2025	Operante	Nova Friburgo
2242024	Teodoro de oliveira	ANA	1965-2025	Operante	Nova Friburgo
2242025	Cascatinha do cônego	ANA	1967-2025	Operante	Nova Friburgo
2242058	Rio dourado (EFL)	ANA	1935-1963	Inativa	Casimiro de Abreu
2242060	Glicério (Crubixais)	ANA	1935-1967	Inativa	Macaé
A604	Cambuci	INMET	2002-2025	Operante	Cambuci
A607	Campos dos Goytacazes	INMET	2006-2025	Operante	Campos dos Goytacazes
A608	Macaé	INMET	2006-2025	Operante	Macaé
A620	São Tomé	INMET	2008-2025	Operante	Campos dos Goytacazes
A624	Salinas	INMET	2010-2025	Operante	Nova Friburgo

Fonte: Água e Solo, 2026.

PLANO DE TRABALHO | 25001-M1-PT-00-03

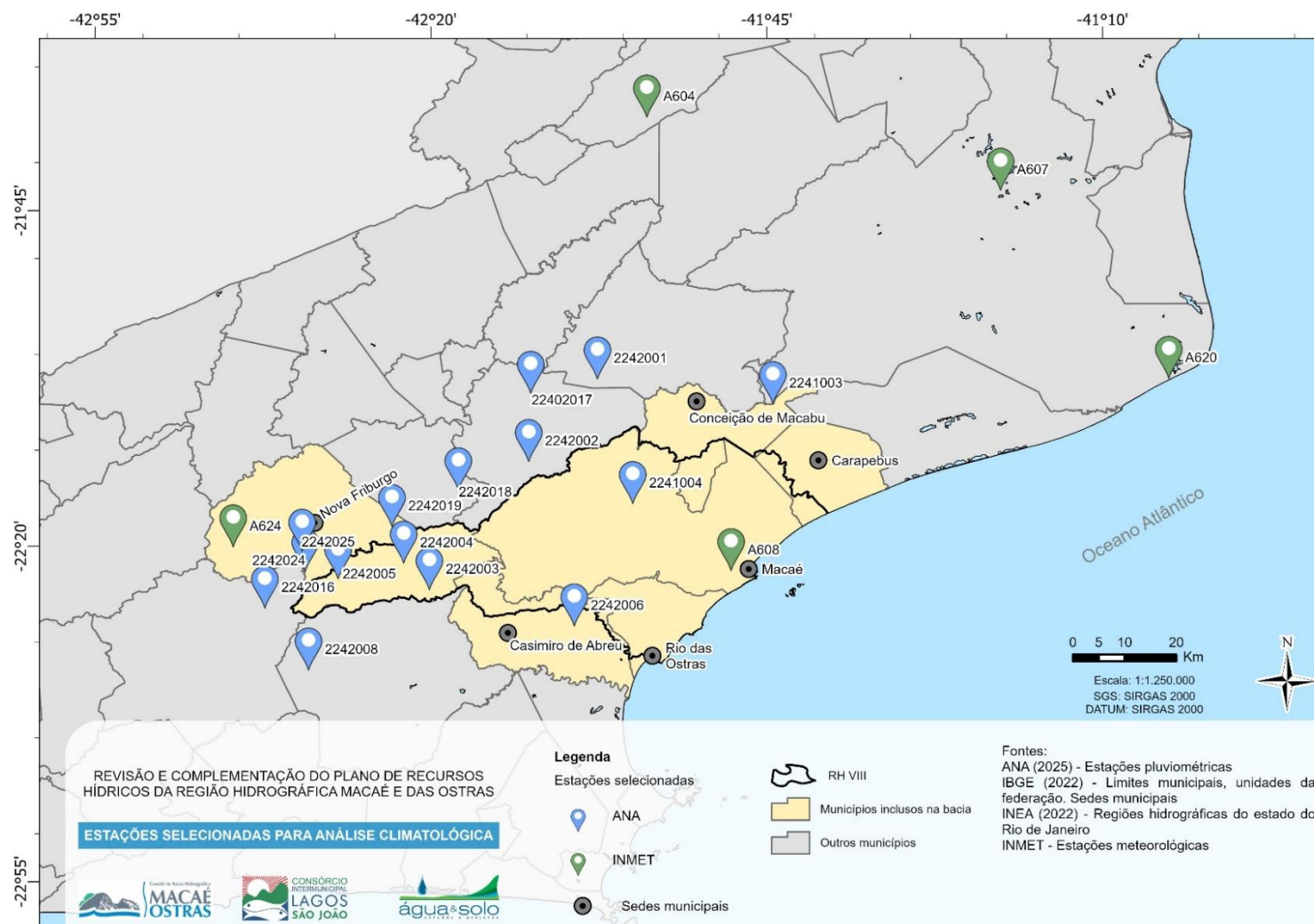


Figura 4.2. Mapa das estações selecionadas para análise climatológica.
Fonte: Água e Solo, 2026.

Para fins de verificação de consistência, serão considerados os dados disponíveis provenientes das estações mantidas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, por meio do Laboratório de Meteorologia (LAMET), e da rede do sistema Alerta de Cheias operado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), os quais serão solicitados via ofício. Destaca-se que essas séries serão utilizadas principalmente para validação e checagem de consistência dos dados das estações com séries históricas mais, não constituindo, em princípio, a base principal da análise climatológica, em razão da possível limitação temporal das séries disponíveis.

Posteriormente, para a elaboração do Produto 12 – Relatório de Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas (RD-03), como explicado no item 4.3.1.5, serão revisados dados meteorológicos e climatológicos.

b) Relevo, geomorfologia e geologia

A atualização da caracterização geológica e geomorfológica será atualizada refletindo o conhecimento consolidado após 2014, trazendo as bases mais recentes do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), bem como estudos científicos encontrados em repositórios acadêmicos de universidades. Igualmente, será atualizado o modelo digital de terreno (MDT) da RH VIII utilizando o ANADEM (Laipelt *et al.*, 2024), que se configura como um modelo com remoção do viés causado pela vegetação a partir do uso de técnicas de machine learning, disponível para toda a América do Sul, originário do Copernicus GLO-30 e com resolução espacial de 30 m. Adicionalmente, serão avaliadas bases de dados mais detalhadas eventualmente disponibilizadas por instituições oficiais, como o INEA, sendo adotado o modelo que apresentar melhor resolução espacial e adequação à área de estudo.

Este item abordará os principais compartimentos do relevo, as áreas montanhosas no Alto Macaé, marcadas por alta declividade e processos erosivos naturais, até as extensas planícies costeiras e sistemas lagunares do baixo curso, cuja síntese está relacionada aos processos sedimentares e à dinâmica marinha e costeira. As análises incluirão a identificação de áreas potencialmente instáveis, suscetíveis a movimentos de massa, erosão e assoreamento, assim como a avaliação de como as características geológicas influenciam a disponibilidade hídrica, a recarga subterrânea e a

vulnerabilidade ambiental. Serão elaborados mapas temáticos de geologia, geomorfologia e declividade, assim como a avaliação da distribuição na bacia.

Em janeiro, será realizada uma visita técnica com o objetivo de complementar os dados primários existentes da área de estudo. Os resultados e registros fotográficos serão encaminhados junto com o Produto 10 – Relatório da Caracterização Física-Biótica da Área de Estudo e Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra (RD-01).

c) Pedologia

As mudanças significativas no uso e ocupação do solo ocorridas ao longo da última década na região, principalmente as que estão associadas à expansão urbana, à intensificação de atividades agropecuárias e à implantação de novos empreendimentos, tornam necessária a atualização e revisão deste item, a fim de compreender os impactos gerados e futuros. Ainda que as classes de solos não sofram alterações em uma escala temporal curta, as condições de uso, cobertura, manejo, compactação, exposição e suscetibilidade à erosão podem ter se modificado, alterando os padrões ambientais e hidrológicos.

A caracterização pedológica será realizada a partir de dados secundários provenientes de bases oficiais e a análise espacial a partir de geoprocessamento. Serão utilizados os mapeamentos do IBGE, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e do INEA. A análise permitirá identificar as principais classes de solos e sua distribuição espacial, características físicas e hidrológicas. A partir dos resultados obtidos será possível realizar as avaliações do uso do solo, da vulnerabilidade ambiental, dos processos erosivos e da recarga hídrica, relacionando com os outros itens abordados no diagnóstico ambiental.

d) Aspectos bióticos

A RH VIII está inserida no bioma Mata Atlântica, reconhecido internacionalmente como um *hotspot* mundial de biodiversidade pela sua riqueza biológica e ao forte grau de ameaça (MITTERMEIER *et al.*, 2005). De acordo com MMA (2023), esse bioma engloba formações como florestas ombrófilas densas, restingas, manguezais, sistemas lagunares e campos de dunas, todos ecossistemas de alta fragilidade ambiental e relevância ecológica. IBGE (2019) também reconhece esses ambientes como

componentes essenciais da estrutura ecológica da Mata Atlântica, especialmente no litoral sudeste.

Para analisar a paisagem natural da RH VIII e compreender suas dinâmicas, serão consideradas as unidades de conservação (UCs) de proteção integral e de uso sustentável presentes no território ou diretamente associadas aos seus ecossistemas. Entre elas, destaca-se o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, criado em 1998, abrangendo cerca de 14.800 ha. Essa unidade de proteção integral conserva o maior contínuo de ecossistemas de restinga protegido no país, incluindo lagunas, dunas e uma vasta vegetação costeira (BRASIL, 1998; BRASIL, 2013).

No sul da região, a Reserva Biológica União, instituída pelo Decreto de 22 de abril de 1998, representa uma das principais áreas de preservação de remanescentes de floresta atlântica de tabuleiros no estado do Rio de Janeiro. É uma Unidade de Proteção Integral, sob responsabilidade do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que permite visitação pública restrita e tem foco na proteção integral dos ecossistemas e na pesquisa científica (ICMBIO, 2008; ICMBIO, 2024). A Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Macaé, criada pelo Decreto Estadual nº 42.009/2009, compreende áreas de grande heterogeneidade ambiental, especialmente na porção montanhosa da bacia. A APA do Sana, instituída pelo Decreto Estadual nº 25.559/1999, protege aproximadamente 15 mil hectares na região das cabeceiras do rio Sana. A área possui importância ecológica e turística, abrigando remanescentes de florestas montanas e desempenhando papel estratégico na ecologia do Alto Macaé (INEA, 2022).

Nos municípios da bacia existem unidades como o Monumento Natural dos Costões Rochosos de Macaé, criado pela Lei Municipal nº 4.054/2012, que protege ambientes marinhos e costeiros associados a costões rochosos, trechos de restinga e formações arenosas remanescentes. O estado do Rio de Janeiro conta com o Programa RPPN-RJ, instituído pelo Decreto Estadual nº 40.909/2007, que o reconhecimento das Reservas do Patrimônio Natural pelo órgão ambiental estadual, como UCs de proteção integral. Essas unidades são registradas no CNUC e têm papel fundamental para a conservação de fragmentos de restinga e áreas úmidas costeiras na região do estudo (ICMBIO, 2024).

A atualização do diagnóstico de fauna e flora também será realizada a partir de levantamento secundário de dados, com base em fontes públicas oficiais e literatura técnico-científica. Para a flora, serão utilizados o Atlas dos Remanescentes de Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2023), repositórios universitários, estudos publicados em periódicos acadêmicos e catálogos públicos de consulta. As informações sobre biodiversidade e UCs serão consolidadas a partir de dados do INEA, do CNUC e dos planos de manejo disponibilizados pelo ICMBio. As ocorrências de espécies serão analisadas a partir de registros do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR), além dos mapeamentos de remanescentes florestais e fitofisionomias do IBGE, garantindo a integração dos dados disponíveis para a região.

e) Áreas protegidas

A identificação e a delimitação das áreas de preservação permanente (APPs) serão realizadas com base na legislação ambiental vigente, especialmente a Lei Federal nº 12.651/2012 e suas atualizações, considerando áreas associadas aos cursos d'água, nascentes, áreas de encosta, topos de morro, manguezais, restingas e demais feições definidas pela legislação. A partir desses critérios legais, será efetuada a delimitação espacial das APPs por meio de técnicas de geoprocessamento, utilizando bases cartográficas oficiais de hidrografia, modelos digitais de elevação, uso e cobertura do solo e limites administrativos.

As áreas delimitadas serão comparadas com os dados disponibilizados pelo INEA e com as informações declaradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR), validando os limites das APPs e identificando possíveis divergências e áreas em desconformidade com a legislação. Também serão analisados os limites das APPs em áreas urbanas, considerando os instrumentos de ordenamento, como planos diretores, legislações de uso do solo e normas específicas aplicáveis às áreas urbana.

As metodologias empregadas para a delimitação de cada classe serão descritas, juntamente com a legislação aplicada em cada caso uma análise comparativa por município. O resultado será apresentado em mapas, consolidando todas as categorias de APPs identificadas. Também será apresentada a quantificação de área por cada categoria em relação à bacia hidrográfica e a porcentagem total destinada às APPs.

Igualmente, serão levantadas outras áreas protegidas como UCs e áreas indígenas, por meio dos cadastros registrados em bases oficiais (Sistema Nacional de Unidades de Conservação e Fundação Nacional dos Povos Indígenas, respectivamente), e Faixa Marginal de Proteção (FMP), disponibilizado pelo INEA.

f) Uso e cobertura do solo

A caracterização do uso e cobertura do solo será desenvolvida a partir de técnicas de sensoriamento remoto, com base em imagens do MapBiomas, Coleções 8 e 9, que abrangem séries históricas de 1985 a 2024, com resolução espacial de 30 metros, assim como o INEA, que também conta com dados de uso e cobertura do solo do estado do Rio de Janeiro. Essas bases permitirão identificar e classificar de forma padronizada diversas categorias de cobertura vegetal e uso antrópico. As classes apresentadas nas legendas do MapBiomas serão detalhadas nos mapas, acompanhadas da porcentagem ocupada por cada uma no território da bacia, incluindo a distribuição por município.

Os dados serão processados para os limites geográficos da RH VIII, permitindo identificar a evolução da ocupação territorial ao longo das últimas décadas. A região apresenta dinâmicas contrastantes entre a porção serrana, predominantemente florestada e com menor pressão antrópica, e a faixa litorânea, onde a expansão urbana, atividades industriais, infraestrutura portuária e empreendimentos turísticos têm promovido mudanças significativas na paisagem. A análise temporal permitirá compreender como essas transformações afetam a organização do espaço, a fragmentação de *habitats* e as vulnerabilidades associadas ao uso da terra.

Serão elaborados mapas com objetivo de comparação e representação da situação no início do processo mais intenso de urbanização recente e o cenário atual, correspondente ao período mais recente com dados completos do MapBiomas. A comparação de dados atuais com os do PRH RH VIII (2014) permitirá identificar tendências de conversão de áreas naturais em áreas urbanas e agrícolas, redução de vegetação nativa, alterações em áreas úmidas e manguezais, além de possíveis processos de degradação e expansão de áreas não vegetadas ao longo da zona costeira.

A análise espacial será complementada por tabelas sintéticas que relacionam a participação de cada classe de uso da terra em cada município da RH VIII, permitindo avaliar diferenças estruturais em termos de cobertura vegetal, padrões de urbanização e áreas de preservação. Complementarmente, será avaliada APPs florestadas (dentro e fora de UCs), bem como a situação da cobertura vegetal nas Áreas de Interesse para a Proteção de Mananciais (AIPM).

Os resultados serão discutidos em conjunto com a legislação municipal e estadual vigente, como zoneamento urbano, planos diretores, UCs e APPs, de modo a contextualizar a expansão territorial e seus possíveis conflitos com áreas ambientalmente sensíveis. Essa abordagem permitirá compreender a relação entre o uso e cobertura do solo e os impactos sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, destacando situações críticas como aumento do escoamento superficial, impermeabilização, assoreamento e alterações na integridade de ecossistemas costeiros e fluviais.

4.3.1.4 Atualização da caracterização socioeconômica

A atualização da caracterização socioeconômica da RH VIII tem como objetivo revisar e reorganizar o conjunto de informações que descrevem a realidade social, econômica, cultural, institucional e territorial da região, considerando as transformações ocorridas desde a elaboração do PRH RH VIII (2014). O processo busca construir um panorama atual e comparável da dinâmica socioeconômica que influencia o uso da água, a ocupação do território e o funcionamento das atividades humanas vinculadas aos recursos hídricos.

A atualização será realizada a partir de um conjunto articulado de procedimentos metodológicos que envolvem coleta, sistematização, tratamento e organização das informações provenientes de fontes oficiais e de documentos técnicos relevantes. Esse trabalho exige recompor séries estatísticas e bases documentais, assegurando que todas as informações utilizadas estejam metodologicamente alinhadas, territorialmente compatíveis com a área efetivamente pertencente à RH VIII e comparáveis ao diagnóstico de referência. As bases oficiais serão revisadas quanto à integridade,

consistência temporal e aderência territorial, com atenção especial à representação dos municípios total ou parcialmente inseridos na RH VIII.

O processo requer a padronização das diferentes fontes de informação, a verificação da coerência interna das bases, a uniformização dos critérios territoriais e o tratamento de divergências metodológicas entre séries produzidas em períodos distintos. Inclui também a consolidação de parâmetros estatísticos e territoriais que permitirão organizar adequadamente as análises exigidas no TR. A coleta estruturada dos dados, o controle de qualidade das informações, o ajuste das escalas geográficas e a sistematização dos conteúdos reunidos constituem as atividades necessárias para formar o conjunto de dados que será utilizado no desenvolvimento dos temas apresentados a seguir e que constituirão o conteúdo do Produto 11 – Relatório da Caracterização Socioeconômica da Área de Estudo (RD-02).

a) Aspectos demográficos e setores produtivos, de comércio e serviços

A atualização dos aspectos demográficos será realizada com base nas informações disponibilizadas pelo Censo Demográfico de 2022, pelas estimativas intercensitárias e pelos resultados definitivos dos Censos anteriores. Como parte das tabelas detalhadas do Censo 2022 ainda não se encontra publicada, serão utilizadas as informações já divulgadas e, quando necessário, séries complementares que assegurem continuidade em relação ao diagnóstico anterior. Esse procedimento permitirá apresentar a evolução da população, sua distribuição por faixas etárias e a organização espacial dos grupos populacionais na área da RH VIII.

A atualização da estrutura produtiva, do comércio e dos serviços utilizará duas bases oficiais principais. A primeira é o Produto Interno Bruto (PIB) Municipal, que fornece informações sobre o valor adicionado bruto por grandes setores da economia e permite descrever o peso relativo das atividades agropecuárias, industriais e de serviços no conjunto dos municípios considerados. Este indicador será empregado para analisar a composição setorial da economia, a evolução recente da produção e a participação de cada setor no desempenho econômico regional.

A segunda base é a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), utilizada para caracterizar o emprego formal e o número de estabelecimentos por atividade econômica. Serão extraídas informações da RAIS referentes à quantidade de vínculos ativos, ao

porte dos estabelecimentos, à distribuição das atividades segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas e à variação da estrutura produtiva ao longo dos últimos anos. As categorias econômicas serão mantidas conforme publicadas pelo Ministério do Trabalho, preservando a comparabilidade entre anos distintos e evitando reagrupamentos que possam comprometer a integridade das séries.

b) Padrões culturais e antropológicos

A atualização dos padrões culturais e antropológicos será realizada exclusivamente com base em fontes secundárias disponíveis, reconhecendo que o escopo do trabalho não prevê atividades de campo direcionadas à documentação etnográfica ou ao registro direto de práticas culturais. O levantamento será conduzido a partir de estudos já publicados e documentos institucionais que descrevem elementos culturais, formas de organização social e referências identitárias associadas à região.

Serão consultadas bases acadêmicas e repositórios institucionais, incluindo SciELO, bibliotecas digitais de universidades, plataformas de artigos científicos, bancos de teses e dissertações e repositórios públicos de documentos técnicos. Essas fontes permitirão identificar informações verificáveis sobre modos de vida, práticas socioculturais relacionadas ao território, manifestações culturais vinculadas a ambientes aquáticos e dinâmicas que influenciam formas de uso da água. Também serão incorporados inventários culturais oficiais, diagnósticos municipais e estudos produzidos por órgãos públicos com interface sociocultural.

c) Comunidades tradicionais

A atualização referente às comunidades tradicionais será realizada a partir de fontes documentais oficiais e de estudos previamente publicados, considerando que o escopo do trabalho não prevê atividades de campo voltadas à identificação primária ou validação direta de grupos tradicionais. Serão reunidas informações provenientes de cadastros governamentais e de levantamentos técnicos que registram grupos formalmente reconhecidos, bem como de pesquisas acadêmicas relacionadas à região.

Serão consultados os registros mantidos pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Fundação Cultural Palmares, Fundação Nacional dos Povos Indígenas, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e demais bases estaduais e

municipais que apresentem informações públicas sobre povos e comunidades tradicionais. Também serão utilizadas bases acadêmicas, como SciELO e repositórios de universidades, para identificar estudos que descrevam práticas sociais, formas de uso do território e vínculos culturais desses grupos com os ambientes naturais.

Como complemento à revisão documental, poderão ser incluídas questões específicas em formulários eletrônicos direcionados a atores institucionais da bacia que atuam em temas socioterritoriais, culturais ou comunitários. Esse procedimento terá caráter exclusivamente de subsídio, permitindo esclarecer lacunas documentais ou confirmar informações já publicadas, sem substituir a base oficial nem gerar processos de identificação ou reconhecimento de grupos. As contribuições obtidas serão utilizadas apenas para reforçar a consistência das informações sistematizadas.

d) Infraestrutura de transportes

A atualização da infraestrutura de transportes será realizada a partir da sistematização de informações oficiais relacionadas à malha de circulação terrestre e aquaviária presente nos municípios total ou parcialmente inseridos na RH VIII. Serão utilizados dados provenientes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e da Empresa de Planejamento e Logística (EPL), além de documentos técnicos elaborados pelos órgãos estaduais e municipais responsáveis pela gestão e pelo planejamento das vias.

Serão incorporadas informações sobre rodovias federais e estaduais, redes locais de circulação, transporte coletivo urbano, acessos internos e estruturas vinculadas ao transporte aquaviário, incluindo portos, atracadouros, terminais e demais equipamentos localizados em áreas costeiras, lacustres e estuarinas. Como fonte complementar, será utilizada a pesquisa Perfil dos Municípios Brasileiros (MUNIC), realizada pelo IBGE, que disponibiliza dados sobre gestão municipal de transporte, produção de infraestrutura urbana, circulação interna e instrumentos locais de mobilidade urbana, contribuindo para caracterizar como os municípios organizam e operam seus sistemas de deslocamento.

Além da infraestrutura física, serão incorporadas informações da pesquisa Região de Influência das Cidades (REGIC), elaborada pelo IBGE, utilizada como *proxy* para

identificar padrões de deslocamento, centralidades urbanas e vínculos funcionais entre os municípios. Essa dimensão permite compreender fluxos regionais associados ao acesso a serviços, atividades econômicas e funções urbanas, complementando a análise da malha de transportes.

e) Saneamento básico

A atualização do saneamento básico será realizada a partir da consolidação das informações disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) e IBGE, complementadas por documentos produzidos pelos municípios e pelas concessionárias responsáveis pelos serviços, quando disponíveis publicamente. Serão utilizadas as bases mais recentes referentes ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos nos municípios total ou parcialmente inseridos na RH VIII, incluindo os Planos Municipais de Saneamento Básico já aprovados.

O levantamento contemplará variáveis essenciais para a compreensão da estrutura e do funcionamento dos serviços, incluindo cobertura de abastecimento de água, forma de captação, volume distribuído, continuidade do fornecimento, extensão da rede de esgotamento sanitário, percentual de esgoto tratado, existência de soluções individuais e tipos de disposição final de resíduos sólidos. As informações serão sistematizadas de modo a apresentar a configuração atual dos serviços com base exclusivamente em dados oficiais previamente consolidados.

Além da caracterização individual dos componentes, serão elaboradas análises que utilizem as variáveis do Censo Demográfico relacionadas às condições domiciliares de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos. Essas variáveis serão agrupadas e combinadas para indicar níveis básicos de adequação dos serviços, considerando, por exemplo, a proporção de domicílios atendidos por rede geral de água, a presença de soluções individuais classificadas como adequadas, a existência de ligação à rede coletora de esgoto ou de alternativas enquadradas como inadequadas, e o tipo predominante de coleta e destinação dos resíduos. Esse procedimento permitirá identificar padrões mínimos de atendimento e apontar situações que requerem maior atenção.

Igualmente, serão avaliadas as condições de acesso aos eixos do saneamento básico, especialmente relacionados a problemas decorrentes de racismo ambiental. De forma geral, minorias políticas, como populações negras, indígenas, quilombolas e periféricas, apresentam maior suscetibilidade (maior risco) a danos, doenças ou outros impactos negativos deflagrados por fatores sociais, econômicos, geográficos, culturais ou físicos. A identificação dessas comunidades será essencial para, posteriormente, propor alternativas para assegurar maior segurança hídrica a essa população – conforme previsto pelo item 4.5.1.3.

f) Arranjo institucional

A atualização do arranjo institucional e da governança do planejamento na RH VIII será realizada a partir da organização das informações disponíveis sobre as instituições e instâncias formais que participam dos processos decisórios, de coordenação e de planejamento que incidem sobre o território da região. Serão consultados documentos oficiais, legislações, portais governamentais e registros administrativos que descrevem estruturas públicas responsáveis por formular, conduzir ou apoiar políticas, planos e ações com repercussão direta na organização territorial e no uso dos recursos hídricos.

O trabalho consistirá na sistematização das instituições que compõem o núcleo da governança regional, incluindo órgãos municipais, estaduais e federais envolvidos em atividades de planejamento territorial, gestão da bacia, elaboração de políticas públicas e articulação institucional. Serão identificadas também as instâncias colegiadas e estruturas participativas que integram o processo de tomada de decisão, como comitês, conselhos e fóruns formais, cuja atuação estabelece diretrizes ou influencia o processo de planejamento na RH VIII.

Serão incorporadas, de maneira complementar, informações sobre instituições que, embora não atuem diretamente na gestão das águas, possuem atribuições que interferem no ordenamento territorial e na coordenação intersetorial relevante para o planejamento regional.

g) Áreas da baixada litorânea e marítima

A atualização das informações socioeconômicas relativas à faixa litorânea da RH VIII considerará as particularidades territoriais presentes nos municípios inseridos na zona

costeira e nas áreas de lagoas citadas no TR. As análises utilizarão exclusivamente fontes secundárias oficiais e serão organizadas de modo a permitir a comparação entre essa porção da bacia e os demais setores territoriais da RH VIII. Esse procedimento permitirá identificar diferenças estruturais relacionadas ao padrão de ocupação, aos setores econômicos predominantes e às dinâmicas demográficas associadas à zona costeira.

A caracterização incluirá o recorte territorial necessário para distinguir a área litorânea do conjunto da bacia, considerando aspectos como organização urbana, densidade de atividades de serviços, presença de usos relacionados ao litoral e relação da população com ambientes marinhos e lacustres. O objetivo é evidenciar de forma objetiva como a faixa costeira apresenta dinâmica socioeconômica distinta das áreas interiores, sem antecipar análises ambientais ou temáticas que serão abordadas em outros itens.

h) Turismo e lazer

A caracterização das atividades de turismo e lazer será realizada por meio da metodologia de agregação dos segmentos característicos do setor, definidos a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). O procedimento consiste na identificação e reunião dos códigos CNAE vinculados às atividades típicas do turismo, abrangendo serviços de hospedagem, alimentação, transporte, agenciamento, cultura, recreação e demais serviços associados à experiência turística. As informações serão obtidas na RAIS, permitindo organizar dados consolidados sobre estabelecimentos e vínculos formais relacionados a esse conjunto de atividades.

Essa metodologia garante consistência na leitura do setor, pois supera a inexistência de uma categoria única de turismo e possibilita identificar de forma estruturada o conjunto de atividades que o compõem. O uso da agregação de CNAEs oferece uma base comparável e tecnicamente sólida para a caracterização socioeconômica, permitindo reconhecer o peso e a presença das atividades de turismo e lazer de maneira objetiva.

i) Tendências e projeções (10, 15, 20 e 30 anos)

As tendências e projeções serão elaboradas com base nas séries históricas disponibilizadas pelo IBGE, utilizando indicadores demográficos e variáveis socioeconômicas que apresentam continuidade temporal. Antes da projeção, será

realizada a verificação do recorte territorial da RH VIII por meio da análise da correspondência entre os limites da bacia e a distribuição dos setores censitários, de modo a assegurar consistência espacial das estimativas.

As projeções serão estruturadas com base em métodos consagrados utilizados em estudos demográficos e análises territoriais. Serão aplicados procedimentos de continuidade das séries oficiais do IBGE, juntamente com técnicas baseadas em tendências observadas, taxas geométricas de crescimento e taxas médias anuais, conforme o comportamento de cada indicador. Esses métodos permitirão estimar a evolução das variáveis nos horizontes de 10, 15, 20 e 30 anos de maneira coerente com a trajetória estatística das séries e em conformidade com as bases oficiais disponíveis.

Também serão consultados Planos Municipais de Saneamento Básico e a Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro (SEPLAG) para identificar estudos já publicados sobre perspectivas demográficas regionais que possam complementar as informações utilizadas.

4.3.1.5 Atualização do diagnóstico das disponibilidades hídricas

A atualização do diagnóstico das disponibilidades hídricas da RH VIII tem como objetivo oferecer um retrato atual e tecnicamente consistente da oferta de água superficial e subterrânea na região, à luz das transformações climáticas, ambientais e de uso do solo ocorridas desde a elaboração do PRH RH VIII (2014). Esse diagnóstico constitui um dos pilares da revisão do PRH, pois sustenta a avaliação da segurança hídrica, orienta a definição de prioridades de uso e subsidia o estabelecimento de cenários de alocação de água para os diferentes setores usuários. Nesse sentido, a metodologia adotada integra informações hidrometeorológicas, dados de monitoramento de qualidade e quantidade, modelagem hidrológica e análises espaciais em ambiente de geoprocessamento, garantindo coerência com as diretrizes nacionais e estaduais de gestão de recursos hídricos.

A seguir, apresenta-se os principais tópicos e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 12 – Relatório de Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas (RD-03).

a) Águas superficiais

i) Avaliação quantitativa

A avaliação da disponibilidade hídrica quantitativa para a RH VIII será separada em quatro frentes: sendo elas: (1) o levantamento e obtenção de dados de entrada, que contempla o levantamento de todos os insumos que serão utilizados no estudo; (2) a atualização do regime fluviométrico, onde está incluída a efetiva quantificação dos regimes de vazões para os rios componentes do sistema; (3) a análise da disponibilidade hídrica, onde serão feitas avaliações dos resultados gerados e; (4) a atualização, revisão e descrição da base hidrográfica da região, com a compatibilização espacializada dos resultados de vazões.

- Levantamento e obtenção de dados de entrada

O levantamento e a obtenção dos dados de entrada correspondem à etapa inicial da avaliação quantitativa e têm como objetivo consolidar todas as informações necessárias para a modelagem hidrológica e para as análises subsequentes. Nessa fase, serão reunidos, revisados e consistidos, os dados meteorológicos, climatológicos e pluviométricos, bem como as séries fluviométricas históricas disponíveis para a região. Também serão avaliadas a cobertura e a qualidade da rede hidrometeorológica existente, verificando-se a continuidade, a confiabilidade e a representatividade espacial das estações.

Dados meteorológicos e climatológicos

A atualização dos dados de entrada contemplará a revisão dos dados meteorológicos e climatológicos utilizados no PRH RH VIII (2014), incluindo a estimativa mensal da evapotranspiração. Além da atualização, será realizada uma análise de consistência e tratamento das séries, com o objetivo de obter conjuntos de dados coerentes, contínuos e confiáveis. Essas séries consistidas servirão como insumos diretos para a modelagem hidrológica, apresentada posteriormente.

Para a avaliação da disponibilidade hídrica, serão atualizadas as séries pluviométricas apresentadas no plano anterior, incorporando informações mais recentes e ampliando a cobertura espacial. Serão consultados os bancos de dados da ANA, INMET e CEMADEN, selecionando-se todas as estações localizadas na RH VIII e aquelas

situadas em seu entorno, de modo a permitir adequada espacialização da precipitação na região.

Após a obtenção das séries, será conduzida uma análise de consistência dos dados de precipitação, com o objetivo de identificar e corrigir valores espúrios decorrentes de falhas de leitura, transcrição ou mau funcionamento dos instrumentos de monitoramento. Para isso, será utilizado o produto CHIRPS 3.0, que fornece estimativas diárias contínuas de precipitação desde 1981, com alta resolução espacial ($0,05^\circ$), obtidas por combinação de dados infravermelhos (*Cold Cloud Duration*) com correção de viés a partir de estações pluviométricas (FUNK *et al.*, 2015).

Essa análise será realizada de acordo com as seguintes etapas:

- Comparação da série mensal da estação pluviométrica com a precipitação estimada pelo CHIRPS 3.0 (*Climate Hazards Center InfraRed Precipitation With Station Data*) para identificação de inconsistências;
- Confirmação das inconsistências pela comparação entre a série mensal da estação em análise e das cinco estações pluviométricas mais próximas;
- Correção das inconsistências na série diária, pela exclusão dos registros do mês identificado como inconsistente ou pela correção de valores diários, com posterior totalização da série mensal corrigida;
- Nos casos em que a série monitorada na estação apresentar relação incoerente com aquela observada no CHIRPS 3.0 e nas estações vizinhas, seja por valores sistematicamente discrepantes ou por mudanças significativas na tendência da curva duplo-acumulativa (curva de dupla massa), a estação poderá ser descartada da base de dados utilizada na modelagem. Sempre que houver exclusão de estação, será apresentada tabela resumo contendo as estações desconsideradas e as respectivas justificativas técnicas;
- Preenchimento de falhas utilizando valores do CHIRPS 3.0.

Para a identificação das inconsistências e confirmação, a comparação entre séries mensais será realizada por meio de gráficos de dispersão e curvas duplo-acumulativas (dupla massa). As duas formas de avaliação serão utilizadas de forma conjunta, pois, no gráfico de dispersão, é possível identificar meses com grandes diferenças entre séries

comparadas, enquanto na curva duplo acumulativa, além de evidenciar as diferenças pontuais, é possível identificar a mudança na relação entre as séries comparadas.

No que se refere aos demais dados climatológicos, estes já foram apresentados no capítulo dedicado ao clima (item 4.3.1.3a), incluindo o cálculo da evapotranspiração mensal. As informações consolidadas nesse capítulo servirão como referência para a caracterização climática da região e, juntamente com as séries pluviométricas consistidas, comporão o conjunto de dados de entrada do modelo hidrológico.

Séries fluviométricas

A etapa de obtenção das séries fluviométricas terá como foco a consolidação dos dados de vazão a serem utilizados na avaliação da disponibilidade hídrica da RH VIII. Serão levantadas, analisadas e consistidas séries mensais e diárias de vazão, abrangendo os últimos 30 anos ou, quando não disponível, a maior série temporal possível, respeitando-se o requisito mínimo de 10 anos de dados por estação.

O levantamento inicial será realizado a partir do banco de dados Hidroweb/ANA, identificando todas as estações fluviométricas situadas dentro da região. Considerando que a rede fluviométrica local é limitada e que as séries mais extensas se concentram em trechos a montante do rio Macaé, também serão verificadas bases complementares e registros institucionais, de modo a incorporar eventuais medições não disponíveis no Hidroweb.

Para cada estação identificada, serão compiladas as seguintes informações:

- Localização (coordenadas, município e rio);
- Operador/responsável;
- Séries históricas de cotas, vazões e medições de descarga líquida;
- Período de operação e eventuais descontinuidades;
- Existência e validade das curvas-chave vigentes;
- Integridade e frequência das séries de dados.

A consistência dessas informações será realizada, quando possível, por meio de análises gráficas e estatísticas, tais como curvas cota-vazão, cota-velocidade média, cota-área molhada e avaliação da dispersão das medições ao longo do tempo. Esses procedimentos permitem identificar problemas operacionais, tais como erros de leitura,

deslocamento ou recalibração de réguas, assoreamento, erosão do leito e alterações geométricas na seção de medição. Quando identificadas inconsistências ou evidências de modificação do comportamento hidráulico da seção, poderão ser elaboradas ou atualizadas curvas-chave preliminares.

Adicionalmente, serão realizadas campanhas de medição de descarga líquida nos pontos associados ao monitoramento da qualidade da água, conforme previsto no escopo deste trabalho e detalhado no item “Campanhas de monitoramento quali-quantitativo”. Essas medições terão como objetivos atualizar e validar as curvas-chave das estações existentes, subsidiar a definição das vazões médias, mínimas e máximas nos pontos de interesse, reforçar a confiabilidade das séries históricas e oferecer dados de referência para a calibração e verificação do modelo hidrológico. As metodologias de campo, os procedimentos de medição, os equipamentos utilizados, os critérios de processamento e controle de qualidade dos dados, bem como a consolidação dos resultados obtidos, serão apresentados no relatório das campanhas de monitoramento quali-quantitativo.

Rede hidrométrica existente e nova proposição

Com base no levantamento, na análise e na consistência dos dados meteorológicos, climatológicos e fluviométricos apresentados nas seções anteriores, será realizada a avaliação da cobertura e da eficiência da atual rede hidrometeorológica da RH VIII. Essa análise buscará identificar lacunas no monitoramento, verificando tanto a representatividade espacial das estações quanto a extensão, a continuidade e a qualidade das séries históricas disponíveis.

Para orientar essa avaliação, serão utilizadas as diretrizes apresentadas no *Guia de Práticas Hidrológicas* (WMO, 2008), que estabelece densidades mínimas recomendadas para estações fluviométricas em diferentes condições fisiográficas. Essas referências servirão como base para verificar se a RH VIII apresenta cobertura compatível com padrões internacionalmente aceitos, ajustando-se as recomendações à realidade hidrológica, geomorfológica e operacional da região.

Serão avaliadas a densidade de estações em cada unidade hidrográfica, a existência de áreas sem monitoramento adequado, a presença de séries curtas ou com falhas significativas e a capacidade da rede existente de captar adequadamente os regimes

hidrológicos típicos da região, incluindo eventos críticos de estiagem e cheias. Também será examinada a compatibilidade da localização das estações com pontos estratégicos para a gestão, como trechos sujeitos a pressões de uso, captações significativas e áreas relevantes para o monitoramento da qualidade da água.

A partir dessa análise, será elaborada uma proposição de aperfeiçoamento da rede hidrométrica, contemplando recomendações para a instalação de novas estações em áreas desprovidas de monitoramento e realocações de estações existentes, caso necessário. A proposta também considerará a integração entre a rede hidrometeorológica e os pontos de monitoramento da qualidade da água, de forma a fortalecer a análise conjunta de quantidade e qualidade e ampliar a capacidade de diagnóstico da bacia.

Atualização do regime fluviométrico

A atualização do regime fluviométrico tem como finalidade gerar séries de vazões coerentes e representativas para toda a região, garantindo uma base hidrológica consistente para as etapas seguintes do estudo. Nessa fase, serão integradas as informações disponíveis, tratadas eventuais lacunas e produzidas estimativas atualizadas do comportamento hidrológico dos rios, contemplando sua variação temporal e espacial ao longo da bacia.

Metodologia

Em função da densidade de estações fluviométricas com séries de extensão significativa ser relativamente limitada, a proposta para a homogeneização do período de dados é que seja realizada modelagem hidrológica do tipo chuva-vazão. Para isto, propõe-se, inicialmente, que seja aplicado o Modelo de Grandes Bacias (MGB), apresentado inicialmente por Collischonn *et al.* (2007), selecionado para o presente trabalho graças à sua habilidade de representar as principais bacias da América do Sul (SIQUEIRA *et al.*, 2018). Além disso, este modelo foi desenvolvido através de experiências aplicadas à esta região e, especialmente, por sua boa performance em estudos anteriores no país (ALVES *et al.*, 2020, ALVES *et al.*, 2022; ALVES, 2018; ROSSONI, 2020). Ressalta-se que poderão ser avaliados outros modelos hidrológicos ou metodologias de cálculo de vazões para aplicação ao longo do trabalho, caso haja necessidade de complementação ou compreenda-se que há metodologia mais adequada aos dados disponíveis. Neste

caso, será realizada consulta à fiscalização com apresentação de justificativas para a alteração.

O Modelo de Grandes Bacias (MBG) é um modelo semi-distribuído, que combina uma sequência de equações conceituais, aplicadas nos balanços hídricos superficial e subsuperficial e no balanço energético, com equações de base física, que são aplicadas na propagação do escoamento. A Figura 4.3 apresenta um desenho esquemático do funcionamento do modelo MBG. Nela, é possível visualizar que a aplicação do modelo inicia com a realização do balanço de água e energia (i), também chamado de balanço vertical, que é realizado em cada uma das subdivisões do modelo - chamadas de Unidades de Resposta Hidrológica (URH). Posteriormente, o modelo segue para a propagação das vazões resultantes deste balanço vertical nos trechos de drenagem das próprias URH e nas minibacias (ii). Por fim, é realizada a propagação destas vazões na rede de drenagem (iii), resultando na obtenção dos hidrogramas para as regiões de análise (COLLISCHON *et al.*, 2020).

O principal resultado gerado pelo MGB é a vazão nas minibacias que compõem a área simulada, tal como modelos convencionais de chuva-vazão. Contudo, outras informações sobre a região estudada também são geradas, como o balanço de água no solo, evapotranspiração diária e precipitação diária em cada minibacia (COLLISCHON *et al.*, 2020).

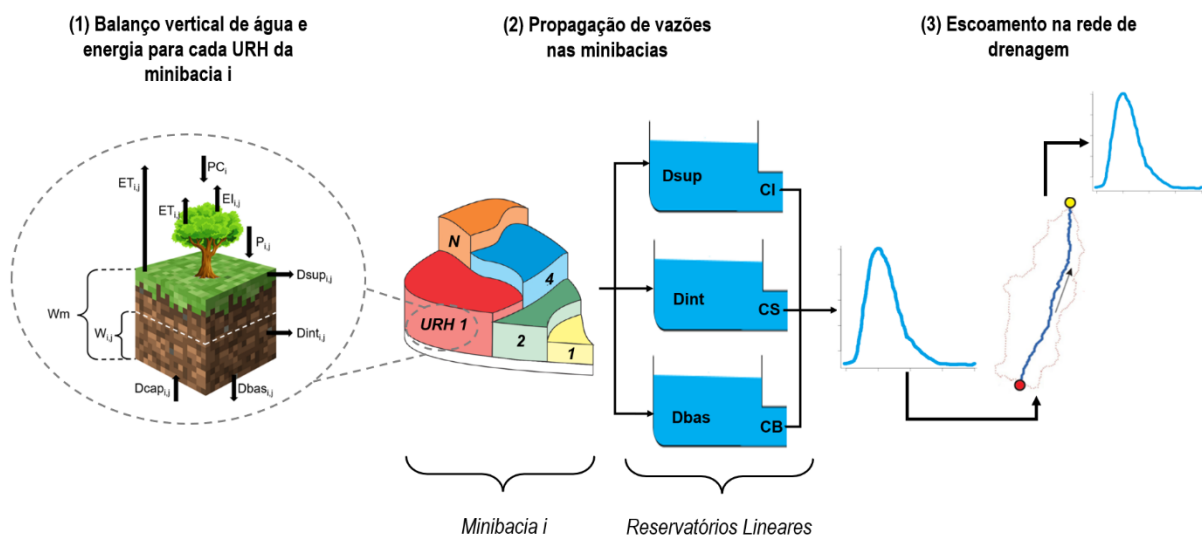


Figura 4.3. Representação esquemática do funcionamento do MGB.
Fonte: Adaptado de Siqueira *et al.* (2018).

A discretização do modelo hidrológico é feita por meio de minibacias, unidades irregulares delimitadas a partir do processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE). Esse processamento envolve etapas como correção de depressões espúrias, definição da direção de fluxo, cálculo da acumulação de fluxo e extração automática da rede de drenagem, com base em um limiar mínimo de área contribuinte. A partir dessas informações são definidos os divisores topográficos e as áreas de contribuição, que correspondem às minibacias do modelo. Para cada uma delas são obtidos atributos como área de drenagem e características dos trechos de escoamento. Essas minibacias são conectadas por canais de drenagem, pelos quais ocorre a propagação das vazões.

Outra unidade espacial do modelo são as Unidades de Resposta Hidrológica (URH), formadas pela interseção entre minibacias e Classes de Resposta Hidrológica (CRH), definidas a partir de mapas de solo, vegetação e outros critérios. As URH permitem representar a heterogeneidade interna das minibacias e são usadas na calibração por assumirem comportamento hidrológico homogêneo dentro de cada classe. Além disso, o modelo utiliza sub-bacias, agrupamentos maiores de minibacias geralmente associados às estações fluviométricas, para auxiliar na regionalização e calibração dos parâmetros (SIQUEIRA et al., 2018; COLLISCHONN et al., 2020).

- *Balanço vertical de água e energia*

O modelo MGB calcula, de forma independente para cada URH em cada minibacia, o balanço vertical de água e energia. Esse conjunto de processos inclui o balanço de radiação na superfície, a interceptação da chuva pela vegetação, o balanço hídrico no solo, a percolação para o aquífero e a geração dos escoamentos superficial, subsuperficial e subterrâneo. Resultante do balanço entre ondas curtas e longas, calor sensível e refletido, a radiação líquida disponível determina a energia para evapotranspiração, estimada pela equação de Penman-Monteith. A precipitação pode ser parcialmente interceptada pela cobertura vegetal, cuja capacidade depende do índice de área foliar; o excedente alcança o solo, onde passa a integrar o balanço hídrico.

O balanço de água no solo é realizado para cada intervalo de tempo, considerando o solo como uma camada única que recebe precipitação não interceptada e ascensão capilar do aquífero, e perde volume por evapotranspiração, escoamentos superficiais e subsuperficial e percolação. O modelo adota o conceito de área de contribuição variável

do modelo ARNO para representar a variabilidade espacial da infiltração e do escoamento superficial. O cálculo é realizado individualmente para cada URH, utilizando o volume inicial de armazenamento e estimando as demais variáveis a partir dos parâmetros e estados do modelo. O volume máximo do reservatório de solo pode ser calibrado, permitindo ajustar o tempo de resposta hidrológica.

- *Propagação de vazões nas minibacias*

Os fluxos gerados nas URHs — escoamento superficial, subsuperficial e percolação para o aquífero — são direcionados à rede fluvial por meio de três reservatórios lineares em cada minibacia, que representam os fluxos superficial, subsuperficial e subterrâneo e introduzem o retardo associado aos tempos de resposta hidrológicos. As vazões de saída desses reservatórios são calculadas como funções lineares dos volumes armazenados e do tempo de concentração da minibacia, cujos valores podem ser ajustados pelos parâmetros de calibração CI, CS e CB. A soma das vazões provenientes dos três reservatórios resulta na vazão total gerada por cada minibacia.

- *Escoamento na rede de drenagem*

O modelo MGB utiliza duas metodologias para a propagação de vazões: o método Muskingum-Cunge, indicado para rios mais íngremes e sem planícies de inundação significativas, e o método hidrodinâmico inercial, que permite simular rios de baixa declividade, planícies de inundação extensas, ambientes com influência de maré e sistemas hídricos complexos. O método inercial, incorporado ao modelo a partir de Pontes e Collischonn (2015), baseia-se em uma formulação simplificada das equações de Saint-Venant, desprezando apenas o termo advectivo.

Para representar a dinâmica de inundação, o modelo utiliza curvas hipsométricas derivadas do MDE, relacionando profundidade, área inundada e volume armazenado. Como o MDE geralmente não inclui a topografia submersa, a curva hipsométrica é corrigida assumindo que o menor pixel do MDE corresponde ao nível da água, ajustando profundidade e largura por relações geomorfológicas. Além disso, são aplicados conceitos do modelo HAND para calcular o volume de inundação conforme o aumento do nível d'água.

Como dados de entrada, o modelo MGB necessita, principalmente de:

- Modelo Digital de Elevação (ver item 4.3.1.30;
- Dados meteorológicos, correspondentes às séries consistidas e já produzidas no capítulo de Climatologia;
- Dados de chuvas, provenientes da rede de monitoramento fluviométrico nacional, a plataforma Hidroweb, gerenciada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e da rede de monitoramento do INEA no Rio de Janeiro;
- Dados de vazões para calibração, também provenientes do Hidroweb e da rede do INEA.

A discretização do modelo será realizada com o pacote IPH-Hydro Tools (SIQUEIRA *et al.*, 2016) a partir do ANADEM. A definição da rede de drenagem e a discretização da bacia irão considerar inicialmente uma área mínima de drenagem de 100 km² para regiões de cabeceira. Ressalta-se que esse valor poderá ser ajustado, caso necessário, em função das características específicas das sub-bacias, incluindo diferenças de porte entre os principais rios da região.

Já o comprimento máximo para os trechos de rio será definido a partir de uma análise iterativa dos resultados espacializados em relação à base otocodificada da ANA. Já as sub-bacias que serão calibradas, serão separadas de forma a manter, também, áreas homogêneas nas bacias simuladas.

Como proposta inicial, a calibração será realizada, preferencialmente, com as séries mais recentes e consistidas disponíveis, preliminarmente no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2025, enquanto a validação utilizará série independente anterior, inicialmente entre janeiro de 2000 e dezembro de 2009. A definição final dos períodos poderá ser ajustada conforme a disponibilidade, continuidade e qualidade dos dados diários de vazão selecionados, assegurando consistência estatística e representatividade hidrológica para ambas as etapas.

A princípio, as métricas de desempenho para avaliação dos resultados de vazões aplicadas serão:

- Coeficiente de Eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE): Uma métrica comum que varia de menos infinito a 1, indicando o quão bem o modelo prevê a vazão observada (valores próximos de 1 são ideais).

- Erro Quadrático Médio da Raiz (RMSE): Mede a diferença média entre os valores previstos pelo modelo e os valores reais observados (valores menores indicam melhor desempenho).
- Viés (Bias) ou Erro Percentual: Indica se o modelo superestima ou subestima consistentemente a vazão observada.

Cálculo das vazões de referência, médias e extremas

A partir dos resultados gerados pelo modelo MGB, que consistem, principalmente, em séries de vazões nas minibacias, serão atualizadas as disponibilidades hídricas nos principais cursos hídricos, apresentando: vazões médias diárias, vazões médias mensais, vazões médias anuais; a obtenção da curva de permanência e vazões associadas, incluindo as vazões de referência Q90 e Q95; o cálculo da vazão mínima Q7,10 e o cálculo das vazões para eventos extremos de cheias, considerando diferentes tempos de retorno.

Para obtenção das vazões mínimas $Q_{7,10}$, definida como a menor vazão média com sete dias de duração (média móvel de sete dias), que ocorre para um tempo de retorno de 10 anos, é necessário que seja realizada uma análise estatística de vazões mínimas anuais. Esta análise é realizada a partir da obtenção das mínimas médias móveis de sete dias para cada ano da série. A partir desta série, é aplicada uma análise estatística para obtenção das vazões para 10 anos de tempo de retorno. Quando se trata de vazões mínimas, as principais distribuições aplicadas no Brasil são a distribuição de Gumbel para mínimas e a distribuição de Weibull. Assim, serão avaliadas ambas as distribuições e selecionadas a melhor para cada caso.

Já para o estabelecimento das vazões para eventos extremos de cheias para diferentes tempos de retorno, será realizado um estudo estatístico de máximas, que consiste em ajustar uma distribuição de probabilidades aos dados, a fim de determinar os respectivos tempos de retorno. A probabilidade de certa vazão ocorrer em um ano qualquer (P) é o inverso do tempo de retorno (TR) em anos, conforme a Equação 2. Já no caso de extremos, usualmente são avaliadas as distribuições de Pearson-III, Log-Pearson III, Gumbel (Extremos Tipo I), Exponencial e Log-Normal.

$$P = \frac{1}{TR}$$

Equação 2

onde P é a probabilidade (%) e TR é o tempo de retorno (anos).

O detalhamento metodológico de todas as distribuições citadas acima pode ser encontrado em Naghettini & Pinto (2007).

Com o objetivo de avaliar a influência da sazonalidade nas vazões, estas serão analisadas em função dos padrões temporais, separando entre períodos intra-anuais de secas e de cheias. Serão apresentados como resultados as vazões médias diárias, vazões médias mensais, vazões médias anuais acumuladas ao longo dos seis meses mais secos e dos seis meses mais chuvosos para as bacias analisadas.

Análise da disponibilidade hídrica

A análise da disponibilidade hídrica reunirá a avaliação das vazões médias, mínimas e extremas, a estimativa das vazões de referência e a caracterização da variabilidade sazonal ao longo da bacia. Serão examinados também os eventos hidrológicos críticos, como secas e cheias, bem como sua frequência e intensidade. A etapa inclui ainda a definição de zonas hidrológicas homogêneas, a atualização das isolinhas de vazões específicas e a estimativa preliminar da vazão ecológica em trechos estratégicos, fornecendo um panorama integrado das condições de oferta hídrica na região.

Eventos Extremos

A partir dos dados de vazões, chuvas e dos resultados da modelagem, serão realizadas avaliações qualitativas sobre as regiões (áreas urbanas, periferias e áreas rurais) sujeitas à eventos hidrológicos extremos, tanto de cheias quanto de secas.

Esta análise será realizada a partir de um levantamento inicial do histórico de eventos ocorridos nas bacias, em que serão apresentados de forma resumida os principais eventos hidrológicos extremos dos últimos trinta anos na região. Isto será realizado a partir de uma análise das séries históricas, com definição de períodos de secas e de períodos de cheias. A partir da definição destes períodos, serão realizadas pesquisas bibliográficas dos registros destes eventos, como forma de tentar identificar as principais causas e efeitos dos respectivos eventos nas bacias. Estas pesquisas serão conduzidas tanto a partir de portais como o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e o Monitor de Secas do INEA e da ANA, quanto a partir de reportagens e outros registros jornalísticos que possam complementar as informações.

No que diz respeito especificamente às cheias, será realizada a análise e o mapeamento de áreas suscetíveis a inundação a partir da aplicação de técnicas de geoprocessamento que combinam mapeamentos geomorfológicos, pedológicos e de uso do solo com diferentes pesos para a geração de mapas de risco. Adicionalmente, serão utilizados dados institucionais disponibilizados por órgãos oficiais, como o INEA, incluindo informações existentes sobre áreas suscetíveis a inundação nos municípios da RH-VIII, bem como dados do DRM-RJ, que, por meio do Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos (NADE), realiza o mapeamento de áreas de risco iminente no Estado do Rio de Janeiro, a serem solicitados para complementar a identificação dessas áreas.

Já para as secas, o mapeamento das regiões mais suscetíveis poderá ser em duas frentes. A primeira objetiva analisar a fragilidade das regiões de agricultura nas bacias; a segunda, a fragilidade com relação às captações superficiais.

Para analisar a fragilidade com relação à agricultura, poderão ser separados três períodos com menores pluviosidades em comparação com as médias da região, e para estes três períodos poderá ser realizado o cálculo do NDVI para as bacias, buscando identificar as regiões com maior perda de vegetação em períodos de estiagens. O NDVI, também chamado por Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é um dos índices espectrais mais utilizados no sensoriamento remoto para análise da cobertura vegetal. Sua formulação baseia-se na resposta espectral da vegetação no espectro do visível (VIS) e do infravermelho próximo (NIR), onde a clorofila absorve fortemente a radiação no vermelho e as estruturas celulares refletem intensamente no infravermelho. Assim, a Equação 3 define o NDVI:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad \text{Equação 3}$$

Essa relação produz valores normalizados entre -1 e +1, sendo que valores próximos de +1 indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores próximos de zero ou negativos sugerem solo exposto, água, nuvens ou áreas urbanas. Considerando que o NDVI reflete principalmente a intensidade do verde e a biomassa, sua análise será complementada por índices sensíveis ao conteúdo hídrico da vegetação.

Nesse sentido, será incorporado o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), que utiliza bandas espectrais sensíveis à umidade foliar, permitindo avaliar o conteúdo

de água na vegetação. O uso combinado de NDVI e NDWI possibilita distinguir situações em que a vegetação mantém coloração verde, mas já apresenta déficit hídrico, aumentando a precisão na identificação de áreas agrícolas sob estresse. Adicionalmente, poderá ser empregado outros índices, como o Índice de Saúde da Vegetação (VHI).

Para a obtenção dos índices espectrais (NDVI, NDWI e VHI), serão utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, disponibilizadas pela Agência Espacial Europeia (ESA), acessadas e processadas por meio da plataforma Google Earth Engine.

Logo após a análise espectral, será incorporada a avaliação da Evapotranspiração Potencial (ETP) como forma de complementar a interpretação do estresse hídrico da vegetação. A ETP representa a demanda atmosférica máxima por água, expressando a intensidade com que as condições meteorológicas (radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e vento) favorecem a perda de água do sistema solo–planta–atmosfera. Dessa forma, períodos caracterizados por valores elevados de ETP indicam maior pressão climática sobre a vegetação, especialmente em contextos de disponibilidade hídrica limitada.

Para a obtenção dos índices espectrais (NDVI, NDWI e VHI), serão utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, disponibilizadas pela Agência Espacial Europeia (ESA), acessadas e processadas por meio da plataforma Google Earth Engine. O cálculo da ETP também será realizado na mesma plataforma.

A análise integrada permitirá distinguir situações em que a redução do vigor vegetativo está associada não apenas à diminuição das chuvas, mas também ao aumento da demanda evaporativa. Regiões que apresentarem simultaneamente valores reduzidos de NDVI/NDWI e ETP acima da média histórica serão consideradas mais suscetíveis ao estresse hídrico, possibilitando uma identificação mais completa das áreas agrícolas vulneráveis às secas.

Com relação às captações superficiais, poderão ser levantados os locais onde forem identificadas as menores vazões em relação à localização das captações superficiais para identificação de áreas de com menor disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, maior fragilidade em relação às secas.

Isolinhas de vazões específicas

A revisão do mapeamento de isolinhas de vazões específicas terá como objetivo atualizar a representação espacial das vazões de referência na região, incorporando os resultados da nova modelagem hidrológica e das séries fluviométricas consistidas. Serão consideradas as vazões associadas às permanências de 95%, 90%, 70%, 50% e 25%, de modo a abranger condições de estiagem, escoamentos médios e vazões mais elevadas.

Inicialmente, a partir das séries de vazão simuladas nas minibacias pelo MGB, serão construídas curvas de permanência de vazões para cada minibacia. Dessas curvas serão extraídas as vazões correspondentes às permanências de 95%, 90%, 70%, 50% e 25%. Em seguida, essas vazões serão convertidas em vazões específicas ($L/s\ km^2$), mediante divisão pela área de drenagem de cada minibacia, obtendo-se assim um conjunto de pontos amostrais espacialmente distribuídos em toda a região.

Com base nesses pontos, será realizada a interpolação espacial das vazões específicas para cada permanência. Serão testados, pelo menos, métodos de interpolação como krigagem e *Inverse Distance Weighting* (IDW), avaliando-se o desempenho por meio de técnicas de validação cruzada (por exemplo, análise de erros médios e RMSE). O método e os parâmetros de interpolação selecionados serão aqueles que apresentarem melhor ajuste às características espaciais observadas na bacia.

Os *rasters* gerados pelas interpolações serão utilizados para a extração das isolinhas e elaboração dos mapas de vazão específica para cada permanência analisada. Esses mapas serão apresentados sobrepostos à rede hidrográfica atualizada, aos limites das sub-bacias e aos municípios, permitindo uma avaliação integrada. Adicionalmente, os resultados serão comparados com aqueles apresentados no plano anterior, de modo a identificar eventuais diferenças decorrentes da atualização das séries, do refinamento metodológico e da nova modelagem hidrológica, possibilitando uma análise crítica da evolução das estimativas na região.

Definição da vazão ecológica nos trechos críticos e estratégicos

As vazões ecológicas têm como finalidade garantir as condições mínimas necessárias para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, assegurando que os cursos d'água

preservem características essenciais para a biota, como profundidade, conectividade longitudinal e disponibilidade de *habitat*. Na literatura, essas vazões são também denominadas residuais, remanescentes, ecológicas ou ambientais, e sua determinação tem se tornado um elemento cada vez mais central na gestão sustentável dos recursos hídricos (LONGHI & FORMIGA, 2011).

Embora o tema esteja presente na hidrologia há décadas, as metodologias mais alinhadas ao avanço teórico da ecologia de rios só se consolidaram entre as décadas de 1970 e 1980 (BENETTI *et al.*, 2003). Até hoje, porém, a diversidade de métodos disponíveis torna o processo complexo, e muitos estudos ainda adotam um critério tradicional baseado em um único valor fixo, válido para todo o ano, desconsiderando a variabilidade natural do regime hidrológico, conforme discutido por Collischonn *et al.* (2005).

De forma geral, as metodologias de avaliação de vazão ecológica podem ser agrupadas em quatro categorias: hidrológicas, hidráulicas, de *habitat* e holísticas (Sarmiento, 2007). Os métodos hidrológicos, baseiam-se em séries temporais de vazões diárias ou mensais para recomendar uma fração da vazão natural como vazão ecológica, destacando-se critérios como $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} . As metodologias hidráulicas, por sua vez, relacionam mudanças em variáveis simples, como perímetro molhado ou profundidade, a diferentes magnitudes de vazões, determinando um patamar de permanência mínima. Os métodos baseados em *habitat* avaliam como diferentes vazões influenciam a disponibilidade de *habitat* físico para espécies aquáticas, propondo regimes múltiplos de vazão ao longo do tempo. Por fim, as metodologias holísticas integram aspectos hidrológicos, ecológicos e socioambientais, buscando identificar eventos de vazão críticos e construir regimes de vazão ecologicamente adequados ao longo do ano (LONGHI & FORMIGA, 2011).

No Brasil, a aplicação prática costuma se restringir aos métodos hidrológicos, sobretudo aqueles fundamentados em percentuais da $Q_{7,10}$, Q_{90} ou Q_{95} , devido à simplicidade operacional e à limitação de dados ecológicos e hidráulicos detalhados. Assim, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que estabelece que a vazão remanescente deve atender às demandas sanitárias, ecológicas e humanas, mas não define metodologia específica para esse cálculo, torna-se necessário adotar critérios tecnicamente fundamentados e compatíveis com a disponibilidade de dados da região.

Assim, com base nas séries de vazões produzidas pelo modelo MGB, será adotado o método de Tennant (1976) como referência para a definição preliminar da vazão ecológica. Este método foi igualmente utilizado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco, servindo como diretriz para outras bacias brasileiras, como o Plano Diretor da bacia hidrográfica do rio Paracatu e o PERH-Guandu, o que reforça sua aplicabilidade no contexto brasileiro.

O método de Tennant foi desenvolvido a partir de observações ecológicas e hidráulicas realizadas em rios norte-americanos, estabelecendo relações diretas entre diferentes faixas de vazão e a qualidade do *habitat* aquático. Segundo o autor, vazões da ordem de 10% da vazão média de longo termo (Q_{mlt}) correspondem a condições mínimas críticas para a sobrevivência da biota, enquanto cerca de 30% da Q_{mlt} sinalizam condições satisfatórias de profundidade, velocidade e largura para manutenção do *habitat*.

Assim, a definição da vazão ecológica será realizada em no mínimo cinco trechos críticos e estratégicos, distribuídos de forma a contemplar diferentes áreas da região, considerando obrigatoriamente trechos representativos do alto, médio e baixo curso do rio Macaé, além de trechos específicos no rio das Ostras e no rio São Pedro (Glicério). A definição desses trechos será realizada com base no diagnóstico integrado da bacia, considerando aspectos como usos da água, pressões antrópicas, vulnerabilidade ambiental e representatividade hidrológica. Os trechos serão selecionados com base nos pontos de monitoramento e nos usos de água identificados.

Para os trechos selecionados, será inicialmente calculada a vazão ecológica como 10% e 30% da Q_{mlt} , utilizando séries observadas e simuladas pelo modelo MGB. Esses valores serão comparados com as vazões de referência $Q_{7,10}$ e Q_{95} . A comparação permitirá avaliar se o método de Tennant produz valores coerentes com o comportamento hidrológico da região, ou se resulta em superestimativas ou subestimativas. Além da avaliação anual, poderá ser adotada uma abordagem sazonal, distinguindo os períodos seco e chuvoso, dada a variabilidade hidrológica da região.

Zonas hidrológicas homogêneas e fórmulas para regionalização de vazões

A identificação de regiões hidrológicamente homogêneas constitui etapa fundamental nos estudos de regionalização de vazões, podendo assumir caráter descritivo, voltado à

caracterização hidrológica da área de estudo, ou caráter aplicado, como subsídio direto à formulação de equações regionais (GOMES et al., 2018). Entre as metodologias mais empregadas para essa finalidade destaca-se a análise estatística multivariada de agrupamento (cluster), amplamente utilizada na hidrologia para segmentar áreas com comportamento físico-climático e hidrológico semelhante (PESSOA, 2015; SILVA, 2018). Nessa abordagem, as regiões são definidas com base na similaridade entre variáveis fisiográficas e hidrológicas, tais como relevo, altitude, área de drenagem, uso e cobertura do solo, precipitação, evapotranspiração e padrões de vazão. Os métodos de agrupamento podem ser classificados em hierárquicos, que estruturam os dados em forma de árvore (dendrograma), ou não hierárquicos (particionais), que organizam os elementos em grupos distintos sem sobreposição (MORAES, 2016).

No presente estudo, a delimitação das zonas hidrológicas homogêneas será realizada a partir da integração dos resultados de vazão simulados pelo modelo MGB com variáveis físico-climáticas e fisiográficas das sub-bacias. Serão consideradas, entre outras, a precipitação média, evapotranspiração, altitude, declividade, área de drenagem e uso do solo, bem como indicadores derivados das séries simuladas, como vazões médias específicas e vazões mínimas específicas.

A análise de agrupamento permitirá identificar conjuntos de sub-bacias com comportamento hidrológico semelhante, garantindo coerência espacial e funcional entre as áreas agrupadas. Os resultados serão comparados com as quatro regiões homogêneas consideradas no plano anterior, analisando-se eventuais alterações espaciais e conceituais decorrentes da atualização das bases de dados, da ampliação das séries históricas e da incorporação da modelagem hidrológica.

Após a definição das regiões homogêneas, serão ajustadas equações de regionalização para cada grupo, permitindo a estimativa direta das vazões em função da área de drenagem. As equações terão, preferencialmente, a forma potencial do tipo $Q = a \cdot A^b$, sendo ajustadas por regressão em escala logarítmica. Serão geradas formulações específicas para vazões médias de longo termo, vazões mínimas (Q7,10) e vazões associadas às permanências de 90% e 95%. O desempenho das equações será avaliado por meio de indicadores estatísticos, como coeficiente de determinação (R^2), erro padrão

de estimativa e análise dos resíduos, assegurando consistência interna e aplicabilidade dentro de cada zona delimitada.

Atualização, revisão e descrição da base hidrográfica

A atualização, revisão e descrição da base hidrográfica envolverão a consolidação da rede de drenagem em diferentes escalas, a redefinição dos limites de bacias e sub-bacias e a caracterização fisiográfica dos principais cursos d'água. Serão revistos os traçados da drenagem, atualizados os divisores hidrográficos e descritas as principais feições hidromorfológicas da região. Essa etapa inclui ainda o levantamento e a sistematização das obras hidráulicas existentes.

Rede hidrográfica

A atualização e revisão da rede hidrográfica será conduzida de forma integrada, combinando a atualização cartográfica, o refinamento em trechos específicos e a caracterização hidromorfológica dos cursos d'água.

A primeira etapa consiste na atualização da rede hidrográfica geral em escala 1:25.000, tomando como referência a Base Cartográfica Contínua do Estado do Rio de Janeiro (BC25_RJ), conforme Nota Técnica 01/2023 (IBGE, 2023). Essa base servirá como base, onde serão corrigidos trechos inconsistentes, ajustadas as conectividades da drenagem, incorporados novos segmentos e compatibilizados os traçados da rede ao MDE aplicado na modelagem.

Na sequência, será realizada a digitalização refinada da drenagem em escala 1:10.000, utilizando imagens de melhor resolução espacial atualmente disponíveis. Após consulta formal ao CILSJ, constatou-se a inexistência de imagens comerciais ou ortofotos de alta resolução para a RH VIII. Assim, a atualização será baseada em imagens públicas, com destaque para:

- CBERS-4A (MUX e WPM) – 2 a 8 m;
- Planetscope – 3 a 5 m;
- Sentinel-2 – 10 m;
- Google Earth e Esri World Imagery – resolução variável.

Serão revisados trechos com alterações recentes no uso do solo, redesenhar canais sinuosos, ajustar margens e corrigir trechos retificados ou canalizados. Quando tecnicamente adequado, os trechos redesenhados substituirão o traçado anterior, desde que mantida a coerência topológica e hidrológica.

Com a rede hidrográfica consolidada, será desenvolvida a revisão descritiva dos cursos d'água principais e seus afluentes, com foco na caracterização hidromorfológica essencial ao diagnóstico da bacia. Essa etapa será conduzida com base na rede atualizada e em dados fluviométricos e geoespaciais disponíveis, adotando os seguintes procedimentos:

- Caracterização da hierarquia fluvial (Strahler), identificando os principais eixos de drenagem e seus afluentes;
- Determinação da extensão dos rios principais e análise dos perfis longitudinais a partir do MDE;
- Identificação e validação de nascentes, comparando mapeamento, base BC25_RJ e imagens recentes;
- Avaliação do regime hidrológico com base em séries fluviométricas e amplitude de variação dos níveis d'água;
- Estimativa das larguras médias dos canais por interpretação visual e medições geoespaciais;
- Descrição da morfologia das margens e identificação de trechos com solapamento ou instabilidade;
- Caracterização do tipo de material do leito (predominância arenosa, cascalhosa ou lamosa) com base em dados disponíveis;
- Identificação de planícies de inundação, áreas assoreadas e trechos retificados;
- Levantamento de feições naturais: cachoeiras, corredeiras, quedas d'água e barras de sedimento;
- Inventário das intervenções antrópicas: barragens, reservatórios, canais artificiais, tomadas de água, pontos de extração de areia, polders, canais de irrigação e estruturas portuárias;
- Avaliação da influência da salinidade no baixo curso, com base em registros institucionais e bases ambientais disponíveis.

Bacias e sub-bacias

A atualização e revisão das bacias e sub-bacias da RH VIII será realizada de maneira integrada à rede hidrográfica consolidada. O procedimento seguirá as diretrizes oficiais do estado do Rio de Janeiro, assegurando a compatibilidade com a estrutura territorial vigente.

A primeira etapa consiste na atualização e digitalização dos limites das sub-bacias (até o 4º nível), em conformidade com a Deliberação CECA nº 804/1986, que define a subdivisão e a codificação das unidades hidrográficas, e com a Resolução CERHI-RJ nº 279/2024, que estabelece a organização das Regiões Hidrográficas do Estado. A delimitação será refeita com base no ANADEM, integrado à rede hidrográfica revisada. Serão corrigidos limites incoerentes, ajustados divisores que não correspondem ao relevo atual e incorporados refinamentos necessários para alcançar subdivisões adequadas ao nível de detalhamento proposto pelo TR.

Após a obtenção dos limites atualizados, será realizada a revisão da descrição fisiográfica das bacias e sub-bacias até o 4º nível, com base em métricas hidrológicas, geomorfológicas e geoespaciais. A caracterização será conduzida de forma estruturada, envolvendo os seguintes elementos:

- Elementos limítrofes

Serão apresentados os limites e divisores de água de cada bacia, bem como os municípios e distritos abrangidos.

- Padrão de drenagem

A classificação dos cursos hídricos quanto ao padrão de drenagem descreve como rios e córregos se organizam espacialmente dentro de uma bacia, refletindo características do relevo, da geologia e da estrutura do terreno. Entre os principais padrões estão: o dendrítico, comum em áreas homogêneas; o trellis, condicionado por estruturas geológicas; o radial, onde os canais divergem de um ponto elevado; o centrípeto, no qual convergem para uma depressão; o paralelo, associado a vertentes longas e inclinadas; e o retangular, controlado por falhas e fraturas. Essa classificação pode ser utilizada para interpretar a dinâmica hidrológica e geomorfológica da bacia.

- Área de drenagem (km²)

A delimitação da área de drenagem da bacia será realizada através de um conjunto de ferramentas de geoprocessamento, que permite a criação de um MDE hidrologicamente condicionado, a partir do qual são geradas matrizes de direções de fluxo e acumulação de fluxo, que, por sua vez, serão utilizadas para a geração dos polígonos e linhas que representam as áreas e as drenagens que contribuem aos pontos de interesse, possibilitando a obtenção das áreas das bacias de contribuição.

- Perímetro da bacia hidrográfica (km)

Assim como a área, o perímetro da bacia hidrográfica é dado de entrada para diversos índices de parâmetros fisiográficos e será obtido com aplicação de geoprocessamento.

- Comprimento do rio principal (km)

O comprimento do rio principal é uma importante característica das bacias hidrográficas, por influenciar em diversos processos, uma vez que o tempo que a água leva para escoar ao longo de um rio depende da sua velocidade e da distância a ser percorrida. O curso d'água principal pode ser definido como o mais longo caminho que a água pode percorrer dentro de uma bacia hidrográfica. Neste estudo, ele será determinado de forma semelhante à área, com uso de ferramentas de geoprocessamento.

- Densidade de drenagem

A densidade de drenagem (D_d) é definida como a soma do comprimento de todos os cursos de água presentes em uma bacia. A Equação 4 apresenta sua forma de obtenção. Destaca-se que devem ser considerados tanto os cursos hídricos permanentes quanto os intermitentes.

$$D_d = \frac{\sum L}{A} \quad \text{Equação 4}$$

Onde D_d é a densidade de drenagem (km^{-1}); L é o comprimento de cada trecho da rede de drenagem (km) e A é a área (km^2).

- Declividade do rio principal (m/m)

A declividade do rio principal (S) é a razão entre a amplitude altimétrica e o comprimento do rio principal, conforme a Equação 5. Trata-se de um parâmetro de grande importância, porque influência de forma diretamente proporcional a velocidade de escoamento

(quanto maior a declividade, maior a velocidade), tendo efeitos sobre o tempo de concentração.

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$
Equação 5

sendo S é a declividade do rio principal (m/m); Δh é a amplitude altimétrica do rio principal (m) e L é o comprimento do rio principal (m).

- Distribuição percentual das áreas das bacias por classes de altitude

A distribuição percentual das áreas das bacias por classes de altitude será obtida a partir de MDE ANADEM, recortado pelos limites de cada bacia. Serão definidas classes altimétricas em intervalos estabelecidos, e o MDE será reclassificado conforme essas faixas. Em seguida, serão aplicadas estatísticas zonais para quantificar a área correspondente a cada classe. Por fim, os percentuais serão calculados pela razão entre a área de cada classe e a área total da bacia, permitindo caracterizar sua distribuição altimétrica.

- Coeficiente de compacidade – Índice de Gravélius

O coeficiente de compacidade (K_c) é a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia, e sugere sua suscetibilidade a enchentes. Em geral, quanto menor o coeficiente, maior a suscetibilidade a enchentes e é obtida pela Equação 6.

$$K_c = 0,28 \cdot \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$
Equação 6

sendo K_c o coeficiente de compacidade (adimensional); P é o perímetro da bacia hidrográfica (km) e A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (km²).

- Fator de forma – Índice de conformidade

O fator de forma (K_f) é a razão entre a largura média da bacia e o comprimento do eixo da bacia – desde a foz até o ponto de maior comprimento, conforme a Equação 7. Assim como o coeficiente de compacidade, ele indica a suscetibilidade da bacia às enchentes, podendo ser utilizado para a comparação entre bacias de áreas semelhantes. Em geral, quanto menor o índice, maior a suscetibilidade.

$$K_f = \left(\frac{A}{L^2} \right)$$

Equação 7

sendo K_f o fator de forma (adimensional); L é o comprimento do eixo da bacia (km) e A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (km²).

- Índice de circularidade

O índice de circularidade (I_c) é a razão entre a área da bacia e seu perímetro. Quanto mais próxima de 1, mais circular será a bacia hidrográfica, logo, com maiores chances de sofrer inundações. A Equação 8 apresenta a forma de obtenção do índice de circularidade.

$$I_c = 12,57 \cdot \left(\frac{A}{P^2} \right)$$

Equação 8

sendo I_c é o índice de circularidade (adimensional); P é o perímetro da bacia hidrográfica (km) e A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (km²).

- Coeficiente de rugosidade de Manning

O coeficiente de Manning é um parâmetro associado ao grau de rugosidade da superfície com a qual a água está em contato. Em geral, quanto maior a quantidade de obstáculos, como zonas inefetivas, presenças de árvores e de vegetação em geral, maior o coeficiente que deve ser aplicado. A classificação do uso e cobertura dos solos será feita com base no Mapbiomas, conforme o item Uso e cobertura do solo, e a consideração dos valores do coeficiente de Manning poderá ser baseada em Chow (1959) e em Arcement & Schneider (1989), entre outras referências.

Obras hidráulicas

A revisão das obras hidráulicas existentes é fundamental para compreensão do comportamento hidrológico da região, uma vez que tais estruturas interferem diretamente nos regimes de vazão, nos processos de escoamento superficial, na conectividade fluvial e na disponibilidade hídrica. Assim, será realizada uma atualização abrangente do inventário de obras hidráulicas, com identificação, classificação, georreferenciamento e descrição das principais intervenções que influenciam o sistema hídrico.

O levantamento contemplará, em primeiro lugar, as obras de maior impacto regional, com destaque para a transposição da RH IX para a RH VIII por meio da PCH Macabu, estrutura que altera significativamente o balanço hídrico e o regime de vazões dos cursos d'água associados. A avaliação abordará a captação, a derivação, a restituição, os volumes transpostos, as vazões regularizadas e o efeito sobre os trechos de jusante, considerando eventuais restrições operacionais e Trechos de Vazão Reduzida (TVR).

O levantamento das obras será realizado com base em múltiplas fontes, incluindo o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), bancos de dados de barragens e estruturas hidráulicas do INEA, banco de dados de outorgas e informações levantadas no PRH RH VIII (2014).

Além disso, será detalhado o conjunto de estruturas de preservação e regularização hídrica, incluindo:

- Reservatórios e barragens utilizados para abastecimento público, industrial, irrigação, geração de energia ou usos múltiplos;
- Comportas e estruturas de controle de cheias, analisando sua eficiência, capacidade de descarga e influência sobre o amortecimento de picos de vazão;
- Obras de drenagem urbana e rural, que modificam padrões de escoamento e contribuem para alterações no tempo de resposta das bacias;
- Trechos retificados e canais artificializados, avaliando mudanças no tempo de concentração, velocidades de escoamento e conectividade lateral;
- Estruturas de transposição e adutoras, mapeadas quanto ao traçado, capacidade e relação com captações superficiais;
- Áreas de extração de areia, que podem alterar seções de escoamento, promover aprofundamento artificial do leito ou instabilizar margens.

No contexto da região serrana, também será incluída a avaliação de empreendimentos previstos ou em estudo, especialmente Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), dada sua relevância para a definição de Trechos de Vazão Reduzida. Para essas estruturas, serão obtidas informações básicas de projeto, tais como capacidade instalada, barramentos propostos, arranjo geral, vazão outorgada, vazão regularizada e localização dos pontos de captação e restituição. Esse conjunto de dados permitirá avaliar o

potencial impacto desses empreendimentos sobre a disponibilidade hídrica, a conectividade fluvial e a manutenção da vazão ecológica.

ii) Avaliação qualitativa

Índices de Qualidade da Água

Para avaliação qualitativa da disponibilidade hídrica da RH VIII, será utilizada a rede de amostragem de qualidade das águas estabelecida no termo de referência, que conta com 19 pontos que já foram monitorados no PRH RH VIII (2014) e mais 19 pontos adicionados para essa revisão. Além disso, na existência de dados complementares, serão incluídos na análise os dados mais recentes de outras fontes institucionais e científicas (INEA, ANA, universidades, projetos de pesquisa e monitoramentos locais, incluindo o Projeto de Monitoramento Ambiental com ênfase na gestão de recursos hídricos da RH VIII). Vale destacar que esta etapa se refere ao diagnóstico situacional atual, o qual utiliza dados de bases já existentes e não contempla a modelagem e atualização do balanço hídrico qualitativo, o qual será descrito na etapa de prognóstico (Meta 5 – Atualizar o prognóstico). A seleção e possível ampliação dos pontos de amostragem considerarão os seguintes critérios:

- Padrões de uso e ocupação do solo;
- Hidrografia e conectividade dos corpos d'água;
- Sistema viário e acessibilidade;
- Fontes de poluição pontuais e difusas, incluindo efluentes industriais, domésticos e agrícolas;
- Rede hidrométrica existente;
- Demais fatores relevantes que possam influenciar a qualidade das águas superficiais.

A partir dos dados selecionados, serão avaliados os parâmetros previstos em diferentes Índices de Qualidade da Água (IQA), visando comparabilidade com estudos anteriores e adequação às diferentes condições ambientais da região. Os IQAs foram desenvolvidos com o propósito de integrar e sintetizar múltiplas informações sobre a qualidade da água em um único indicador numérico de fácil interpretação, permitindo representar de forma padronizada o estado de um corpo hídrico. Ao transformar um conjunto complexo de

variáveis físico-químicas e biológicas em uma medida adimensional de qualidade, os IQAs facilitam a análise temporal e espacial dos resultados, bem como a comunicação entre técnicos, gestores e o público em geral.

Existem diversos tipos de índices, desenvolvidos conforme o tipo de ambiente hídrico e o uso pretendido da água. Em geral, os IQAs são elaborados com base em opiniões de especialistas e/ou métodos estatísticos, e diferem entre si quanto aos parâmetros selecionados, pesos atribuídos e equações de agregação (MENEZES *et al.*, 2010). Para o presente trabalho, serão avaliados os índices descritos a seguir.

IQA-NSF

Foi desenvolvido nos Estados Unidos em 1970 pela National Sanitation Foundation (NSF) e é considerado o modelo de referência mundial para avaliação integrada da qualidade da água. O índice é calculado pela Equação 9, a partir de nove variáveis físico-químicas e biológicas, ponderadas segundo sua importância relativa para o estado global de qualidade:

$$IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad \text{Equação 9}$$

onde:

- *IQANSF* é Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;
- *qi* é qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);
- *wi* é peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Os nove parâmetros utilizados no IQA-NSF são: oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), temperatura da água, nitrato, fosfato total, turbidez e sólidos totais dissolvidos. A classificação da qualidade da água segue os intervalos definidos pela *National Sanitation Foundation*, apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Classificações do IQA-NSF.

Categoria	Faixa de IQA
Excelente	$90 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	$70 \leq \text{IQA} < 100$
Média	$50 \leq \text{IQA} < 70$
Ruim	$25 \leq \text{IQA} < 50$
Muito ruim	$\text{IQA} < 25$

Fonte: Adaptado de INEA, 2019.

IQA-CETESB

Em 1975, foi desenvolvido a partir do IQA-NSF, com adaptações às condições hidrológicas e ambientais brasileiras. Embora mantenha a mesma estrutura matemática do IQA-NSF (Equação 9), a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) substituiu nitrato por nitrogênio total, sólidos totais dissolvidos por resíduo total e fosfato por fósforo total, ajustando também os pesos relativos de cada variável.

Essas alterações foram realizadas para refletir de forma mais fiel as características das águas interiores brasileiras, predominantemente tropicais e com maior aporte de nutrientes e sólidos em suspensão. A interpretação do índice segue a escala definida pela CETESB, apresentada na Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Classificações do IQA-CETESB.

Categoria	Faixa de IQA
Ótima	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Regular	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssima	$\text{IQA} < 20$

Fonte: Adaptado de CETESB, 2023

IQA-C

Foi desenvolvido pela CETESB como ferramenta de integração e interpretação dos dados provenientes da Rede de Monitoramento das Águas Costeiras do estado de São Paulo. O Índice de Qualidade das Águas Costeiras (IQA-C) tem por objetivo agregar as informações mais relevantes de qualidade das águas salinas e salobras, fornecendo um diagnóstico sintético e comparável das condições ambientais das áreas costeiras e estuarinas monitoradas.

É calculado a partir da metodologia proposta pelo CCME (2001), validada e adaptada pela CETESB para as condições brasileiras. O método baseia-se em uma análise estatística de não conformidades em relação aos padrões legais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando simultaneamente três dimensões:

- Abrangência (F1) – número de parâmetros que apresentaram não conformidade;
- Frequência (F2) – proporção de amostras com resultados fora dos padrões;
- Amplitude (F3) – intensidade do desvio em relação ao valor de referência.

Esses três fatores são combinados segundo o modelo matemático do CCME (Equação 10), resultando em um valor único entre 0 e 100, que representa o estado geral da qualidade da água.

$$IQA_c = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \quad \text{Equação 10}$$

O cálculo do IQA-C utiliza os principais parâmetros de qualidade estabelecidos para águas salinas e salobras de Classe 1, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, acrescidos de variáveis específicas do ambiente costeiro. A Tabela 4.4 apresenta esses parâmetros com seus respectivos padrões legais para a classe 1.

Tabela 4.4. Parâmetros do IQA-C.

Parâmetro	Unidade	Padrão legal (Classe 1)
pH	—	6,5 a 8,5
Oxigênio dissolvido (OD)	mg/L	6,0 (salina) / 5,0 (salobra)
Fósforo total	mg/L	0,062 (salina) / 0,124 (salobra)
Carbono orgânico total (COT)	mg/L	3,0
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	0,4
Fenóis totais	mg/L	0,1 (salina) / 0,003 (salobra)
Clorofila-a (*)	µg/L	2,5 (salina) / 10 (salobra)
Enterococos	UFC/100 mL	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	1 000

Fonte: Adaptado de CETESB, 2022.

O resultado do IQAc varia de 0 a 100 e é classificado conforme os intervalos definidos pela CETESB, baseados nas faixas do método CCME, conforme mostra a Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Classificações do IQA-C.

Categoria	Faixa de IQA
Ótima	$95 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	$80 \leq \text{IQA} < 95$
Regular	$65 \leq \text{IQA} < 80$
Ruim	$45 \leq \text{IQA} < 65$
Péssima	$\text{IQA} < 45$

Fonte: Adaptado de CETESB, 2022.

Análise integrada

Serão aplicados simultaneamente o IQA-NSF e o IQA-CETESB em todos os pontos de monitoramento definidos para a região. Adicionalmente, nos pontos localizados em águas salobras e salinas, será empregado o IQA-C, específico para ambientes sob influência de maré e mistura flúvio-marinha.

A definição dos pontos de aplicação do IQA-C combinou dois critérios: a disponibilidade de dados de salinidade e a proximidade em relação à linha de costa. Para o rio das Ostras, foram considerados os resultados do “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”, que permitem identificar, no período monitorado, os trechos submetidos à influência marinha. Com base nessas informações, foram selecionados os pontos 35, 36 e 37, situados nos segmentos mais próximos à foz, onde há registro de variação salina.

Para os demais cursos d’água da região, onde não há dados sistemáticos de salinidade disponíveis, adotou-se como referência metodológica o procedimento empregado pela CETESB no monitoramento das águas costeiras do Estado de São Paulo. Conforme o Apêndice B – Águas Costeiras 2024, os pontos de amostragem daquela rede foram posicionados prioritariamente em fozes de rios e trechos costeiros situados entre 1 e 3 km da linha de costa, intervalo considerado adequado para detectar a influência flúvio-marinha e as variações na qualidade das águas costeiras.

Seguindo esse mesmo critério, foram selecionados, os pontos 30 e 31 na lagoa Imboassica, o ponto 29 no rio Imboassica a montante da lagoa e o ponto 27, localizado na foz do rio Macaé. Esses locais apresentam maior probabilidade de influência marinha e são representativos das zonas de transição entre águas doces, salobras e costeiras.

Com base nos resultados obtidos a partir da aplicação dos três índices (IQA-NSF, IQA-CETESB e IQA-C), será realizada uma discussão comparativa sobre o desempenho de cada metodologia na representação das condições ambientais da RH VIII. Essa avaliação considerará as características hidrológicas, ecológicas e antrópicas de cada ponto, incluindo regime fluvial ou costeiro, influência de maré, usos predominantes da água e principais pressões ambientais. A partir dessa análise, será feita a proposição do índice de qualidade da água mais adequado para uso futuro na região, considerando:

- Capacidade de cada índice refletir as condições ambientais locais;
- Coerência com as séries históricas disponíveis;
- Facilidade de interpretação pelos gestores e pelo comitê de bacia; e
- Harmonização com metodologias adotadas por órgãos oficiais (INEA, ANA e CETESB).

Além da avaliação integrada da qualidade da água e da discussão sobre a adequação dos diferentes índices aplicados, será realizada também uma análise voltada à identificação de áreas potencialmente susceptíveis à contaminação por substâncias tóxicas, incluindo metais traço, agrotóxicos, compostos orgânicos persistentes e outros contaminantes de relevância ambiental. Para isso, a análise será baseada exclusivamente em dados secundários, de modo que as recomendações de análises ecotoxicológicas serão fundamentadas na sistematização de informações provenientes de relatórios institucionais, monitoramentos estaduais e estudos científicos já desenvolvidos na região. Entre essas referências, destacam-se os monitoramentos limnológicos e biológicos existentes, como o estudo “Monitoramento de Parâmetros Limnológicos e da Ictiofauna (Traíra) na Lagoa e no Rio Imboassica – Macaé, RJ”.

A partir da integração entre os dados de qualidade da água, uso e ocupação do solo e informações ecológicas existentes, serão identificados trechos que apresentam maior vulnerabilidade à contaminação por compostos tóxicos, especialmente em ambientes sujeitos à acumulação de poluentes, como lagoas, áreas de baixa renovação hídrica, zonas estuarinas e fozes de rios. Serão consideradas ainda as pressões antrópicas associadas à agricultura, ao lançamento de efluentes domésticos e industriais, à presença de empreendimentos potencialmente poluidores e a registros históricos de degradação ambiental. Esses elementos permitirão identificar áreas em que a presença de contaminantes emergentes ou persistentes é mais provável, orientando a seleção de pontos prioritários para monitoramentos futuros.

b) Águas subterrâneas

A atualização do diagnóstico das disponibilidades hídricas subterrâneas se fundamenta em uma análise integrada que combina informações quantitativas e qualitativas obtidas de fontes secundárias consolidadas, complementadas pela estimativa de uso não regularizado. Para isso, serão avaliados trabalhos divulgados por entidades públicas (como CPRM, ANA, INEA) e privadas (concessionárias de abastecimento). Estes dados são complementados pelos cadastros de usuários e poços disponíveis nos acervos dos órgãos competentes, particularmente os processos de outorga armazenados no INEA e os registros do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da CPRM.

A integração de informações contemplará as principais propriedades hidrogeológicas, a estimativa de disponibilidades hídricas subterrâneas e a quantificação de usuários, podendo incluir entre outros aspectos:

- Levantamento de características hidrogeológicas: Identificação de sistemas aquíferos (cristalino fraturado e sedimentar), estratificação litológica, orientação de falhas e fraturas estruturais;
- Avaliação de disponibilidades hídricas subterrâneas: Estimativa da recarga potencial mediante análise de precipitação pluviométrica, cobertura vegetal, características pedológicas, topografia e escoamento superficial; cálculo de vazões específicas por unidades de planejamento hidrológico (UPHs);
- Estimativa de usuários de águas regularizados e não regularizados: Levantamento de poços outorgados e cadastrados; estimativa da população abastecida por poços domiciliares não regularizados mediante correlação entre população residente, dados de cobertura da concessionária de abastecimento e informações de densidade de poços em áreas urbanas.

Por fim, destaca-se que a metodologia será definida a partir do levantamento e análise dos dados disponíveis – incluindo disponibilidade, abrangência, resolução e confiabilidade das informações.

c) Processos erosivos e sedimentológicos

Além da avaliação hidrológica e da qualidade de água, serão estudados os processos de erosão, influenciadas por condições naturais e/ou ações de manejo do solo, inadequados ou conservacionistas. A partir disso, será estimado o balanço hidrosedimentológico da área de estudo, assim como serão identificadas zonas com maior propensão a produção ou deposição de sedimentos fluviais – que posteriormente poderão ser foco de ações específicas dentro do atual PRH RH VIII.

Potencial erosivo

O mapa de potencial erosivo da RH VIII será atualizado a partir da aplicação da Equação Universal de Perda de Solos Revisitada (RUSLE – Equação 11):

$$A = R * K * LS * C * P$$

Equação 11

em que: A é a perda de solo; R é a erosividade da chuva; K é a erodibilidade do solo; LS é o fator de topografia; C é o fator de cobertura do solo; P é o fator de práticas conservacionistas.

Cada um dos fatores será calculado para a RH VIII a partir de dados secundários obtidos em trabalhos científicos que contemplem a região, bem como outros documentos oficiais que brindem informação necessária e acurada.

A erosividade da chuva será obtida através do estudo de Back *et al.* (2025), intitulado “Índice de Erosividade das Chuvas para o estado do Rio de Janeiro”. O fator de declividade será calculado a partir do ANADEM, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) em parceria com ANA. O fator de cobertura do solo e o fator de práticas conservacionistas serão calculados a partir do uso e cobertura do solo obtidos junto ao MapBiomas.

Áreas assoreadas

As áreas identificadas como assoreadas no PRH RH VIII (2014) serão verificadas e atualizadas. Essa identificação se dará a partir de informações primárias, com observação em campo, e a partir da simulação computacional com o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), que permite a indicação de locais mais propensos à produção de sedimentos. Além disso, serão utilizadas imagens de satélite a fim de identificar possíveis locais, cruzando dados de diferentes fontes a fim de se identificar áreas assoreadas.

Produção de sedimentos, transporte sólido e assoreamento nos rios

Os dados sedimentométricos serão obtidos junto ao portal HidroWeb da ANA para a RH VIII. Posteriormente, os dados serão apropriados e categorizados conforme sua disponibilidade temporal e serão organizados espacialmente.

Serão realizadas análises a fim de estabelecer uma curva-chave de sedimentos. No entanto, segundo Carvalho *et al.* (2000), a precisão das análises depende de muitas fases necessárias para obtenção da descarga sólida, indicando que não há uma metodologia bem estabelecida para consistência dos dados. Entretanto, o mesmo Guia

sugere que sejam utilizados dados obtidos a partir de uma grande frequência de operação, cobrindo toda a variação de níveis da água e vazão do posto fluviométrico, bem como abranger todo o período de estiagem e, principalmente, do período chuvoso.

A partir da condução dessas análises, serão feitas considerações acerca da produção de sedimentos na RH VIII. Os dados coletados também subsidiarão análises sobre transporte de sedimentos e assoreamento na bacia. A partir da produção de vazão sólida, serão empregadas equações que descrevem o transporte de sedimento de fundo, bem como considerações sobre a deposição de sedimentos.

Estimativa da descarga de sedimentos

A descarga de sedimentos será estimada a partir de dois métodos principais:

- A partir da interpretação dos dados hidrossedimentológicos disponíveis na bacia;
- A partir da simulação computacional utilizando o modelo SWAT.

Para a primeira análise, serão utilizados os dados sedimentométricos disponíveis para a região no HidroWeb da ANA, além dos dados obtidos pelo monitoramento realizado pela Água e Solo. Ainda, tais informações subsidiarão as simulações computacionais.

O SWAT é um modelo de base física, semi-distribuído e contínuo no tempo e amplamente empregados devido às suas capacidades de representar fenômenos físicos durante o ciclo hidrológico. O modelo emprega equações de balanço hídrico e associa o escoamento superficial a diferentes classes de uso e manejo do solo, permitindo analisar a variação sazonal na produção de sedimentos. Nesse modelo são aplicadas equações de perda de solos e a possibilidade de simulação de eventos específicos. Assim, o SWAT é adequado para a finalidade do projeto e seus resultados devem ser calibrados e validados a partir de informações fidedignas obtidas *a priori*.

O SWAT realiza estimativas de geração de sedimentos na bacia hidrográfica, no entanto, é incapaz de prever eventos episódicos extremos que aportam grande quantidade de sedimentos, como deslizamentos e fluxos de detritos. Assim, o SWAT representa de forma bastante satisfatória a produção de sedimentos médio na bacia ao longo do tempo, servindo para promover informação de qualidade à gestão dos recursos hídricos.

Os principais resultados esperados serão mapas de produção de sedimentos por trecho de rio para vazões mínima, média e máxima na RH VIII. Para isso, serão considerados os períodos sazonais do ano hidrológico na área de estudo.

Valores característicos e épocas de ocorrência ao longo do ano hidrológico

A partir dos dados sedimentométricos obtidos junto ao HidroWeb da ANA e dos dados levantados nas campanhas de monitoramento realizadas pela Água e Solo, serão estabelecidos os valores característicos de produção de sedimentos, bem como os valores característicos das distribuições granulométricas dos sedimentos em suspensão e dos sedimentos do leito. Em termos de sedimentos em suspensão, normalmente os valores de diâmetro médio das partículas são importantes. Para sedimentos de fundo, outros diâmetros característicos, como d_{16} e d_{83} , auxiliam a compreender a dinâmica dos sedimentos.

Por fim, esses valores serão computados, organizados conforme a distribuição espacial e temporal, contemplando os períodos de estiagem e de cheias, a fim de melhor descrever o comportamento dos sedimentos na RH VIII.

d) Campanhas de monitoramento qualiquantitativo

As campanhas de monitoramento qualiquantitativo constituem etapa central para a obtenção de dados primários de quantidade e qualidade das águas superficiais, sendo fundamentais para a atualização do diagnóstico das disponibilidades hídricas e para a compreensão das pressões antrópicas incidentes sobre os corpos hídricos da região. Essas campanhas serão estruturadas de forma a garantir representatividade espacial e temporal, bem como aderência às deliberações do CBH Macaé Ostras, assegurando coerência institucional e comparabilidade com levantamentos anteriores.

A definição dos pontos de monitoramento adotados para a realização das campanhas seguirá a rede formalizada pelo CBH Macaé Ostras, conforme estabelecido na Resolução CBH Macaé Ostras nº 184/2024, que consolida e atualiza a rede de monitoramento qualiquantitativo da RH VIII. Essa resolução incorpora pontos historicamente monitorados no âmbito do PRH RH VIII (2014), bem como novos pontos definidos no processo de revisão, com o objetivo de ampliar a cobertura espacial do monitoramento e suprir lacunas de informação identificadas ao longo do tempo.

A Figura 4.4 ilustra a localização de todos os pontos da rede de monitoramento, diferenciando aqueles já presentes no plano anterior dos novos pontos incorporados neste plano. A Tabela 4.6 a seguir apresenta detalhes destes pontos, incluindo a correspondência com a nomenclatura usada no levantamento antigo, possibilitando futuras comparações. Adicionalmente, foi realizada uma correlação dos pontos desta rede com estações e levantamentos de outras fontes de dados (ANA, INEA e outros estudos) nos casos de pontos coincidentes. Foram consultadas bases de dados da ANA e do INEA, o Monitoramento Ambiental da Qualidade da Água na RH VIII, o Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras, bem como os pontos monitorados por Pinheiro (2008). Essa correlação ampliará a análise dos resultados das campanhas, fornecendo dados complementares para comparação.

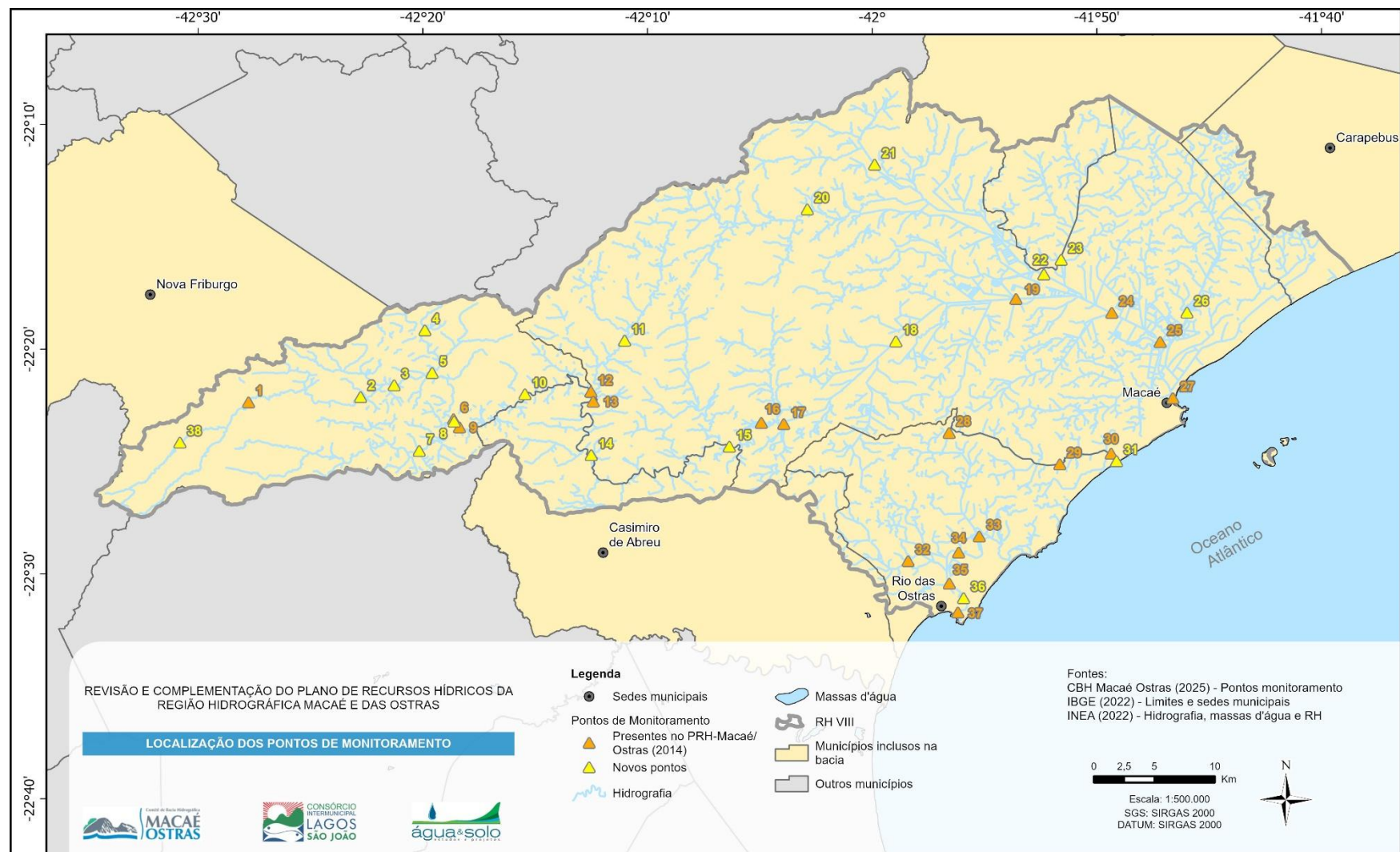


Figura 4.4. Localização dos pontos de monitoramento quali-quantitativo.
 Fonte: Água e Solo, 2026.

Tabela 4.6. Pontos de monitoramento qualitativo.

ID	PRH 2014	Latitude	Longitude	Cidade	Bacia	Pontos coincidentes
1	Sim (MACAÉ01)	-22,372769	-42,4626	Nova Friburgo	Rio Macaé	59120000 (ANA)
2	Não	-22,36889	-42,379494	Nova Friburgo	Rio Macaé	59125000 (ANA); Ponto 01 (Monitoramento RH VIII)
3	Não	-22,360132	-42,354593	Nova Friburgo	Rio Macaé	Ponto 02 (Monitoramento RH VIII)
4	Não	-22,319354	-42,33179	Nova Friburgo	Rio Macaé	-
5	Não	-22,350974	-42,326425	Nova Friburgo	Rio Macaé	MAC03 (PINHEIRO, 2008); Ponto 03 (Monitoramento RH VIII)
6	Sim (MACAÉ02)	-22,385285	-42,310558	Nova Friburgo	Rio Macaé	-
7	Não	-22,408858	-42,33599	Nova Friburgo	Rio Macaé	59135000 (ANA)
8	Não	-22,387055	-42,310074	Nova Friburgo	Rio Macaé	00RJ04RB0010 (INEA)
9	Sim (MACAÉ03)	-22,391389	-42,306111	Nova Friburgo	Rio Macaé	MAC04 (PINHEIRO, 2008)
10	Não	-22,366812	-42,257586	Nova Friburgo	Rio Macaé	MAC05 (PINHEIRO, 2008)
11	Não	-22,327044	-42,183623	Macaé	Rio Macaé	-
12	Sim (MACAÉ04)	-22,365	-42,208611	Macaé	Rio Sana	-

ID	PRH 2014	Latitude	Longitude	Cidade	Bacia	Pontos coincidentes
13	Sim (MACAÉ05)	-22,372222	-42,206944	Macaé	Rio Macaé	-
14	Não	-22,41197	-42,208382	Casimiro de Abreu	Rio Macaé	MAC07 (PINHEIRO, 2008); Ponto 04 (Monitoramento RH VIII)
15	Não	-22,405686	-42,105925	Macaé	Rio Macaé	-
16	Sim (MACAÉ06)	-22,388056	-42,082222	Macaé	Rio Macaé	59136900 (ANA, porém sem dados)
17	Sim (MACAÉ07)	-22,388889	-42,065556	Macaé	Rio Macaé	MAC09 (PINHEIRO, 2008)
18	Não	-22,327655	-41,982413	Macaé	Rio Macaé	MAC10 (PINHEIRO, 2008); 59138800 (ANA, porém sem dados)
19	Sim (MACAÉ08)	-22,296111	-41,893333	Macaé	Rio Macaé	MAC11 (PINHEIRO, 2008); Ponto 05 (Monitoramento RH VIII)
20	Não	-22,229689	-42,04808	Macaé	Rio Macaé	Ponto 06 (Monitoramento RH VIII); 59139900 (ANA, porém sem dados)
21	Não	-22,196512	-41,998184	Macaé	Rio Macaé	-
22	Não	-22,277989	-41,87262	Macaé	Rio Macaé	00RJ04SP0050 (INEA)
23	Não	-22,267097	-41,859823	Macaé	Rio Macaé	-
24	Sim (MACAÉ09)	-22,306389	-41,822222	Macaé	Rio Macaé	MAC13 (PINHEIRO, 2008); Ponto 07 (Monitoramento RH VIII)

ID	PRH 2014	Latitude	Longitude	Cidade	Bacia	Pontos coincidentes
25	Sim (MACAÉ10)	-22,328056	-41,786389	Macaé	Rio Macaé	-
26	Não	-22,306218	-41,766475	Macaé	Rio Macaé	-
27	Sim (MACAÉ11)	-22,369722	-41,776944	Macaé	Rio Macaé	Ponto 08 (Monitoramento RH VIII)
28	Sim (IMBOA01)	-22,395464	-41,942916	Rio das Ostras	Lagoa Imboassica	-
29	Sim (IMBOA02)	-22,418723	-41,860782	Rio das Ostras	Lagoa Imboassica	00RJ04IM0010 (INEA)
30	Sim (IMBOA03)	-22,410847	-41,822698	Macaé	Lagoa Imboassica	-
31	Não	-22,416465	-41,818712	Macaé	Lagoa Imboassica	-
32	Sim (RIO IRIRY)	-22,490556	-41,973333	Rio das Ostras	Rio das Ostras	-
33	Sim (OSTRAS01)	-22,472222	-41,920556	Rio das Ostras	Rio das Ostras	59212500 (ANA, porém, sem dados)
34	Sim (OSTRAS02)	-22,484167	-41,935833	Rio das Ostras	Rio das Ostras	E2 (IQA e Salinidade); Ponto 09 (Monitoramento RH VIII)
35	Sim (OSTRAS03)	-22,507222	-41,942778	Rio das Ostras	Rio das Ostras	-

ID	PRH 2014	Latitude	Longitude	Cidade	Bacia	Pontos coincidentes
36	Não	-22,518004	-41,932166	Rio das Ostras	Rio das Ostras	00RJ04RO0015 (INEA); Ponto 10 (Monitoramento RH VIII)
37	Sim (OSTRAS04)	-22,528611	-41,936389	Rio das Ostras	Rio das Ostras	-
38	Não	-22,402654	-42,513506	Nova Friburgo	Rio Macaé	-

Fonte: Água e Solo, 2026.

Em todos os pontos serão realizados o monitoramento qualitativo (qualidade da água). O monitoramento quantitativo, por sua vez, será realizado na maior parte dos pontos, com exceção dos pontos 6, 30, 31, 34, 35 e 37, que contarão exclusivamente com análise qualitativa. Nesses casos, a estimativa das vazões será obtida por extrapolação a partir das medições realizadas em pontos localizados a montante e a jusante, desde que atendidas as condições de similaridade hidrológica e hidráulica dos trechos.

Para uma avaliação efetiva dos corpos d'água, os aspectos de qualidade e quantidade da água devem ser considerados de forma conjunta. Por isso, todas as vezes em que for coletada uma amostra de água para análise de qualidade, será realizada também a medição da vazão no mesmo local (quando o ponto fizer parte do monitoramento quantitativo).

Os equipamentos e métodos de medição de vazão serão selecionados de acordo com as características de profundidade, largura e fluxo do rio em cada ponto. Assim, rios de médio e grande porte serão medidos preferencialmente com instrumentos acústicos (ADCP), enquanto em córregos e rios menores será empregado o método convencional com molinete hidrométrico. Sempre que houver condições favoráveis ao uso de medidores acústicos, estes terão preferência, visto que oferecem maior detalhamento da seção de escoamento e agilidade na coleta dos dados. Todos os resultados de campo serão analisados criticamente e registrados em fichas de medição de vazão contendo descrições e fotos da atividade.

Durante as campanhas de campo, além das medições quantitativas e qualitativas, serão registradas as condições ambientais do entorno de cada ponto de monitoramento. Os registros serão feitos por meio de fotografias. Além disso, os técnicos preencherão fichas padronizadas com informações da medição de vazão e coleta de amostras, além de características da seção, margens e entorno (como, por exemplo, condições hidráulicas, controles hidráulicos, estabilidade das margens, descrição de evidências de interferências antrópicas). O modelo consta no Anexo A.

Paralelamente, serão seguidos rígidos procedimentos de coleta, preservação e transporte das amostras de água, conforme as normas técnicas vigentes. A equipe observará as orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB & ANA, 2011) e das normas ABNT NBR 9897 e NBR 9898 (ABNT, 1997), que tratam do planejamento da amostragem, preservação e técnicas de coleta de amostras

de efluentes líquidos e corpos receptores, além de referenciais internacionais consagrados, como o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE *et al.*, 2012). Cada amostra será identificada e manuseada de modo a preservar suas características físicas, químicas e biológicas desde a coleta até a análise laboratorial, a fim de evitar transformações indesejáveis (como hidrólise de compostos, degradação biológica, volatilização ou adsorção em recipientes) e garantir que os organismos e parâmetros se mantenham representativos das condições *in situ*.

As amostras coletadas serão acondicionadas adequadamente e transportadas em condições controladas (por exemplo, em caixas térmicas refrigeradas, quando aplicável) até o laboratório. As análises laboratoriais serão realizadas por laboratórios credenciados junto ao INEA. Todos os procedimentos adotarão controles de qualidade internos e externos, conforme exigências legais e boas práticas laboratoriais, de modo que os resultados obtidos nas campanhas tenham validade e precisão reconhecidas.

As campanhas de monitoramento serão executadas ao longo de, no mínimo, um ano hidrológico completo, de forma a contemplar a variabilidade sazonal do clima e do regime dos rios na região. Estão previstas quatro campanhas, distribuídas sazonalmente (verão, outono, inverno e primavera), garantindo assim a representatividade das condições de estiagem e de cheia naturais do ciclo anual.

Nos dois pontos localizados em áreas estuarinas ou sujeitas à influência do regime de marés (Pontos 27 e 37), as medições de vazão serão realizadas preferencialmente durante a maré baixa. Antes da campanha, serão consultadas as tábuas de maré para programar o horário adequado da medição. No momento da coleta, será utilizado o ADCP para verificar a existência de corrente de retorno. Os dados de vazão obtidos nesses locais serão interpretados segundo a convenção para estuários: valores positivos indicam fluxo no sentido rio-mar (vazante) e valores negativos indicam fluxo no sentido mar-rio (enchente), conforme recomendado por Marone *et al.* (2007).

Paralelamente ao monitoramento das vazões, serão selecionados alguns pontos-chave para o monitoramento de sedimentos, abrangendo tanto a carga em suspensão quanto a de fundo. Esses pontos de controle serão escolhidos em trechos representativos, de modo a fornecer subsídios para a calibração de um modelo hidrossedimentológico da bacia. As medições de descarga sólida em campo abrangerão a coleta de amostras de água para determinação de sólidos em suspensão e uso de amostradores de fundo para

sedimentos de leito. Com base nesses resultados pontuais, será possível regionalizar (extrapolar) os valores de perda de solo e sedimentação para outros trechos da bacia onde não houver medições diretas, oferecendo uma estimativa geral da produção de sedimentos em toda a região.

Ao término do ciclo completo de campanhas, os resultados obtidos servirão de base para o diagnóstico das disponibilidades hídricas quantitativas e qualitativas na bacia. Os dados de vazão medidos em campo serão utilizados na calibração e validação de modelos hidrológicos, permitindo estimar de forma confiável a disponibilidade hídrica ao longo dos cursos d'água. Por sua vez, os dados de qualidade da água coletados permitirão identificar trechos ou corpos hídricos com comprometimento da qualidade, por exemplo, pontos onde parâmetros ultrapassam os limites da legislação ou indicam poluição significativa, além de fornecer mais dados para a calibração do modelo utilizado na estimativa das cargas poluidoras no prognóstico (Meta 5 – Atualizar o prognóstico).

Adicionalmente, será elaborado e entregue um relatório técnico de cada campanha para validação pelo CILSJ. Esse relatório apresentará de forma sistematizada a metodologia adotada, os procedimentos de campo, os equipamentos utilizados, os registros fotográficos, as fichas de medição, os resultados laboratoriais, os controles de qualidade aplicados e a análise crítica preliminar dos dados obtidos.

O documento ainda absorverá as considerações realizadas em eventuais vistorias de campo, incorporando ajustes metodológicos quando necessários, e será submetido à validação antes da consolidação definitiva dos resultados no diagnóstico. Nesse sentido, os resultados gerais obtidos das análises visuais de seções, margens e entorno dos pontos de monitoramento, também poderão colaborar – em relação tanto à localização dos pontos de monitoramento (revisão da rede atual) quanto às possíveis causas e efeitos observados ao longo das sub-bacias de estudo (especialmente em termos qualitativos).

4.3.1.6 Atualização do diagnóstico das demandas hídricas

A atualização do diagnóstico das demandas hídricas tem como finalidade revisar o quadro atual e potencial de usos da água na RH VIII, tomando como referência a situação apresentada no PRH RH VIII (2014) e incorporando as mudanças observadas nos últimos anos. A etapa contempla a caracterização das demandas associadas aos

diferentes setores usuários, bem como a avaliação da tendência de evolução desses usos, considerando políticas, planos e instrumentos de gestão que influenciam o uso, controle e proteção dos recursos hídricos na região. Serão avaliados tanto os usos consuntivos quanto os usos não consuntivos, incluindo iniciativas de reúso da água.

O desenvolvimento do diagnóstico será estruturado em duas partes principais: a atualização das informações sobre usuários de água e seus respectivos tipos de uso; e a quantificação das demandas atuais e potenciais, considerando projeções setoriais e métodos diretos e indiretos de estimativa.

A seguir, apresenta-se os principais tópicos e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 13 – Relatório de Diagnóstico das Demandas Hídricas (RD-04).

Levantamento e atualização dos usuários de água

O levantamento dos usuários será realizado a partir de dados secundários, incluindo CNARH, Boletim de Serviço e Diário Eletrônico do INEA, PRH RH VIII (2014), Planos Municipais de Saneamento, Plano Estadual de Recursos Hídricos, Plano Estadual de Segurança Hídrica, Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos e informações disponibilizadas por ANA, ANEEL, CEDAE, SAAE, EMUHSA, EMATER, FIPERJ, IBGE e Prefeituras. Caso necessário, serão incorporados dados oriundos de visitas técnicas.

As outorgas serão classificadas por tipo de intervenção (captação superficial, captação subterrânea e lançamento de efluentes) e organizadas segundo seu status (usos outorgados, em regularização, em análise, dispensados de outorga etc.). A partir dessa consolidação, serão identificadas áreas com maior concentração de usuários, trechos que apresentam potencial de conflito, bem como alterações relevantes quando comparadas ao PRH RH VIII (2014).

Ainda em relação aos lançamentos de efluentes, serão compiladas informações sobre tipo de tratamento, vazão lançada, cargas de DBO, fósforo e nitrogênio (brutas e tratadas), temperatura, regime de lançamento e demais dados disponíveis no Procon Água/INEA, caso essas informações estejam disponíveis.

A caracterização dos usuários incluirá uma avaliação dos sistemas de saneamento básico na área de estudo, contemplando:

- Indicadores provenientes do SNIS e de seu substituto, o SINISA;

- Dados Provenientes do Atlas Águas: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ANA, 2021);
- Dados provenientes do Atlas Esgoto: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2019);
- informações fornecidas pelas concessionárias e autarquias municipais, quando disponíveis;
- Planos de Saneamento Básico;
- Estudos Técnicos e Planejamento para a Universalização do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário: Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.

A análise incluirá também a disposição de resíduos sólidos urbanos, utilizando os Planos Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos existentes, dados municipais e informações do SNIS/SINISA. Caso sejam identificadas lacunas, serão solicitados dados complementares às Prefeituras.

As análises referentes ao reúso hídrico serão fundamentadas no marco legal vigente no Estado do Rio de Janeiro, destacando-se:

- Decreto nº 47.403/2020 – Política de Reúso de Água para fins não potáveis;
- Lei Estadual nº 9.043/2020 – Programa Estadual de Reúso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) para fins industriais;
- Lei Municipal nº 1.402/2009 (Rio das Ostras) – Programa de Captação e Reúso de Águas Pluviais.

Sempre que possível, serão identificados e caracterizados sistemas de reúso já existentes na RH VIII, bem como potenciais para sua ampliação.

Metodologias de quantificação das demandas

A quantificação das demandas utilizará métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos consistem na utilização dos dados de outorga emitidos pela ANA (rios federais) e pelo INEA (rios estaduais), abrangendo captações superficiais, subterrâneas, usos insignificantes e lançamentos de efluentes. A base será sistematizada e depurada para eliminar duplicidades e registros obsoletos. As limitações associadas às outorgas, como a discrepância entre vazões outorgadas e efetivamente captadas e a sub-representação de usuários, serão consideradas na análise.

Os métodos indiretos utilizarão coeficientes técnicos e metodologias recomendadas, com base em:

- Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019);
- Atlas Águas – Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ANA, 2021a);
- Estudo “Evaporação Líquida de Reservatórios Artificiais do Brasil” (ANA, 2021b);
- Metodologia ONS (2005) para demanda industrial;
- Bovinos equivalentes para criação animal;
- Estimativas derivadas de dados da Emater-Rio e do Projeto Rio Rural.

As diferenças entre os métodos serão comparadas para cada finalidade de uso, com o intuito de orientar a seleção do valor que melhor represente o cenário atual da RH VIII.

A análise abrangerá também o levantamento de atividades classificadas como usos não consuntivos, incluindo: navegação; pesca e aquicultura; geração hidrelétrica; turismo, lazer e recreação e; proteção ambiental. Como exemplo de base de dados, destaca-se o Censo da Pesca Artesanal do Projeto Pescarte, que será utilizado para complementar a caracterização das atividades de pesca e aquicultura na região. Essas informações serão integradas ao diagnóstico, de forma a refletir o conjunto completo de interferências e pressões sobre os recursos hídricos da região.

Para o setor de turismo e lazer, a análise do fluxo turístico será realizada a partir da integração das informações obtidas na caracterização socioeconômica, com dados espaciais de atrativos turísticos, infraestrutura associada e informações disponíveis em órgãos públicos. A partir dessa base, será realizada a espacialização das atividades em ambiente SIG, permitindo a identificação de áreas de maior e menor concentração de atividades turísticas. Complementarmente, serão utilizados indicadores indiretos, como densidade de estabelecimentos e proximidade a atrativos naturais e urbanos, possibilitando a classificação dos municípios e, quando possível, de seus distritos, quanto à intensidade da demanda por turismo e lazer.

A demanda de consumo humano será calculada por município com base nos dados do Censo 2022, nas séries históricas de consumo *per capita* do SNIS/SINISA, na análise da parcela do território municipal inserida na RH VIII e na projeção populacional no horizonte de estudo (HELLER & PÁDUA, 2006). Para as projeções populacionais, serão utilizadas as projeções descritas anteriormente (item 4.3.1.4i).

Os resultados da quantificação das demandas serão consolidados e apresentados por UPH, permitindo sua comparação com a disponibilidade hídrica e posterior integração ao balanço hídrico. A apresentação seguirá padrão visual (mapas, quadros, gráficos) e tabular, incluindo a demanda por finalidade (consuntiva e não consuntiva), a demanda total por UPH, a comparação com o PRH RH VIII (2014) e a identificação de trechos críticos ou com potencial conflito.

4.3.1.7 Atualização do balanço hídrico

O balanço hídrico, entendido como o processo de estimar todas as entradas, saídas e armazenamentos de água em um determinado sistema hidrográfico, constitui um instrumento essencial para avaliar o equilíbrio hídrico de uma bacia hidrográfica. No contexto dos PRHs, essa análise visa oferecer uma visão clara e integrada da situação atual dos recursos hídricos, permitindo comparar a disponibilidade natural com as demandas associadas aos diferentes usos. Ao identificar possíveis déficits, pressões ou conflitos, o balanço hídrico orienta a tomada de decisões estratégicas para a gestão, subsidiando ações de alocação, regulação, conservação e ampliação da oferta de água. Além disso, fornece bases técnicas para avaliar a capacidade de suporte da bacia hidrográfica frente a cenários futuros de desenvolvimento, considerando, por exemplo, alterações nos padrões populacionais, contribuindo para o planejamento e para a promoção da segurança hídrica na região.

A seguir, apresenta-se os principais tópicos e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 14 – Relatório do Balanço Hídrico (RD-05).

Metodologia

Propõe-se que a atualização do balanço hídrico seja realizada através do modelo Warm-Gis Tools, antigo SAD-IPH que foi utilizado no PRH RH VIII (2014). O modelo é unidimensional e consiste em um conjunto de ferramentas e operações realizadas em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) e é amplamente utilizado na gestão de recursos hídricos no Brasil, como no PERH do Rio Guandu/RJ (CBH GUANDU, 2018), PIRH Paranapanema (ANA & CBH Paranapanema, 2016) e Rio das Almas/GO (KAYSER & COLLISCHONN, 2017). Além disso, o modelo tem forte sinergia com o MGB

o que otimiza a integração das informações uma vez que os dados de entrada no Warm-Gis serão os resultados gerados nas etapas anteriores do diagnóstico.

O Warm-Gis opera em dois módulos: (i) Módulo de Balanço Hídrico, o qual realiza o balanço hídrico entre disponibilidades e demandas; e (ii) Módulo de Simulação Integrada de Qualidade da Água e Balanço Hídrico, o qual realiza a simulação da qualidade da água, considerando os lançamentos de efluentes e captações de água.

De acordo com o Manual Teórico-Prático da Ferramenta WARM-GIS Tools (KAYSER & COLLISCHONN, 2017), o Módulo de Balanço consiste na contabilização dos pontos de captação inseridos no sistema, calculando-se a vazão remanescente e os possíveis déficits de não atendimento, caso a vazão remanescente atinja um nível inferior a um patamar mínimo. O modelo opera em modo permanente, através de valores únicos de vazão por minibacia, representando estatísticas das séries hidrológicas como a $Q_{7,10}$ ou a Q_{95} , entre outros indicadores. O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Estresse Hídrico (Water Stress Index – WSI), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_r) em cada trecho de rio.

Já o módulo de Qualidade da Água corresponde na inserção de lançamentos de efluentes de forma contínua no sistema hídrico, podendo ser incluídas também as abstrações de água, adotando um conjunto de soluções analíticas em regime permanente, utilizando modelos de transporte advectivo com reações cinéticas simplificadas. A cada simulação deve-se eleger um cenário de disponibilidade hídrica através dos dados de entrada. Os resultados são apresentados em perfis longitudinais com a variação da concentração de cada parâmetro por trecho simulado.

O módulo possibilita a modelagem dos seguintes constituintes ao longo do rio:

- Demanda bioquímica de oxigênio;
- Oxigênio dissolvido;
- Nitrogênio total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato);
- Fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico);
- Coliformes termotolerantes (fecais) ou E. Coli.

Esse módulo será retomado na etapa de prognóstico da revisão do plano, onde serão realizadas as simulações dos cenários futuros para a bacia.

Os principais dados de entrada para a atualização do balanço hídrico são descritos a seguir:

- **Topologia:** é necessário que se forneça informações do terreno para processamento e definição das direções de fluxo (representa as direções de fluxo de cada célula, ou seja, demonstra para onde a água está indo de acordo com uma determinada codificação), área acumulada (representa o número acumulado de células à montante em cada célula da grade), trechos de drenagem e minibacias. A fim de garantir a equivalência e sinergia de todo o estudo, nessa etapa serão utilizados os arquivos de terreno já processados pelo MGB;
- **Cenários de vazão:** serão utilizados os cenários gerados na etapa de disponibilidade hídrica qualitativa, considerando a $Q_{7,10}$ e as vazões de 90% e 95% de permanência, e das demandas hídricas levantadas na atualização do diagnóstico das demandas;
- **Outros usos:** corresponde a inserção de informações como reservatórios e indicação de transposição de bacias, onde poderá levar se em conta a transposição do rio Macabu e as regras de operação dos reservatórios existentes nas bacias, conforme levantado na etapa de descrição das obras hidráulicas.

O balanço hídrico consistirá em avaliar o impacto das retiradas totais, considerando usos consuntivos de água em cada unidade simulada. Para cada retirada realizada a montante, será considerado que o valor também impacta as vazões a jusante, obtendo-se o efeito das retiradas nas células a jusante através da redução dos deflúvios.

Resultados

Os resultados do balanço serão apresentados para as principais sub-bacias da RH VIII, conforme Tabela 4.7. Destaca-se, entretanto, que o detalhamento poderá ser revisto conforme necessidades e particularidades da região de estudo.

Tabela 4.7. Sub-bacias para realização do balanço hídrico.

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Área aproximada (km ²)
Rio Macaé	Alto Macaé	208
	Rio Sana	110
	Rio São Pedro	477

Bacia hidrográfica	Sub-bacia	Área aproximada (km ²)
	Médio Macaé (total)	577
	Médio Macaé (incremental)	259
	Baixo Macaé (total)	1713
	Baixo Macaé (incremental)	658
Rio Imboacica	Rio Imboacica	58,12
Rio das Ostras	Rio das Ostras	171,17

Fonte: Água e Solo, 2026.

O produto desta atividade consistirá no estabelecimento do cenário atual de aproveitamento dos recursos hídricos das bacias, por meio do confronto entre as informações de disponibilidade e de demanda. As informações e resultados obtidos serão apresentados em formato de relatório e encarte, destinado ao público em geral, contendo uma síntese das disponibilidades e demandas identificadas, além de todos os dados produzidos no diagnóstico.

Como anexo ao Relatório do Balanço Hídrico, será incluída uma tabela contendo as demandas hídricas, abrangendo outorgas, declarações de uso insignificante, reservas de disponibilidade hídrica e demais autorizações de uso já emitidas, bem como aquelas solicitadas ou em análise, com o detalhamento das quantidades captadas ou previstas. Serão elaborados mapas para apresentação da disposição territorial dos dados utilizados bem como de todos os resultados gerados.

4.3.1.8 Identificação dos aspectos críticos para o ordenamento de usos múltiplos das lagoas costeiras

Conforme apresentado no PRH RH VIII (2014), as lagoas costeiras apresentam, em sua dinâmica natural, um estado de eutrofização progressiva, caracterizado pelo acúmulo de matéria orgânica proveniente do entorno e da decomposição de organismos aquáticos. Por serem ambientes rasos, essa condição favorece o desenvolvimento de extensas comunidades de macrófitas aquáticas, acelerando o processo de redução do espelho d'água. Embora seja um fenômeno natural, qualquer incremento no aporte de nutrientes ou material orgânico intensifica esse processo, tornando essas lagoas extremamente

vulneráveis a impactos antrópicos. Um exemplo crítico é a Lagoa de Imboacica, que sofre forte pressão devido ao lançamento de esgotos sanitários diretamente em seu interior ou nos cursos d'água afluentes, além da abertura artificial de sua barra durante períodos de cheia, práticas que agravam a degradação da qualidade ambiental.

Pesquisas realizadas pelo Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (Nupem/UFRJ) apontam que aproximadamente 80% da bacia hidrográfica da Lagoa de Imboacica encontra-se sob intensa influência antrópica. As intervenções humanas na região são históricas, iniciando com a implantação de uma linha férrea em 1887, seguida pela construção da Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106) na década de 1940 e, posteriormente, pela instalação de dois polos industriais da Petrobras, nas décadas de 1970 e 1990. Assim, compreender a dinâmica atual das lagoas costeiras é fundamental para garantir a gestão eficaz dos recursos naturais da RH VIII.

Destaca-se ainda que entre os dias 20 e 22 de maio de 2026, ocorrerá o I Workshop de Gerenciamento Costeiro da RH VIII – Gestão de Recursos Hídricos Integrada à Gestão de Sistemas Estuarinos e da Zona Costeira, oportunidade na qual serão discutidas propostas que poderão contribuir para a revisão do PRH. Por conseguinte, considerando a relação direta com a temática do presente item, serão levantados e considerados os produtos debatidos e resultantes do evento.

A seguir, apresenta-se as quatro principais etapas e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 15 – Relatório dos Aspectos Críticos para o Ordenamento das Lagoas Costeiras (RD-06).

a) Caracterização ambiental e socioeconômico das lagoas costeiras

O diagnóstico ambiental e socioeconômico torna-se a base para orientar o ordenamento dos usos múltiplos, oferecendo uma visão integrada que abrange tanto os aspectos ecológicos quanto as interações sociais e econômicas que moldam as lagoas. O trabalho começa com a identificação dos fatores que afetam a qualidade ambiental das lagoas, como lançamento de efluentes, assoreamento, ocupação irregular das margens, introdução de espécies exóticas, turismo desordenado e práticas pesqueiras predatórias. Esses elementos, levantados previamente nos produtos anteriores, serão avaliados a partir de dados existentes, complementados por informações obtidas em campo, permitindo reconhecer os principais vetores de pressão sobre os ecossistemas.

Em paralelo, será elaborada a caracterização dos atributos naturais e paisagísticos, contemplando aspectos físicos, hidrológicos e ecológicos, além do levantamento do uso e ocupação do solo presente no entorno. Essa análise permitirá compreender como as atividades humanas interagem com os recursos naturais e quais são suas potencialidades para o desenvolvimento sustentável. A dimensão socioeconômica será abordada por meio da avaliação das comunidades locais, suas práticas produtivas e a relação com os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas lagoas.

b) Avaliação das políticas reguladoras

O gerenciamento costeiro no Brasil é estruturado pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, instituído pela Lei nº 7.661/1988 e regulamentado pelo Decreto nº 5.300/2004, que define a Zona Costeira como patrimônio nacional e estabelece instrumentos como os Planos Estaduais e Municipais de Gerenciamento Costeiro, o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro e sistemas de monitoramento ambiental. Esses instrumentos visam garantir a gestão integrada e participativa, articulando planejamento territorial, fiscalização e conservação dos ecossistemas.

No estado do Rio de Janeiro, o gerenciamento costeiro é implementado pelo Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, que organiza setores litorâneos e orienta os municípios na elaboração de seus planos locais. Entre os municípios da área de estudo, Rio das Ostras é o único que já possui um Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro consolidado, instituído pela Lei nº 2.779/2022, com zoneamento temático e governança participativa por meio de um conselho municipal. Macaé encontra-se em fase de elaboração do seu Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, com audiências públicas realizadas e minuta de lei em tramitação.

Esse panorama evidencia a heterogeneidade na implementação dos instrumentos de gestão, com avanços em alguns municípios e lacunas em outros. Essa realidade reforça a necessidade de articulação entre os níveis estadual e municipal, bem como de estratégias que promovam a integração das políticas públicas e a participação social, garantindo maior efetividade na ordenação dos usos múltiplos das lagoas costeiras.

A avaliação das políticas reguladoras é uma etapa importante para compreender o arcabouço institucional que orienta o uso e a gestão das lagoas costeiras. Nesta etapa, será realizada a identificação das regras que disciplinam as atividades nessas áreas,

considerando legislações municipais, estaduais e federais, além de normas específicas relacionadas ao gerenciamento costeiro e à proteção dos ecossistemas aquáticos.

O trabalho envolverá o levantamento detalhado das entidades responsáveis pela gestão das lagoas, incluindo órgãos ambientais, prefeituras, UCs e demais instituições com competência legal sobre o território. Paralelamente, serão mapeados os atores sociais diretamente envolvidos, como comunidades tradicionais, pescadores, empreendedores turísticos, associações locais e organizações não governamentais, buscando compreender seus papéis e níveis de influência nos processos decisórios.

Além da identificação das normas vigentes, será realizada uma análise crítica das políticas públicas aplicáveis ao gerenciamento costeiro e às lagoas, verificando sua efetividade, abrangência e possíveis lacunas. Essa avaliação permitirá reconhecer os instrumentos existentes, como planos diretores, zoneamentos ecológico-econômicos, regulamentos de pesca e diretrizes para turismo sustentável, bem como apontar oportunidades para integração e fortalecimento da governança.

c) Identificação de usos e conflitos

A terceira etapa do estudo consiste na condução de um levantamento dos usos existentes nas lagoas costeiras, com o objetivo de identificar pontos críticos e conflitos entre usuários. Esse processo será desenvolvido a partir da integração de dados secundários e informações obtidas por meio de participação social, garantindo uma visão completa da realidade local.

Inicialmente, serão analisados os usos outorgados e cadastrados junto ao órgão gestor da bacia hidrográfica, o INEA. Essa análise permitirá mapear atividades formalmente autorizadas, como captação de água, lançamento de efluentes, aquicultura e pesca, organizando essas informações em um banco georreferenciado para facilitar a visualização espacial e a sobreposição com áreas sensíveis. Igualmente, serão avaliados os dados disponibilizados pelo Censo da Pesca Artesanal, pelas colônias de pescadores existentes na região e pelas prefeituras.

Complementarmente, será realizada uma oficina participativa com atores locais, incluindo comunidades tradicionais, pescadores, empreendedores turísticos, representantes de órgãos públicos e organizações da sociedade civil. Essa oficina tem como finalidade levantar usos não formalizados, compreender percepções sobre

impactos e conflitos e construir orientações sobre prioridades de gestão. A dinâmica será conduzida com metodologias participativas que favoreçam o diálogo e a colaboração entre os diferentes segmentos.

Para estruturar a análise dos conflitos identificados, sugere-se aplicar duas ferramentas estratégicas: a matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) e a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). A matriz FOFA permitirá avaliar os aspectos internos e externos relacionados aos usos múltiplos, destacando pontos fortes, fragilidades, oportunidades e ameaças para a gestão sustentável das lagoas. Em seguida, a matriz GUT será utilizada para priorizar os conflitos, atribuindo pontuações que consideram a gravidade dos impactos, a urgência da intervenção e a tendência de agravamento ao longo do tempo. Essa abordagem possibilitará hierarquizar os problemas e orientar a definição de ações prioritárias para o ordenamento dos usos.

d) *Diretrizes para os instrumentos de regulamentação dos usos múltiplos das lagoas costeiras*

Na última etapa, serão apresentadas diretrizes iniciais para o ordenamento dos usos múltiplos, fundamentadas nos diagnósticos ambientais, socioeconômicos e na análise dos conflitos levantados nas etapas anteriores. A proposta considera que os ordenamentos podem ser espaciais, temporais ou espaço-temporais, permitindo compatibilizar atividades e reduzir conflitos. Por exemplo, em períodos de maior demanda turística, como a alta temporada, a prioridade poderá ser atribuída a usos recreativos e de lazer, enquanto em outros períodos prevaleçam atividades produtivas, como pesca ou aquicultura.

Um componente importante desta fase é a identificação das áreas estratégicas e prioritárias para intervenção, que será realizada por meio da integração dos dados ambientais, socioeconômicos e de uso. Essa análise considerará critérios como sensibilidade ecológica, intensidade de pressão antrópica, risco de degradação, relevância econômica e potencial de conflito. Ferramentas de geoprocessamento serão utilizadas para espacializar essas áreas, permitindo a definição de zonas críticas que demandam medidas imediatas, bem como áreas com potencial para usos compatíveis.

Com base nessa identificação, serão elaboradas diretrizes técnicas e normativas que orientem a regulamentação dos usos múltiplos, incluindo medidas de compatibilização,

restrições para áreas sensíveis, parâmetros para práticas sustentáveis e mecanismos de monitoramento. O produto consistirá em um documento consolidado com as diretrizes propostas, acompanhado de mapas temáticos que indiquem as áreas estratégicas e prioritárias para intervenção e as propostas preliminares de ordenamento. Esse material servirá como referência para órgãos gestores e municípios, fortalecendo a governança e garantindo maior efetividade na gestão das lagoas costeiras.

4.3.1.9 Detalhamento das áreas prioritárias para conservação, produção de água e de áreas sujeitas à restrição de uso

Esta atividade tem por objetivo identificar, espacializar e propor alternativas de priorização das unidades de gestão da RH VIII prioritárias para conservação e produção de água, bem como as áreas sujeitas à restrição de uso. Os resultados irão, futuramente, subsidiar ações de planejamento e ordenamento territorial, gestão de outorgas e outros instrumentos, como Programa de Pagamento por Serviços Ambientais e Boas Práticas, já iniciado em 2024. Sendo assim, deverá ser buscada a articulação das dimensões de segurança hídrica, conservação da biodiversidade, conectividade de *habitats* e proteção de mananciais destinados ao abastecimento humano, considerando os cenários atuais e futuros de demanda de água, conforme o diagnóstico e a modelagem de disponibilidades hídricas.

A seguir, apresenta-se os principais tópicos e suas respectivas metodologias a serem adotadas que constituirão o conteúdo do Produto 16 – Relatório de Detalhamento das Áreas Prioritárias para Conservação e Produção de Água e de Áreas Sujeitas à Restrição de Uso (RD-07).

a) Bases conceituais/legais, planos, projetos e ações em execução

Além do levantamento de dados primários e secundários realizado nos produtos anteriores da Meta 3, serão compiladas referências, estudos e ações em execução relacionados à conservação, “produção de água” e condições para restrição de uso da água e solo. No mínimo, serão avaliados os seguintes documentos:

- Atlas de Mananciais de Abastecimento do estado do Rio de Janeiro;
- Nota Técnica GEGET/DIBAPE/INEA nº 05/2021, que trata da atualização da delimitação das áreas prioritárias para restauração florestal em áreas de interesse

para proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público no estado do Rio de Janeiro;

- Resolução CERHI-RJ nº 218/2019, que dispõe sobre diretrizes para planejamento, implementação, monitoramento e avaliação de iniciativas para proteção e recuperação de mananciais;
- Resolução CERHI-RJ nº 250/2021, que altera os anexos I, II e III da Resolução CERHI nº 218/2019, para atualizar os mapas das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público – AIPM e das áreas prioritárias para restauração florestal – APRF visando à proteção e recuperação de mananciais;
- Resolução CERHI-RJ nº 251/2021, que dispõe sobre o cadastro estadual de soluções baseadas na natureza para segurança hídrica (CESBN);
- Diagnóstico Socioambiental e Projeto Técnico de Ações de Conservação do Solo e da Água da Sub-bacia do Alto Curso do Rio Macaé (CBH MACAÉ OSTRAS, 2016);
- Resultados obtidos até o momento no Programa de Pagamento por Serviços Ambientais e Boas Práticas, cuja execução iniciou em julho de 2024 (Contrato nº 02/2024, firmado entre CILSJ e empresa Aplicar Engenharia Ltda.).

b) Áreas prioritárias para conservação e produção de água

Nesta etapa, serão identificadas e detalhadas as áreas prioritárias para conservação e produção de água na RH VIII, a partir da integração de dados levantados nas atividades anteriores. Serão consideradas áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade, conectividade ecológica (corredores ecológicos), com mananciais de abastecimento humano, degradadas ou sob pressão antrópica que impactem a qualidade e a quantidade da água. Para isso, serão integradas informações sobre uso e cobertura da terra, vulnerabilidade e suscetibilidade ambiental, pontos de captação existentes e demais variáveis ambientais relevantes, com base em dados disponibilizados pelo INEA e por outras bases oficiais. São alguns exemplos:

- As áreas de captação para abastecimento humano, incluindo mananciais superficiais e subterrâneos, com verificação de sua situação atual de uso e regularização, bem como identificação de novos pontos de captação relevantes;

- Áreas de recarga hídrica e trechos de cabeceiras com elevada importância para a manutenção da disponibilidade hídrica, com base em parâmetros hidrogeológicos, uso e cobertura do solo, declividade, fragilidade ambiental e balanço hídrico;
- Áreas relevantes para conservação da biodiversidade e para a formação de corredores ecológicos, incluindo remanescentes de vegetação nativa, APPs, UCs, demarcação de FMP e outras áreas protegidas, bem como zonas de conectividade entre fragmentos;
- Áreas com maior suscetibilidade à contaminação de mananciais por atividades antrópicas (por exemplo, expansão urbana desordenada, atividades industriais, agropecuárias e de infraestrutura), demandando ações de proteção, recuperação ou mudança de uso.

Em especial, destaca-se a Resolução CERHI-RJ n° 250/2021 que indica a classificação das AIPMs (mapa 8 e quadro 8 da respectiva normativa), cujo nível é definido pelo número total de pontos de captação para os quais determinada área contribui, de modo que níveis mais elevados indicam maior relevância para o abastecimento público.

Nesse contexto, destacam-se as AIPMs de maior hierarquia, como as AIPMs 2 e 3 (nível 4) e a AIPM 4 (nível 3), localizadas no município de Casimiro de Abreu, as quais configuram áreas de alta prioridade na RH VIII sob o critério de contribuição para a produção de água. Essas áreas serão analisadas de forma detalhada, considerando sua função na proteção de mananciais, na recarga hídrica e na regulação dos processos hidrológicos.

Ademais, serão avaliados se os pontos de captação na Resolução CERHI-RJ n° 250/2021 e no Diagnóstico Socioambiental e Projeto Técnico de Ações de Conservação do Solo e da Água da Sub-bacia do Alto Curso do Rio Macaé ainda são utilizados e se houve regularização e registro de demais pontos de captação.

c) Prioridade de outorgas e áreas sujeitas à restrição de uso

A segunda etapa consistirá na definição de alternativas para prioridades de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e na identificação de áreas sujeitas à restrição de uso. Essa etapa deverá ser coerente com as análises de segurança hídrica e com os cenários de demanda e disponibilidade hídricas produzidos anteriormente.

Destaca-se, contudo, que essa atividade definirá as áreas prioritárias para conservação/restauração e/ou sujeitas à restrição de uso, não tendo como intuito propor revisões para instrumentos já implantados, como licenciamento ambiental, zoneamento e outras normativas. Contudo, quando existentes, os mesmos serão observados durante a elaboração do produto e, a partir disso, serão estabelecidos critérios, diretrizes e procedimentos para:

- Áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais, conforme descrito no item anterior, com a identificação de zonas onde poderão ser recomendados critérios mais restritivos de outorga e licenciamento;
- Priorização de outorga em áreas críticas de disponibilidade hídrica, em especial nas unidades de gestão que apresentarem alto grau de comprometimento dos usos ou conflitos entre usuários, considerando usos consuntivos e não consuntivos, bem como as demandas de diferentes setores (abastecimento humano, saneamento, irrigação, indústria, aquicultura, geração termelétrica e usos ambientais);
- Propostas de regras para usos prioritários, usos insignificantes e usos não compatíveis com as disponibilidades hídricas modeladas, incluindo recomendações de restrição temporária de uso em situações de escassez hídrica e diretrizes para a atuação integrada com os órgãos de regulação e fiscalização;
- Indicação de critérios específicos de outorga para áreas de mananciais de abastecimento público, contemplando faixas de proteção ao longo dos cursos d'água, áreas de recarga de aquíferos e limites de captação por unidade de gestão.

4.3.2 Produtos

Para a Meta 3, é prevista a elaboração de sete produtos, os quais são descritos brevemente a seguir. A previsão de entrega de cada um dos produtos está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.3.2.1 Produto 10 – Relatório da Caracterização Física-Biótica da Área de Estudo e Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra (RD-01)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Descrição geral da área de estudo;
- Climatologia;
- Relevo e geomorfologia;
- Geologia;
- Pedologia;
- Aspectos bióticos:
 - Fauna;
 - Flora;
- Áreas protegidas:
 - APPs;
 - UCs;
 - Áreas indígenas;
- Uso e cobertura do solo:
 - Atual;
 - Evolução histórica;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.2 Produto 11 – Relatório da Caracterização Socioeconômica da Área de Estudo (RD-02)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Arranjo institucional;
- Aspectos demográficos e sociais:
 - Principais indicadores populacionais atuais;
 - Evolução histórica;
 - Comunidades tradicionais;
 - Padrões culturais e antropológicos
- Aspectos socioeconômicos:

- Setores produtivos, de comércio e serviços;
- Transporte;
- Saneamento básico;
- Turismo e lazer;
- Áreas da baixada litorânea e marítima;
- Tendências e projeções;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.3 Produto 12 – Relatório de Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas (RD-03)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Campanhas de monitoramento qualiquantitativo:
 - Rede de monitoramento e correlação com bases históricas;
 - Metodologia de campo para medições:
 - Vazão;
 - Qualidade da água;
 - Sedimentos.
 - Resultado e análise das campanhas;
- Águas superficiais:
 - Avaliação quantitativa:
 - Levantamento e obtenção de dados de entrada;
 - Atualização do regime fluviométrico;
 - Análise da disponibilidade hídrica;
 - Atualização, revisão e descrição da bacia hidrográfica.
 - Avaliação qualitativa:
 - Consolidação e análise de dados primários e secundários de qualidade da água.
 - Aplicação e comparação dos índices de qualidade da água:
 - IQA-NSF;
 - IQA-CETESB;

- IQA-C.
 - Mapeamento e identificação dos trechos críticos em relação à qualidade;
- Águas subterrâneas:
 - Levantamento e integração das bases disponíveis;
 - Caracterização hidrogeológica:
 - Geologia;
 - Hidrogeologia.
 - Disponibilidades hídricas subterrâneas;
 - Estimativa de usuários de poços domiciliares.
- Processos erosivos e sedimentológicos:
 - RUSLE:
 - Fator K (erodibilidade);
 - Fator R (erosividade);
 - Fator LS (topográfico);
 - Fator C (uso e ocupação do solo);
 - Fator P (práticas conservacionistas);
 - Cálculo do Potencial de Perda de Solo.
 - Áreas assoreadas;
 - Análise de dados sedimentométricos;
 - Estimativa da descarga sólida;
 - Determinação de valores característicos e análise da sazonalidade da produção e do transporte de sedimentos;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.4 Produto 13 – Relatório de Diagnóstico das Demandas Hídricas (RD-04)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Levantamento e atualização dos usuários de água:
 - Consolidação das bases institucionais e documentais;
 - Classificação das outorgas por tipo de intervenção e status;

- Identificação de áreas com maior concentração de usuários e potenciais conflitos;
- Lançamentos de efluentes e sistemas de tratamento.
- Caracterização setorial dos usos da água:
 - Abastecimento humano e saneamento básico;
 - Usos industriais, agropecuários e demais usos consuntivos;
 - Disposição de resíduos sólidos;
 - Reuso hídrico e potencial de ampliação.
- Quantificação das demandas hídricas:
 - Métodos diretos;
 - Métodos indiretos;
 - Comparação e consolidação dos resultados.
- Avaliação dos usos não consuntivos:
 - Navegação;
 - Pesca e aquicultura;
 - Geração hidrelétrica;
 - Turismo, lazer e proteção ambiental.
- Estimativa da demanda de consumo humano:
 - Cálculo municipal;
 - Projeções populacionais no horizonte de estudo.
- Consolidação e apresentação dos resultados:
 - Demandas por finalidade e por UPH;
 - Comparação com o PRH RH VIII (2014);
 - Identificação de trechos críticos e potenciais conflitos;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.5 Produto 14 – Relatório do Balanço Hídrico (RD-05)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Metodologia;

- Modelo adotado (WARM-GIS);
- Dados de entrada:
 - Dados topográficos;
 - Dados hidrológicos;
 - Demandas hídricas;
 - Interferências hidráulicas.
- Resultados:
 - Identificação de trechos críticos;
 - Resultados por sub-bacia;
 - Comparação com o plano antigo.
- Síntese do cenário atual de aproveitamento dos recursos hídricos.
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.6 Produto 15 – Relatório dos Aspectos Críticos para o Ordenamento das Lagoas Costeiras (RD-06)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Diagnóstico ambiental e socioeconômico do entorno das lagoas:
 - Caracterização ambiental;
 - Caracterização das comunidades locais;
 - Usos do solo e água;
 - Fatores que impactam a qualidade de água.
- Arcabouço legal e institucional relacionado ao gerenciamento costeiro;
- Usos e conflitos nas lagoas costeiras;
- Diretrizes para os instrumentos de regulamentação dos usos múltiplos das lagoas costeiras;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.3.2.7 Produto 16 – Relatório de Detalhamento das Áreas Prioritárias para Conservação e Produção de Água e de Áreas Sujeitas à Restrição de Uso (RD-07)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Referencial conceitual e legal;
- Metodologias:
 - Critérios de priorização para conservação e produção de água;
 - Critérios de identificação de áreas sujeitas à restrição de uso;
- Resultados:
 - Áreas prioritárias para conservação e produção de água;
 - Áreas sujeitas à restrição de uso e prioridades de outorga;
 - Diretrizes e recomendações;
- Limitações e desafios;
- Referências bibliográficas.

4.4 Meta 4 – Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014)

4.4.1 Subatividades e metodologias

Um PRH deve atender ao disposto na Resolução CNRH nº 145/2012, que define que esses são instrumentos de gestão de recursos hídricos de longo prazo, previstos na Lei nº 9.433/1997, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, que visam fundamentar e orientar a implementação das Políticas Nacional, Estaduais e Distrital de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito das respectivas bacias hidrográficas. Nesse planejamento, deverão ser consideradas as diretrizes do Plano Nacional, o(s) Plano(s) Estadual(is) de Recursos Hídricos e outros Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica existentes na sua área de abrangência, além dos demais planos, programas, projetos e estudos existentes relacionados à gestão ambiental, aos setores usuários, ao desenvolvimento regional, ao uso do solo, à gestão dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, incidentes na área de abrangência das respectivas bacias hidrográficas.

Entre a elaboração do PRH RH VIII (2014) e o atual momento, ocorreram muitas alterações importantes, como:

- A Agenda 2030, que estabeleceu os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sendo praticamente todos com alguma vinculação com a gestão dos recursos hídricos;
- O novo Marco Legal do Saneamento Básico, estabelecido pela Lei nº 14.026/2020, visa promover a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil até 2033, atualizando a legislação anterior e introduzindo novas diretrizes para a gestão do saneamento.
- O plano em relação aos cenários utilizados e a sua aderência ao cenário estadual/regional, cenário nacional e mundial atual;
- O início da implantação das alterações estabelecidas com o Novo Código Florestal (Lei Nº 12.651/2012), em especial o Cadastro Ambiental Rural e a alteração dos limites das áreas de preservação permanente (APPs);
- O início da implantação do Plano Estadual de Recursos Hídricos 2030;
- O novo Plano Nacional de Recursos Hídricos 2024-2040.

Além desses documentos básicos, há a alteração da política energética, que afeta particularmente as termelétricas da região, com um posicionamento considerado estratégico pelo Governo Federal para viabilizar uma transição energética nas próximas décadas.

Entre outras palavras, há uma alteração profunda e significativa do quadro institucional e sua expressão processual, na forma de novos marcos de planejamento e políticas que afetam a capacidade e as potencialidades do PRH RH VIII (2014). Se novas políticas trouxeram possibilidades de solução de problemas importantes, como o novo Marco do Saneamento por exemplo, outras trouxeram novos conceitos e paradigmas, como a Agenda 2030, o Plano de Segurança Hídrica e o novo Código Florestal.

Assim, o PRH RH VIII (2014) tem que ser revisitado com dois olhares diferentes e complementares, a partir de duas dimensões:

- O plano sendo avaliado sobre sua capacidade de responder os desafios de 2014, buscando uma situação mais favorável para a bacia quanto à melhoria

qualiquantitativa dos recursos hídricos, avaliando o atendimento das metas e a suficiência das estratégias propostas;

- O plano em relação aos cenários utilizados e a sua aderência ao cenário nacional e mundial atual.

4.4.1.1 PRH RH VIII (2014) e o cumprimento de metas e estratégias

Quanto à primeira dimensão de análise do PRH RH VIII (2014), o plano em relação às suas metas e estratégias, a avaliação crítica deve buscar as alterações positivas e negativas desde o início da implementação do plano anterior. Será montado um quadro das atividades propostas para a solução das inconformidades ou condições insatisfatórias, das metas propostas, das estratégias sugeridas e dos atores envolvidos.

Inicialmente, para cada atividade proposta será montado um Power BI, ferramenta de análise de dados desenvolvida pela Microsoft e lançada em 2015, que permite transformar a visualização de processos em relatórios interativos e *dashboards* acessíveis, apresentando os principais indicadores do Plano de 2014 em gráficos, permitindo uma leitura rápida da realidade atual ou a mais atual possível de acordo com a fonte de dados disponível. Dessa forma, será possível uma avaliação sobre cada atividade proposta e seu desenvolvimento ao longo do período de dez anos, concluindo sobre as metas propostas e seu atingimento.

Após a avaliação das metas, é possível verificar se as estratégias propostas foram adequadas ou não e se estão respondendo ao alcance ou não das metas. Nesse caso, interessa a interação entre os diferentes atores e sua resposta ao PRH RH VIII (2014). Essa avaliação deve considerar os indicadores adotados pelos indicadores do Observatório das Águas (OGA), por solicitação do TR, complementados com outros indicadores que serão avaliados quanto à possibilidade real de obtenção, tais como:

- Influência do plano na gestão municipal, especialmente quanto ao saneamento básico e segurança hídrica;
- Influência do plano na gestão dos recursos hídricos pelo INEA;
- Influência do plano na atuação do CBH Macaé Ostras; e
- Influência do plano na gestão ambiental da RH VIII.

Os indicadores OGA são em número de 52, divididos em cinco dimensões diferentes:

- Ambiente Legal e Institucional: Qualidade da Legislação; Efetividade da Lei; Regulação;
- Capacidades Estatais: Recursos Financeiros; Qualidade da burocracia; Atuação coordenada do estado;
- Estado Sociedade: Metas; Monitoramento; Indicadores; Avaliação de políticas públicas;
- Relações Intergovernamentais: Logística sistêmica; Fóruns Federativos; Autonomia dos entes; Mecanismos indutores de cooperação e coordenação; Flexibilidade e inovação;
- Instrumentos de Gestão: Órgãos de controle; Canais de participação; Inclusividade cidadã.

Interessa, fundamentalmente, a Dimensão Instrumentos de Gestão, que aborda a evolução do planejamento, metas, monitoramento, indicadores e avaliação das políticas públicas. Devem ser levantados junto ao INEA a evolução da outorga, da cobrança pelo uso da água e da evolução do sistema de informações, englobando os aspectos qualitativos e quantitativos. Também interessa a compreensão do funcionamento do Comitê e o cumprimento de suas funções estabelecidas na legislação, como a discussão dos temas referentes aos recursos hídricos, a sua atuação na resolução de conflitos pelo uso da água e o seu envolvimento na gestão da bacia. Por essa dimensão, será possível avaliar como o PRH RH VIII (2014) favoreceu a atuação do CBH Macaé Ostras.

As outras dimensões referem-se mais ao quadro regional, não exatamente ao plano. Pode-se avaliar para verificar o comportamento do Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas, por exemplo, para entender a capacidade de sinergia entre os comitês. Ou a participação nos Encontro Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas e outros fóruns de discussão, tanto para prever recursos para participações futuras, como para estabelecer novas formas de participação em outros colegiados e a importância disso na evolução da gestão da bacia.

Os instrumentos do OGA não serão suficientes para avaliar as diferentes influências previstas. Mais informações e dados serão obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas com atores destacados na RH VIII. Essas entrevistas serão preparadas a partir da compilação dos documentos anteriormente citados e a análise do PRH RH VIII (2014).

Cada entrevista será preparada para uma duração máxima de duas horas, com solicitação de gravação. Os temas a serem abordados serão:

- O papel do entrevistado na elaboração do PRH RH VIII (2014);
- O atual papel do entrevistado quanto à política de recursos hídricos;
- O grau de conhecimento do entrevistado sobre o PRH RH VIII (2014);
- As principais falhas e omissões do PRH RH VIII (2014);
- A forma como o entrevistado utilizou o PRH RH VIII (2014) na sua atuação institucional;
- Os principais avanços obtidos com o PRH RH VIII (2014);
- Como o PRH RH VIII (2014) envelheceu: os atuais desafios e a suficiência do plano de 2014 para enfrentá-los;
- As principais alterações nos ambientes institucional, econômico, social e natural a serem considerados na revisão do PRH RH VIII (2014);
- As formas de participação da sociedade na implantação do PRH RH VIII (2014), as formas de inserção ou exclusão observadas;
- Os possíveis elementos definidores dos cenários para os próximos 20 anos.

A preparação do roteiro de entrevista será realizada a partir do PRH RH VIII (2014). Será montado um quadro de metas propostas do plano anterior para auxiliar na entrevista, buscando avaliar como o entrevistado qualifica o atendimento a essas metas e as razões mais destacadas de fracasso e sucesso, conforme o caso. Também será questionado se essas metas devem permanecer na revisão do plano ou devem ser substituídas ou suprimidas. Como elemento auxiliar, será utilizado o Marco Lógico elaborado em 2014.

Quanto aos instrumentos de gestão em si, serão preparados questionários específicos para dois atores, o INEA e o CILSJ, enquanto entidade delegatária. Esses atores deverão ser questionados sobre a efetividade e situação atual da outorga pelo uso da água, cobrança pelo uso dos recursos hídricos, sistema de informações, enquadramento em classes de uso e sobre a observância do plano em si, do plano estadual e do plano nacional de recursos hídricos.

Especificamente para outorgas e cobrança pelo uso da água, serão comparados seus quantitativos (outorgas emitidas e valores arrecadados), de forma a entender a relação entre estes instrumentos. Igualmente, em relação às primeiras, serão avaliados os tipos de usos, usuários significativos e respectivas vazões outorgadas, os quais serão

complementados com os resultados da Meta 4 do Programa RUA – Regularização do Uso da Água, denominada “Estudo do impacto dos valores praticados na cobrança sobre os diferentes segmentos de usuários”. Serão também indicados possíveis desafios relativos ao aumento do cadastramento e à efetivação da outorga.

4.4.1.2 Os novos cenários nacional e mundial

Uma outra avaliação necessária é referente aos cenários utilizados para o planejamento. A metodologia de cenarização envolve análises prospectivas que consideram incertezas e variáveis que são consideradas chave no momento do planejamento, que podem ou não ser efetivas no futuro. Os cenários buscam definir limites para o planejamento, reduzindo a incerteza sobre o futuro, melhorando a flexibilidade e reduzindo riscos, mas estão vinculados ao momento presente da realização do Plano. Assim, podem não ter capturado adequadamente as tendências de crescimento econômico, as alterações demográficas e de uso da água, as novas visões sobre sustentabilidade, entre outros.

Alguns fenômenos ocorridos, como a pandemia de COVID-19, por exemplo, alteraram vários fatores de crescimento econômico e deslocamento de centros urbanos maiores para núcleos menores, afetando o consumo de água e a geração de efluentes em diversas partes do Rio de Janeiro, especialmente as áreas litorâneas. Não era lógico presumir a ocorrência de pandemias em 2014, dada a falta de eventos similares nas décadas anteriores. Da mesma forma, cabe mencionar que os atuais conflitos geopolíticos mundiais podem contribuir para mudanças na dinâmica socioeconômica (empregos, fluxos migratórios, ocupação territorial, entre outros). Assim, pode ser necessário inserir a vulnerabilidade a desastres naturais e tecnológicos nas projeções futuras como um dos indicadores a serem considerados.

É necessário avaliar se a situação da região se encontra e se manteve dentro dos limites propostos no PRH RH VIII (2014). Se sim, quais dos cenários foram mais aderentes, quais os indicadores que podem ser utilizados em novas projeções. Se não, quais foram as forças externas atuantes que não foram previstas e qual o grau de influência que tiveram no deslocamento da situação projetada.

Novamente, os planos e políticas correlatos devem ser avaliados quanto à sua gênese e aderência às políticas estadual e nacional de recursos hídricos: saneamento básico, segurança hídrica, matriz energética, política ambiental etc. Para isso, inicialmente serão

avaliados os cenários do Plano Nacional de Recursos Hídricos, verificando as possíveis alterações na lógica do planejamento. Depois, o Plano Estadual de Recursos Hídricos e na sequência os demais documentos das áreas correlatas. Em um segundo momento serão avaliados os ODS da Agenda 2030, com as metas globais e metas nacionais, e os novos cenários de mudança climática do IPCC das Nações Unidas.

Com essas avaliações, será discutida a adequação dos cenários de planejamento e as necessidades de inclusão de novos indicadores para o futuro prognóstico da gestão dos recursos hídricos na região.

A ferramenta *Simple Aggregation of Preferences Expressed by Ordinal Vectors - Multi Decision Makers* (SAPEVO-M), desenvolvida por Gomes e Santos (2018), parece ser adequada para realizar essa avaliação, pois permite comparar os cenários propostos entre si, a partir da descrição no PRH RH VIII (2014), e verificar quais os indicadores e pesos não foram aderentes à evolução da realidade.

4.4.1.3 Análise crítica do PRH RH VIII (2014)

Com as respostas obtidas nas fases anteriores, será montado um documento analítico a ser apresentado ao CBH Macaé Ostras para consolidação. Neste documento, serão avaliados:

- A aderência dos cenários utilizados em 2014 com a situação atual;
- Em que fase o Pacto das Águas se encontra e o que foi realizado desde 2014, incluindo a identificação e como foram conduzidas as responsabilidades atribuídas a cada instituição envolvida;
- O grau de atingimento das metas previstas, o grau de implantação e a execução do PRH, assim como a importância do plano nesse atingimento;
- As possíveis falhas de planejamento, seja na suficiência das ações propostas, seja pelos recursos disponibilizados e atuação dos atores considerados;
- A adesão das municipalidades ao plano, em especial a consideração do plano na elaboração ou revisão dos planos diretores municipais e de saneamento básico.

Os atores chave a serem entrevistados para permitir essa análise crítica são, minimamente, os listados abaixo. A seleção baseou-se na representatividade de diferentes setores e dos grupos participantes do CBH Macaé Ostras, atuais e futuros.

- Maria Inês Ferreira, professora do IFF;
- Virgínia Rego, professora da rede estadual;
- Affonso Albuquerque, presidente do CBH Macaé Ostras na época da elaboração do PRH RH VIII (2014), extensionista da EMATER-RJ;
- Leonardo Fernandes, fiscal do contrato pelo INEA na época da execução do PRH RH VIII (2014);
- Moema Acselrad, gerente do INEA na época da execução do plano;
- Adriana Saad, secretária executiva, e mais membros indicados pelo CILSJ;
- Raphaela Ferreira da Marlin Azul;
- Ana Claudia Mello, gestora da Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima;
- Prefeito ou secretário do meio ambiente ou planejamento de Macaé, Rio das Ostras e Nova Friburgo.

Iniciadas em janeiro de 2026, foram realizadas entrevistas presenciais durante a visita técnica de reconhecimento, adotando-se a opção remota para as entrevistas remanescentes. Complementarmente, será aplicado um formulário *online* com perguntas abertas e fechadas com todos os membros e ex-membros da plenária do CBH Macaé Ostras no período entre o início da implementação do plano e até o presente momento.

4.4.2 Produtos

Para a Meta 4, previu-se apenas um produto, o qual é descrito brevemente a seguir. A previsão de entrega está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.4.2.1 Produto 17 – Relatório da Avaliação da Implementação do PRH RH VIII (2014)

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Contextualização do PRH RH VIII (2014) e mudanças ocorridas até o momento;
- Metodologias:
 - Critérios de avaliação do plano anterior;
 - Critérios de avaliação da articulação do CBH Macaé Ostras e do engajamento dos atores estratégicos na implementação;

- Roteiro das entrevistas realizadas e atores entrevistados;
- Resultados:
 - Resultados obtidos a partir dos critérios/indicadores aplicados;
 - Avaliação dos cenários e aderência a mudanças;
 - Entrevistas;
 - Análise integrada (síntese de sucessos e desafios);
- Considerações finais e recomendações para o plano atual;
- Referências bibliográficas.

4.5 Meta 5 – Atualizar o prognóstico

O Prognóstico representa a projeção das possibilidades futuras de gestão e alocação de recursos hídricos, fundamentando-se nos dados e análises do diagnóstico atualizado e considerando cenários alternativos de desenvolvimento econômico e socioambiental. Diferentemente de uma previsão determinística, o prognóstico utiliza cenários como instrumentos estratégicos que permitem explorar futuros possíveis e subsidiarem tomadas de decisões por parte do poder público.

O Prognóstico constitui a base técnica para a revisão dos Programas, Projetos e Ações (Meta 6 – Atualizar ações) e para a consolidação do Manual Operativo (Meta 8 – Elaborar manual operativo), representando, portanto, o elo crítico entre diagnóstico e decisão de planejamento.

4.5.1 Subatividades e metodologias

4.5.1.1 Cenarizações alternativas de demandas e ofertas hídricas

A cenarização das alternativas de demandas e ofertas hídricas será realizada em quatro horizonte temporais, sendo eles: 10, 15, 20 e 30 anos. A elaboração dos cenários seguirá as diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2022), considerando que esses cenários funcionam como narrativas que exploram futuros possíveis e subsidiam decisões de planejamento ao antecipar oportunidades, limitações e conflitos potenciais. Dada a natureza estratégica e de longo prazo dos Planos de Recursos Hídricos, os cenários constituem um instrumento essencial para lidar com incertezas e orientar as estratégias de gestão.

A Figura 4.5 apresenta a construção dos cenários conforme proposto no PNRH (2022), considerando a combinação das dimensões econômica e socioambiental. Como premissas, o Plano considera inviável um cenário de alto crescimento econômico acompanhado de retrocesso socioambiental, pois barreiras ambientais externas dificultariam a inserção dos produtos brasileiros no mercado global. Da mesma forma, um cenário de baixo crescimento econômico com avanços socioambientais também é impraticável, devido à falta de condições internas, como apoio social, engajamento do setor produtivo e capacidade institucional. Assim, além do Cenário Tendencial (Águas Amarelas), restaram quatro cenários considerados plausíveis, apresentados na Tabela 4.8.

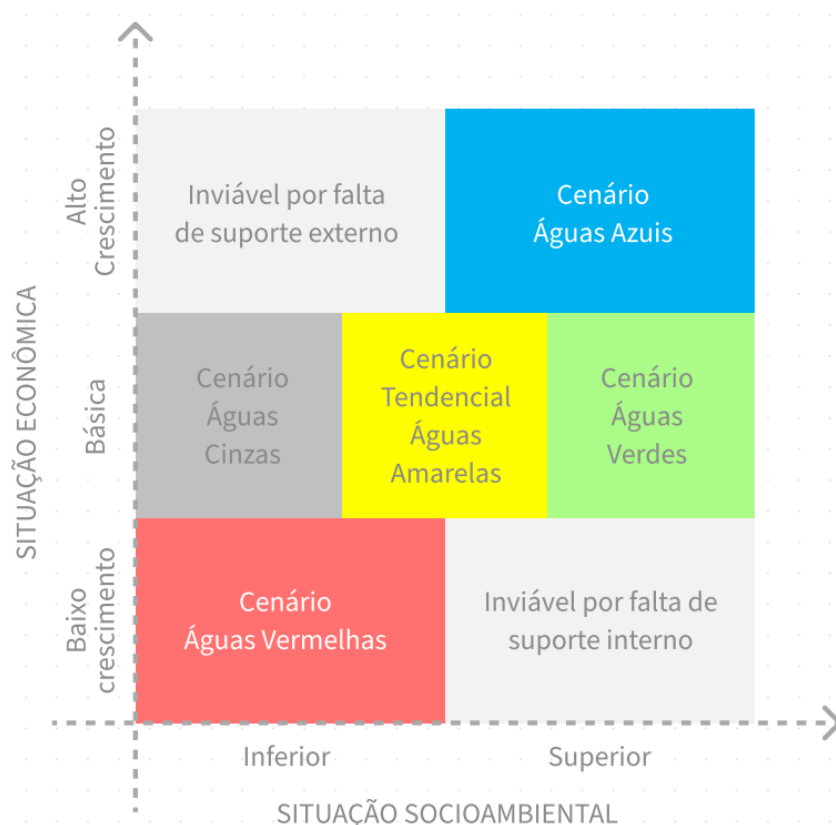


Figura 4.5. Cenários para o Plano Nacional de Recursos Hídricos considerando os horizontes de 2022 até 2040.

Fonte: PNRH, 2022.

Tabela 4.8. Síntese de cenários para o Plano Nacional de Recursos Hídricos considerando os horizontes de 2022 até 2040.

Cenário	Descrição
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, como será descrito com maiores detalhes adiante.
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 à exigência dos mercados externos e promovendo uma maior coesão da sociedade brasileira.
Águas azuis	É o melhor cenário, que conjuga alto crescimento econômico com avanços socioambientais

Fonte: PNRH, 2022.

Os cenários PNRH serão utilizados como diretriz-base para a cenarização, podendo ser futuramente complementados por outros documentos que forneçam diretrizes locais para o estabelecimento dos cenários. De modo geral, para manter uma homogeneidade no estudo, serão considerados quatro cenários, analogamente ao aplicado no PRH RH VIII (2014), apresentado na Figura 4.6.

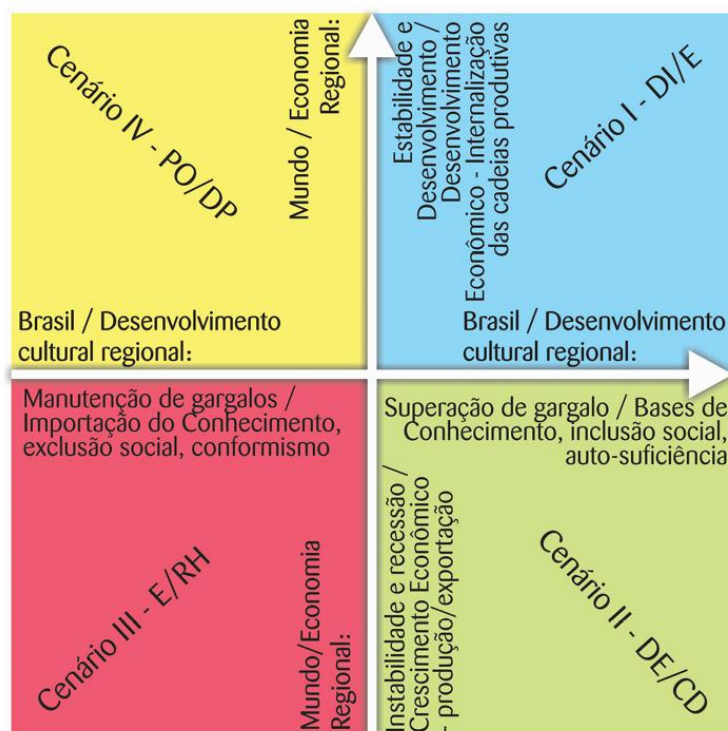


Figura 2.4: Cenários para a Região Hidrográfica VIII

Nota: DI/E: Desenvolvimento Integrado/Emergência; DE/CD: Desenvolvimento Endógeno/Conciliação na Divergência; E/RH: Estagnação/Repetência em História; PO/DP: Perda de Oportunidades/Desenvolvimento Perdido.

Figura 4.6. Cenários aplicados no PRH RH VIII (2014).

Fonte: PRH RH VIII (2014).

Além disso, na cenarização será considerado o efeito das mudanças climáticas, através da incorporação aos cenários por meio da avaliação de modelos já consolidados, como as Projeções de Mudança do Clima para a América do Sul, regionalizadas pelo Modelo ETA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Também será analisada a aplicabilidade das informações apresentadas no relatório Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil, elaborado pela ANA. Outros trabalhos que poderão ser avaliados quanto à sua aplicabilidade na construção dos cenários são os de Brêda *et al.* (2023) e Petry *et al.* (2023), autores que estudam as tendências de mudanças climáticas na América do Sul a partir de cenários elaborados com base nos *Shared Socio-Economic Pathways* (SSP) (O'NEILL *et al.*, 2017), que são um conjunto de cenários de desenvolvimento futuro global utilizados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em suas projeções climáticas. O objetivo dos SSP é que descrever os possíveis caminhos para a sociedade e a economia até o ano 2100.

Poderá ser considerada a integração da perspectiva de sustentabilidade hídrica nas atividades dos usuários, incluindo ações de reúso de água e adoção de tecnologias voltadas à redução de desperdícios e à mitigação de perdas nos sistemas. A elaboração

dos cenários contemplará, ainda, as vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} , bem como as condições com e sem a transposição do rio Macabu para a bacia do rio Macaé.

Assim, serão construídos quatro cenários, conforme:

- Cenário I - Águas Cinzas: Cenário tendencial para economia e com retrocessos socioambientais;
- Cenário II – Água Amarelas: Cenário tendencial tanto para economia quanto para questões socioambientais;
- Cenário III – Águas Verdes: Cenário tendencial para economia e com avanços na esfera socioambiental;
- Cenário IV – Águas Azuis: Cenário com avanços tanto para a economia quanto em relação a questões socioambientais.

Para cada um destes cenários será projetada uma demanda de água para cada uso consuntivo, poderão ser considerados os dados de outorgas e autorizações de uso da água (como usos insignificantes e reservas de disponibilidades hídricas), buscando identificar áreas de maior pressão ou conflito. Ainda, será avaliada a possibilidade da consideração de projeções de demandas sociais e a possível aplicação de intervenções estruturais e não estruturais voltadas ao incremento da disponibilidade hídrica e à melhoria da qualidade da água ao longo do horizonte do plano.

De modo geral, a identificação e a análise dessas intervenções poderão apoiar a construção de estratégias compatíveis com um ou mais cenários, observando-se sua articulação temporal e a priorização daquelas passíveis de implementação em curto prazo.

Por fim, destaca-se que serão considerados os resultados do Produto 16 – Relatório de Detalhamento das Áreas Prioritárias para Conservação e Produção de Água e de Áreas Sujeitas à Restrição de Uso (RD-07), descritos no item 4.3.1.9.

4.5.1.2 Cargas poluidoras por cenário

A avaliação das cargas poluidoras por cenário será realizada com a aplicação do Módulo de Qualidade da Água do Warm-Gis. Conforme apresentado no item 4.3.1.7, o Warm-Gis permite a modelagem de:

- Demanda bioquímica de oxigênio;

- Oxigênio dissolvido;
- Nitrogênio total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato);
- Fósforo total e suas frações (orgânico e inorgânico);
- Coliformes termotolerantes (fecais) ou E. Coli.

De acordo com Kayser e Collischonn (2017), o processo de modelagem qualitativa realizado pelo WARM-GIS Tools corresponde à inserção de lançamentos de efluentes de forma contínua no sistema hídrico, adotando um conjunto de soluções analíticas em regime permanente, utilizando modelos de transporte advectivo com reações cinéticas simplificadas. As equações utilizadas são apresentadas em Sperling (2007), todas em sua forma analítica de resolução.

O modelo será calibrado para diferentes trechos de rios conforme os resultados dos levantamentos de qualidade da água. Além disso, o levantamento das cargas poluentes será realizado considerando tanto fontes pontuais quanto fontes difusas de poluição. As fontes pontuais que serão consideradas referem-se às emissões de efluentes domésticos rurais e urbanos; industriais; e de mineração. Já as fontes difusas serão simuladas como provenientes de atividades agropecuárias, drenagem pluvial urbana e efluentes provenientes de depósitos de resíduos.

No que tange os poluentes não simulados pelo modelo, como agrotóxicos, poluentes industriais específicos e metais pesados poderá ser realizada uma análise qualitativa, em bacias específicas que possuam ou muita atividade industrial ou sejam foco de mineração ou, ainda, sejam berço de atividades agropecuárias mais intensas, como a bacia da Lagoa de Imboassica e outras áreas com potencial influência de atividades antrópicas relevante.

Ao final, serão propostas medidas voltadas à redução das cargas poluidoras, discriminando as ações entre fontes pontuais e fontes difusas, considerando os diferentes tipos de poluentes simulados. As análises serão realizadas por tipo de fonte de emissão, incluindo efluentes domésticos (urbanos e rurais), industriais, da atividade agropecuária, da mineração, da drenagem pluvial urbana e provenientes de depósitos de resíduos.

No âmbito dos cenários propostos, será considerado um cenário com redução das cargas pontuais e difusas, representando a adoção de práticas mais adequadas de conservação do solo e da água em áreas agrícolas e de pastagem, por meio da aplicação

de coeficientes de redução dessas cargas. As estimativas de produção de resíduos associadas a cada cenário serão organizadas e expressas por meio de indicadores representativos das diferentes atividades antrópicas, em base georreferenciada, conforme os cenários estabelecidos.

4.5.1.3 Avaliação da segurança hídrica por cenário

A partir dos aspectos levantados no diagnóstico e nos cenários construídos, a próxima atividade será avaliar o estado da segurança hídrica da RH VIII em relação a vulnerabilidades, capacidade de resiliência do sistema de abastecimento e exposição a eventos climáticos extremos (secas e cheias). A análise objetiva subsidiar a proposição de estratégias de mitigação, adaptação e gestão de riscos que assegurem o atendimento das demandas hídricas presentes e futuras em consonância com a conservação ambiental.

a) Vulnerabilidade dos sistemas de abastecimento de água

Para determinação das vulnerabilidades, serão avaliados os resultados do diagnóstico (Meta 3 – Atualizar o diagnóstico), e identificados os problemas atuais existentes relacionados aos sistemas de abastecimento de água. Igualmente, a partir dos cenários possíveis (itens 4.5.1.1 e 4.5.1.2), serão ainda estudados potenciais problemas futuros – sejam estes similares aos problemas atuais, porém, agravados pelas tendências, ou até mesmo criados impactos decorrentes. Ambos (problemas atuais ou futuros) serão caracterizados contendo, além de sua descrição, o mapeamento dos atores com responsabilidades diretas e indiretas.

Para isso, propõe-se que a análise seja avaliada com base em três aspectos:

- Vulnerabilidade quali-quantitativa: Avaliação dos sistemas de abastecimento de água (superficial e subterrânea) em relação às disponibilidades hídricas para períodos de escassez quantitativa e/ou qualitativa (estiagens e cheias) e ao grau de comprometimento das demandas, considerando outros usos conflitantes e vazões de referência. Igualmente, serão analisados pontos críticos de captação para abastecimento humano, com análise de riscos de contaminação por atividades antrópicas (como efluentes e resíduos domésticos e industriais, agrotóxicos, rejeitos de mineração) e da capacidade de autodepuração dos corpos hídricos;

- Vulnerabilidade técnica-operacional de infraestruturas: Avaliação da redundância de fontes de abastecimento, capacidade de tratamento, eficiência operacional (perdas), grau de regularização e diversidade de sistemas alternativos (como poços e cisternas);
- Equidade no acesso à água: Análise da exclusão social em relação ao acesso à água, em quantidade e qualidade suficientes, com identificação áreas de cobertura de saneamento deficiente e populações vulneráveis.

b) Fragilidade da bacia quanto a eventos climáticos extremos

Com base do histórico de eventos extremos, das séries históricas de precipitação e vazão compiladas no diagnóstico (Meta 3 – Atualizar o diagnóstico) e das projeções das mudanças climáticas (item 4.5.1.1), será avaliada a fragilidade da bacia quanto aos eventos extremos. Para isso, será analisado como estes fenômenos comprometem a capacidade do sistema hídrico em atender as demandas futuras, mantendo simultaneamente quantidade e qualidade de água adequadas, assim como a sustentabilidade ambiental. A avaliação do comprometimento será feita espacial e temporal, em termos da magnitude dos impactos potenciais estimados.

Ademais, especificamente para o balanço hídrico da região, serão avaliadas as considerações mapeadas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos.

c) Aumento da segurança hídrica qualiquantitativa

A partir das fragilidades e vulnerabilidades identificadas nos itens anteriores, serão listados os problemas existentes e potenciais futuros e apontadas soluções integradas para mitigar riscos e aumentar a segurança hídrica regional. Serão levantadas não apenas alternativas estruturais, mas também não estruturais, visando maior adaptação e resiliência na RH VIII. Para cada alternativa, será feita uma descrição da proposta, mapeada a área de atuação, identificados atores relacionados (incluindo parcerias e arranjos institucionais), sua duração (pontual, intermitente ou permanente) e possíveis fontes de financiamento.

Todavia, ressalta-se que a acurácia das propostas dependerá fortemente dos dados e informações disponíveis (em termos quantitativos, qualitativos, resolução espacial e temporal) e das projeções climáticas. Dessa forma, serão também indicados estudos, planos, projetos e demais documentações técnicas (a serem desenvolvidos futuramente)

que possam ser fundamentais para aumentar a certeza do diagnóstico/prognóstico e, sendo assim, contribuir para a segurança hídrica.

Como previsto no TR, será incentivado o uso de Soluções Baseadas na Natureza (SbNs). Segundo Eggermont (2015), podem ser entendidas de várias maneiras, de acordo com sua abordagem e perspectivas das partes interessadas, podendo ser agrupadas em três tipos:

- Tipo 1 – consiste na mínima intervenção nos ecossistemas, com o objetivo de manter ou melhorar a entrega de uma gama de serviços a partir desses ecossistemas preservados;
- Tipo 2 – ecossistemas existentes modificados ou recuperados para oferecer melhor os serviços selecionados; e
- Tipo 3 – novos ecossistemas criados ou construídos, desde que devidamente licenciados pelos órgãos ambientais competentes.

4.5.2 Produtos

Para a Meta 5, é prevista a elaboração de um produto, o qual é descrito brevemente a seguir. A previsão de entrega está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.5.2.1 Produto 18 – Relatório de Atualização do Prognóstico

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Referencial conceitual e legal;
- Cenarização de demandas e ofertas hídricas:
 - Metodologia;
 - Resumo dos Cenários (1 a 4);
- Cargas poluidoras por cenário:
 - Resumo dos Cenários (1 a 4);
 - Metodologia;
 - Resultados;
- Avaliação da segurança hídrica:

- Resumo dos Cenários (1 a 4);
 - Levantamento de atores com responsabilidades direta e indireta na temática de segurança hídrica;
 - Identificação das vulnerabilidades dos sistemas de abastecimento de água;
 - Identificação das fragilidades da bacia em relação aos eventos climáticos extremos;
 - Indicação de estudos, planos, projetos e documentações técnicas com relevância para o aumento da segurança hídrica.
- Limitações e desafios;
 - Referências bibliográficas.

4.6 Meta 6 – Atualizar ações

O PRH RH VIII (2014) propôs um plano de ações estruturado com base em 12 ações e 24 programas, os quais estão vinculados a objetivos, metas genéricas e metas quantitativas específicas, formando o marco lógico do plano de metas e ações. Já no atual TR, foram feitos alguns ajustes e acréscimos em relação ao plano anterior, tendo sido indicadas 14 ações a serem consideradas, quais sejam:

- Ações voltadas diretamente para o aproveitamento e o incremento das disponibilidades dos recursos hídricos para uso exclusivo das bacias;
- Ações que visem à melhoria do conhecimento sobre as disponibilidades e demandas hídricas ou de aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos que afetam ou são afetados pelos recursos hídricos;
- Ações que visem à criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos;
- Ações destinadas a facilitar a implantação e o acompanhamento do plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas;
- Ações que assegurem a compatibilidade dos planos de saneamento dos municípios com o plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas;
- Ações de restauração de APPs e recuperação de áreas degradadas;
- Ações que incentivem a implantação de áreas de reserva legal e reserva particular do patrimônio natural, com vistas à integração dos fragmentos e formação de corredores ecológicos interligando as UCs e APPs;

- Ações que visem resgatar e incentivar os modos de vida e práticas de manejo das populações tradicionais;
- Ações voltadas para a melhoria da qualidade ambiental dos mananciais, das águas superficiais, subterrâneas e costeiras;
- Ações voltadas para educação ambiental, comunicação e a mobilização social;
- Ações que incentivem o reúso, a redução do consumo e o controle de perdas de água;
- Ações que determinem a recuperação e manutenção da permeabilidade do solo após sua ocupação e uso;
- Ações que incentivem o emprego de SbNs, como, por exemplo, o estudo de remeandramento do trecho retificado do rio Macaé;
- Ações de saneamento rural em microbacias hidrográficas.

O ponto de partida da elaboração desta etapa será a análise da condição atual e do *status* de implementação do Plano de Ações do PRH RH VIII (2014). Serão definidos para o novo Plano de Ações as estimativas de custo, horizontes de implementação, prazos de execução, atribuição de responsabilidades institucionais e estratégias de implementação para efetivar cada Programa revisado e definido como prioritário. Da mesma forma, serão consideradas as alternativas identificadas na Meta 5 – Atualizar o prognóstico e avaliadas quanto à sua aplicação dentro do contexto do presente instrumento em revisão, o PRH.

4.6.1 Subatividades e metodologias

4.6.1.1 Definição de metas e indicadores

A metodologia a ser empregada para definição das ações inicia na identificação das principais necessidades e das capacidades de realização, partindo do Plano de Ações do PRH RH VIII (2014), das necessidades identificadas nas etapas de Diagnóstico e Prognóstico, e em especial das considerações realizadas sobre os cenários prospectivos, já que estes conteúdos permitem a identificação da situação atual e a tendência de desdobramento para a área de estudo, possibilitando traçar metas e ações realistas e exequíveis para o aperfeiçoamento do processo de gestão, para maior garantia da oferta hídrica e melhora na qualidade das águas.

Assim, inicialmente será feita a revisão das metas traçadas na versão anterior do plano, buscando identificar se elas serão mantidas, suprimidas ou ajustadas, em função da atual

realidade da bacia hidrográfica e dos cenários prospectivos. A partir do conjunto de metas definido e da experiência adquirida ao longo do processo de trabalho, serão propostos os indicadores, para que se possa explicitar a lógica geral a ser utilizada.

Os indicadores terão uma interpretação normativa claramente definida, serão mutuamente consistentes, inteligíveis e acessíveis de acordo com o público-alvo, e deverão ser equilibrados entre as metas e estratégias definidas. Esses indicadores serão objetivamente verificáveis e terão as fontes de informações claramente definidas, dando preferência a informações oficiais coletadas e disponibilizadas em fontes de acesso público, tais como os censos e levantamentos do IBGE, o SNISB, os relatórios da ANA e do INEA, entre outros. Os indicadores serão classificados entre efeito, eficácia, efetividade e impacto, sendo aplicáveis para os diferentes níveis de atuação e para diferentes atores. Assim, a consultora preparará uma matriz de dimensões de avaliação para três atores distintos, INEA, CILSJ e CBH Macaé Ostras, com os respectivos indicadores de avanço e suas fontes de informações, além das fórmulas matemáticas de cálculo envolvidas.

Estes indicadores visam dotar o acompanhamento da implementação do PRH de objetividade e possibilitar aperfeiçoamentos ao longo do processo de gestão, já que, a realização das ações planejadas pode não culminar no resultado esperado ou, em uma hipótese otimista, pode-se alcançar o resultado esperado antes da execução de todas as ações planejadas.

4.6.1.2 Revisão de programas, projetos, medidas emergenciais e alternativas

Em sequência, as intervenções serão indicadas em função das metas estabelecidas e dos indicadores, como respostas às necessidades identificadas na bacia e tendo em conta os aspectos e a tendência de evolução nos cenários identificados no Diagnóstico e no Prognóstico. O resultado desta atividade será um Plano de Ações que apresentará, as ações propostas para estruturar as intervenções na bacia hidrográfica. Nos procedimentos de cada ação serão determinadas as atividades a serem realizadas para a sua respectiva efetivação. Serão previstas ações dirigidas, mas não limitadas, aos seguintes temas, envolvendo o monitoramento e informações sobre os recursos hídricos, a conservação ambiental, o suprimento de energia e o desenvolvimento tecnológico e dos recursos humanos:

- Construção, operação e manutenção da infraestrutura hídrica comum;
- Ampliação do conhecimento sobre recursos hídricos, com destaque aos subterrâneos;

- Plano de Gestão da Qualidade da Água;
- Monitoramento dos recursos hídricos;
- Regularização de recursos hídricos nas bacias hidrográficas;
- Desenvolvimento tecnológico e de recursos humanos;
- Educação ambiental e mobilização social.

Entende-se que a lista de ações a serem previstas devam ser estruturadas considerando, especialmente, os seguintes aspectos:

- Inserir no processo de planejamento elementos inovadores como resposta as lacunas de gestão identificadas, buscando principalmente a integração de processos e maior eficiência na gestão;
- Gerar capacidade de adaptação do sistema de gestão na bacia a situações extremas, sejam essas causadas por eventos climáticos ou tecnológicos;
- Elaborar soluções de integração entre a gestão dos recursos hídricos, gestão territorial e ambiental, visando responder ao desafio da sustentabilidade na utilização dos recursos naturais;
- Propor ações integradas e simultâneas para implementação do Plano.

Cada um dos programas será estruturado de forma a atender um conteúdo mínimo, que permitirá o entendimento do que se pretende atingir com sua proposição, bem como serão detalhados alguns aspectos necessários para sua implementação. De forma preliminar – que poderá ser discutida e ajustada em momento oportuno – os programas deverão ser estruturados com os seguintes itens:

- Escopo;
- Justificativa;
- Objetivo;
- Área de abrangência;
- Prioridade da meta;
- Descrição;
- Instituições responsáveis;
- Prazo de execução;
- Estimativa de custos;
- Fontes de recursos;
- Indicadores.

Assim, com base nessa estrutura os programas serão detalhados, sempre observando-se a necessidade de eventuais ajustes conforme as peculiaridades de cada um.

4.6.1.3 Identificação de programas prioritários

A partir dos programas e ações propostas, será realizada a priorização das atividades. A priorização de ações, investimentos e de locais de incidência, pode ser elaborada a partir de diversas metodologias. Contudo, propõe-se, preliminarmente, a definição de uma Matriz GUT (Gravidade-Urgência-Tendência), que é uma ferramenta de auxílio para realizar a priorização de resolução de problemas que funciona através de uma classificação sob uma ótica de gravidade, urgência e tendência, valorando cada ação de acordo com essas três classificações e compondo uma nota. É uma metodologia de fácil compreensão e com preenchimento participativo que pode ser feita em reunião com os atores intervenientes no processo, conforme definido como necessário.

Outra possibilidade é a utilização das metodologias SAPEVO-M e Canvas, que poderão ser utilizadas para refinamento de ações quando necessário, mas com menor capacidade de hierarquização por prioridades. O principal objetivo da metodologia SAPEVO-M é auxiliar na estruturação e na avaliação de opções quando há vários critérios conflitantes e quando múltiplos pontos de vista estão envolvidos. Já a metodologia Canvas busca simplificar um plano complexo em uma visão mais compreensível, identificando oportunidades e desafios, além de alinhar o conhecimento e entendimento dos envolvidos, facilitando sua execução.

4.6.1.4 Atualização de horizontes de implementação e prazos de execução

Cada programa terá um cronograma definido para sua implementação, que será definido com base nas necessidades identificadas na bacia. Assim, será definido um prazo de execução para cada programa, e seu ano de início ficará condicionado à priorização feita. Também deverá ser levado em conta a disponibilidade de recursos financeiros para a sua execução de modo que o cronograma proposto, para o Plano de Ações como um todo, seja inicialmente compatível com a capacidade de execução e com os investimentos previstos para a bacia, os quais devem ir além dos recursos da cobrança.

4.6.1.5 Estimativa de custos, programa de investimentos e fontes de financiamento

Conforme a estruturação proposta, os programas terão seus custos estimados. Assim, a partir da descrição feita – que incluirá a forma de execução – será possível indicar os

recursos humanos e materiais necessários à implementação de cada programa. Esses quantitativos, por sua vez, permitirão a estimativa de custos.

Serão utilizadas bases de dados oficiais para a obtenção de valores unitários, tais como as tabelas da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP/RJ), atualizadas para o mês de referência mais próximo ao da elaboração do orçamento. Também poderão ser utilizadas outras fontes de dados, tais como editais de contratação de serviços similares lançados pelo poder público. Caso sejam necessárias, outras fontes poderão ser utilizadas, sendo que sua utilização será justificada sempre que for pertinente.

Com o Plano de Ações consolidado e orçado, será realizada a elaboração do Programa de Investimentos, tendo em vista a priorização das intervenções, os investimentos, as classes de prioridade e as características básicas das intervenções, e definidos quais destes investimentos são emergenciais.

É nesse momento que serão levantadas as possíveis fontes de recursos, que devem buscar alternativas além da cobrança, para viabilizar a implementação do Plano. Cabe citar possíveis fontes oriundas de programas em nível federal e estadual, ou de outras instituições que possam vir a ter relação com os programas a serem executados, como a FUNASA (para ações na área de saneamento básico em áreas rurais), EMATER-Rio (para ações relacionadas à agricultura), entre outras a serem identificadas em função das necessidades das ações propostas.

Ressalta-se que, por se tratar de um planejamento de recursos hídricos, o foco das ações é a garantia da água em quantidade e qualidade, mas para isso, outras ações relacionadas a assuntos transversais são necessárias; por esse motivo é que outras instituições, como as citadas acima, podem ser demandadas para apoiar a execução do plano.

4.6.1.6 Revisão de atribuições de responsabilidades institucionais e Pacto das Águas

Outro aspecto fundamental para a efetiva implementação do Plano de Ações é a adequada avaliação dos atores responsáveis por cada um dos programas. Nesse aspecto, a avaliação crítica da implementação do PRH RH VIII (2014) se faz fundamental para apontar eventuais lacunas na implementação que possam ter relação direta com a atuação dos responsáveis. Assim, a partir dessa análise crítica, será possível realizar eventuais ajustes que se façam necessários na proposição da matriz de instituições responsáveis pelos programas propostos, ou ainda propor a formação e/ou mobilização adicional de recursos humanos.

Serão indicadas as responsabilidades em diferentes níveis, diferenciando, por exemplo, as instituições que são responsáveis pelo aporte de recursos financeiros, daquelas que são responsáveis por apoiar e auxiliar a execução (atuando como instituições intervenientes), mas sem a necessidade de aportar recursos diretamente.

Para que o plano seja efetivamente implementado, é fundamental a atuação das instituições indicadas como responsáveis em cada um dos programas propostos, o que inclui o poder público, as empresas privadas e a população da bacia. Para tanto, deverá ser atualizado o Pacto das Águas que foi proposto no PRH Macaé Ostras (2014). Naquele momento, com o objetivo de tirar do papel o planejamento elaborado, foram indicadas quatro fases para estabelecer o Pacto das Águas, quais sejam:

- Fase 1: Divulgação e mobilização em torno do estabelecimento do Pacto das Águas;
- Fase 2: Rodas de Conversa para nivelamento de conhecimento e definição de estratégias para ação e para viabilização dos Programas de Ação;
- Fase 3: Reuniões para divisão de responsabilidades na implementação dos Programas de Ação;
- Fase 4: Reuniões para acompanhamento da Implementação dos Programas de Ação.

Na Meta 4 será avaliada a implementação do PRH, o que incluiu o Pacto das Águas. A partir dessa análise crítica, deverá ser reavaliada a proposição feita anteriormente, com indicação de novas estratégias e eventuais melhorias que possam ser identificadas ao longo do processo de revisão do Plano.

4.6.1.7 Diretrizes para a implementação dos instrumentos de gestão

Os instrumentos de gestão de recursos hídricos – sistema de informações, enquadramento, outorga e cobrança – serão avaliados no âmbito da Meta 4, onde está prevista a realização de entrevistas com atores chave da bacia para verificar a sua percepção sobre a efetividade de implementação e a situação atual desses instrumentos. A partir dessa percepção e de análises realizadas com base nos dados disponíveis se construirá uma análise crítica do cenário atual de implementação dos instrumentos de gestão.

Com base nos resultados obtidos, na presente atividade serão indicadas as diretrizes necessárias para implementar aqueles instrumentos que estão parcialmente, ou não estão implementados na bacia. Serão avaliados os motivos, os desafios e os riscos identificados em cada um dos casos. Tais diretrizes servirão como subsídio para apoiar as ações futuras de implementação dos instrumentos e irão compor o Manual Operativo do Plano.

a) Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

Os sistemas de informações existentes serão analisados, incluindo o [SIGA Macaé](#), a fim de verificar sua compatibilidade com o Sistema Estadual e o Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos. O SIGA Macaé é um instrumento robusto, contendo diversas informações georreferenciadas sobre a bacia e apresentando resultados do PRH RH VIII (2014).

A partir das análises realizadas serão propostas diretrizes para seu aperfeiçoamento e compatibilização com os demais sistemas de informação (estadual e nacional). Além disso, serão verificados aspectos relativos aos custos de manutenção e operação do sistema ao longo do horizonte de planejamento.

b) Enquadramento dos corpos de água das bacias

Para esse instrumento, os subsídios necessários que deverão ser propostos referem-se à indicação de trechos dos cursos de água com comprometimento em qualidade ou quantidade, com conflitos em termos de usos, com indicação das prioridades das diversas demandas e os níveis de garantia que serão requeridos, conforme prevê o TR.

Para tanto, serão utilizados os resultados da atualização do Diagnóstico (Meta 4 – Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014)) e do Prognóstico (Meta 5 – Atualizar o prognóstico) e das oficinas realizadas para definir a proposta de enquadramento. Ressalta-se que essa atividade está diretamente relacionada com a Atualização da Proposta de Enquadramento (item 4.6.1.8).

c) Outorga dos direitos de uso da água

Serão estabelecidos critérios e diretrizes para a ampliação e/ou restrição do processo de outorga na RH VIII, fundamentados nos resultados do Diagnóstico e Prognóstico (disponibilidade hídrica, demandas atuais e projetadas, conflitos identificados) e em

conformidade com a Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos. O objetivo principal é a definição de bases técnicas que orientem o CBH Macaé Ostras quanto à definição das prioridades e critérios de outorga, promovendo a alocação equilibrada da água entre os diversos usos, assegurando a preservação de vazões mínimas ambientais e a integração com o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI) para gestão das outorgas.

Alguns pontos de partida na definição de diretrizes estão apresentados a seguir:

- Análise da disponibilidade hídrica e definição de vazões de referência;
- Cálculo da vazão outorgável e alocação sustentável;
- Critérios para priorização de usos e restrições, incluindo usos não passíveis de outorga em situações de insegurança hídrica ou de comprometimento dos usos múltiplos;
- Identificação de usos dispensados de outorga;
- Integração com o SEIRHI e procedimentos operacionais.

Em relação aos procedimentos operacionais serão indicados os trâmites necessários e os documentos de formalização, conforme determinação do INEA, os quais serão utilizados para os pedidos de outorga de uso, ou de dispensa.

d) Cobrança pelo uso da água

A cobrança pelo uso da água será alvo de uma avaliação detalhada da sustentabilidade financeira, conforme descrito adiante (item 4.6.1.9). O objetivo é atualizar as diretrizes e critérios para a cobrança, a partir da análise crítica da fórmula de cálculo e demais elementos que compõem o sistema de cobrança.

4.6.1.8 Atualização da proposta de enquadramento

O enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante constitui um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos estabelecidos nas legislações federal e estadual. Sua implementação deve ocorrer por meio de um processo integrado de planejamento, que considere os demais instrumentos previstos em lei, dada a indissociabilidade entre as dimensões quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos. Tal processo deve observar o princípio da gestão descentralizada, que exige a participação direta dos usuários da água nas instâncias de tomada de decisão.

A Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e sobre diretrizes ambientais para o seu enquadramento, define que:

- a *classificação das águas doces, salobras e salinas é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;*
- o *enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;*
- a *necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento.*

Nesse sentido, a revisão do Enquadramento é parte fundamental no âmbito da revisão do PRH a fim de atender o que preconiza a legislação. O PRH RH VIII (2014) apresentou o enquadramento seguindo o que rege o instrumento. As etapas perpassaram a análise da qualidade da água na bacia, a identificação dos usos atuais e pretendidos à época, a classificação segundo a norma, identificação dos usos preponderantes e utilização das vazões de referência para avaliação dos cenários.

No âmbito do PRH atualizado, o ponto de partida passa a ser a revisão do que foi previsto em termos de usos pretendidos e validação com a condição atual real da qualidade e do atingimento das metas. A revisão das diretrizes de enquadramento contempla, entretanto, a atualização de todas as demais etapas.

A definição dos cursos d'água a serem enquadrados seguirá a rede hidrográfica utilizada nas etapas anteriores da revisão. Serão preconizados, conforme TR, os trechos críticos e prioritários da RH, em especial os contextos indicados no item 4.5.1.3, incluindo os sujeitos à restrições de uso. A proposta considerará áreas de proteção, mananciais de abastecimento público, a qualidade da água atual, áreas urbanas, lançamento de efluentes, seguindo a priorização a ser definida posteriormente.

A identificação dos usos atuais e pretendidos se valerá de bancos de dados de outorga de captação e lançamento de efluentes e demais dados de monitoramento identificados no diagnóstico. Essa etapa deve ainda contar com a participação dos usuários, facilitada

através de oficinas para que usos não cadastrados, em especial usos não consuntivos, sejam mapeados e considerados no processo de enquadramento.

A partir do resultado da identificação dos usos dos recursos hídricos, será verificada a homogeneidade das características referentes à qualidade hídrica exigida para cada um dos trechos que compõem a rede hidrográfica do enquadramento. O objetivo dessa etapa é identificar o início e o fim de cada trecho de rio que receberá a proposta de enquadramento. Caso haja uma mudança das características de qualidade da água requeridas em cada uso, o corpo hídrico poderá ser dividido em trechos. Cabe ressaltar que a o enquadramento considera os usos preponderantes no trecho e a classe será definida a partir da exigência do uso mais restritivo.

Igualmente, serão também avaliadas alternativas de harmonização das metas de qualidade em bacias contíguas, a fim de compatibilizar as questões das interbacias. A RH IX, por exemplo, é de grande interesse, uma vez que a partir dela é realizada a transposição para a RH VIII.

Para que o enquadramento cumpra sua função, é necessário que as metas de qualidade sejam acompanhadas de ações para atingimento dos padrões das classes. Em outras palavras, a simples definição das classes não basta: é necessária a implementação dos programas e obras previstos no plano de bacia e na proposta de enquadramento que viabilizem o alcance dessas metas. Quando bem implementado, o enquadramento atua como um guia para investimentos e políticas públicas na RH – orientando esforços para que, ao longo do tempo, os corpos de água atinjam a qualidade desejada para suportar os usos múltiplos almejados (abastecimento público, lazer, irrigação, preservação ecológica, dentre outros).

Para a atualização das metas do enquadramento, serão considerados os resultados gerados nas etapas de diagnóstico e prognóstico da bacia, tais como uso e ocupação do solo, demandas hídricas, cargas poluidoras. A avaliação contemplará a atualização das ações para assegurar que a qualidade de água na RH seja compatível com os usos, indicando metas intermediárias e progressivas, de forma que as intervenções propostas atendam ao cenário de referência. As metas deverão estar alinhadas ao plano de ações, o qual apresentará recursos financeiros e técnicos disponíveis a fim de cotejar a meta e a sua execução.

4.6.1.9 Avaliação da sustentabilidade financeira da cobrança pelo uso dos recursos hídricos

Esta atividade objetiva a análise do mecanismo de cobrança existente na bacia, bem como uma avaliação crítica da fórmula, dos valores propostos e do arranjo institucional existente. Serão buscadas soluções para os problemas identificados, além da proposição de critérios e diretrizes para a ampliação da cobrança e para revisão dos usos com dispensa de outorga na bacia.

Na análise serão aprofundados os seguintes aspectos:

- Revisão de experiências e referenciais normativos: inicialmente será realizada uma pesquisa sobre modelos de cobrança adotados em outras bacias hidrográficas, especialmente aquelas comparáveis em porte, características fisiográficas e socioeconômicas à RH VIII, priorizando experiências em bacias costeiras do estado do Rio de Janeiro e regiões adjacentes, bem como em bacias com presença de atividades industriais e energéticas similares (por exemplo, planos de bacias catarinenses como Itapocu, Camboriú, Urussanga, e bacias de outros estados que já implantaram a cobrança, como os rios Paraíba do Sul, Piracicaba-Capivari-Jundiá, entre outros). Essa revisão identificará os mecanismos de cobrança empregados (cobrança por captação, por consumo, por lançamento de efluentes, cobrança fixa por usuário, entre outros), os valores unitários praticados e as lições aprendidas quanto à eficácia do instrumento. Além disso, serão consideradas as diretrizes legais: a Resolução CNRH nº 48/2005 (critérios gerais da cobrança) e a legislação estadual aplicável. Por exemplo, a resolução supracitada determina que a cobrança seja compatibilizada com os demais instrumentos de gestão, que somente usos outorgáveis sejam cobrados, e elenca fatores a considerar na fixação dos valores (natureza do corpo d'água, tipo de uso, classe de enquadramento, disponibilidade hídrica, sazonalidade, entre outros).
- Caracterização dos usos da água na bacia (base para cobrança): utilizando os dados consolidados nas etapas anteriores (cadastro de usuários, outorgas vigentes, estimativas de uso para os não outorgados, e cargas poluentes lançadas), será traçado o panorama quantitativo dos usos de água na bacia. Isto inclui quantificar, por setor de uso (abastecimento urbano, irrigação, indústria, pecuária etc.), os volumes médios anuais captados e consumidos, bem como as

cargas de poluição geradas (por exemplo, carga orgânica em DBO_5 lançada em esgotos domésticos ou efluentes industriais). Esses dados são essenciais para simular diferentes esquemas de cobrança e verificar sua repercussão financeira e ambiental. A caracterização também identificará o número de usuários significativos aptos a pagar.

- Definição de mecanismos alternativos de cobrança: com base nas referências e dados levantados, será proposta a estrutura de cobrança mais adequada. A tendência nos Planos de Recursos Hídricos é adotar tanto a cobrança pelo volume de água retirado quanto pela carga poluente lançada. Assim, a metodologia irá definir fórmulas que considerem um componente de cobrança para captação e um componente para lançamento de efluentes. Poderão ainda ser incluídos componentes específicos, como cobrança por consumo, fatores de desconto por boas práticas, eficiência, reúso ou tratamento. As fórmulas propostas serão apresentadas e acompanhadas de explicação sobre como atendem aos objetivos da cobrança definidos em lei.
- Proposição de valores unitários: definidas as fórmulas, a equipe irá estimar os valores unitários a serem atribuídos (conhecidos como Preços Públicos Unitários – PPU). Essa definição considera múltiplos fatores: a realidade econômica local (por exemplo, qual peso da conta de água para usuários agrícolas ou industriais, para não inviabilizar atividades), a comparação com valores adotados em outras bacias/plano estadual, e o montante de recursos financeiros que se pretende arrecadar para suportar as ações do plano. Uma abordagem comum é calibrar os PPUs de forma que a arrecadação anual esperada seja significativa para investimentos, mas socialmente aceitável – muitas vezes inicia-se com valores baixos, escalonando aumentos ao longo dos anos.
- Avaliação econômica e impactos da cobrança: antes de fixar a proposta, serão avaliados os impactos dos valores de cobrança propostos. Isso envolve, a partir do levantamento das arrecadações dos últimos anos, simular quanto cada setor ou usuário pagaria por ano e qual seria a arrecadação total anual. Essa análise assegura que a cobrança não gere onerosidade excessiva, ao mesmo tempo que seja eficaz em incentivar a economia de água.
- Mecanismos de incentivo e modulação: a proposta contemplará eventuais mecanismos de incentivo ou redução de valores para usuários que adotem

práticas positivas. Por exemplo, poderá ser sugerido desconto na cobrança para quem reduzir voluntariamente sua captação mediante reúso ou aumento de eficiência, ou para quem tratar seu efluente acima dos níveis exigidos (diminuindo carga poluente lançada).

Especificamente quanto à “avaliação econômica e impactos da cobrança”, os impactos da cobrança serão avaliados com base em indicadores quantitativos e comparáveis, incluindo a variação percentual dos valores pagos, a representatividade da cobrança nos custos operacionais dos setores, o impacto sobre tarifas ou preços finais (quando aplicável), a relação entre os valores cobrados e os volumes captados, consumidos ou lançados, bem como a capacidade de pagamento dos usuários. A análise será conduzida de forma desagregada por setor, considerando suas especificidades operacionais, econômicas e regulatórias. No setor de saneamento, será avaliada a repercussão tarifária e a capacidade de absorção dos custos pelos prestadores, à luz dos princípios de modicidade tarifária e universalização dos serviços. Para as termelétricas, será analisado o impacto sobre os custos de geração de energia, especialmente em função do uso intensivo de água. No setor industrial, serão consideradas as diferenças entre segmentos, a intensidade de uso hídrico e a capacidade de internalização dos custos. No caso do consumo humano, será avaliada a proporcionalidade da cobrança em relação ao consumo e seus possíveis efeitos distributivos. Para o lançamento de efluentes, a análise terá como base a carga poluidora, considerando o incentivo à melhoria do tratamento, enquanto, para a criação animal, serão considerados o consumo hídrico, a escala produtiva e a margem econômica da atividade. Adicionalmente, serão avaliados os impactos agregados e distributivos, por meio da comparação entre setores, identificação dos mais sensíveis às alterações propostas e verificação de possíveis distorções ou desequilíbrios. Quando identificados impactos excessivos ou desproporcionais, poderão ser propostas medidas mitigadoras, como a implementação gradual dos novos valores, a definição de coeficientes diferenciados, o estabelecimento de tetos de cobrança e o incentivo à eficiência no uso da água.

Com essa atividade se pretende fornecer um manual estratégico para aperfeiçoamento da cobrança na bacia: um conjunto de mecanismos de cobrança, valores propostos, justificativas, e um roteiro institucional para colocar em prática esse aperfeiçoamento.

Os resultados da análise também serão acompanhados de uma simulação do potencial de cobrança com os mecanismos alternativos, comparado com a necessidade de

investimento identificada na bacia para implementação do PRH e da sustentabilidade financeira de uma possível agência. Também serão considerados os resultados do Estudo de Impacto Econômico da Cobrança junto aos Setores Usuários, contemplado em outro projeto, o Programa RUA – Regularização do Uso da Água na RH VIII.

4.6.2 Produtos

Para a Meta 6, é prevista a elaboração de dois produtos, os quais são descritos brevemente a seguir. A previsão de entrega de cada um dos produtos está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.6.2.1 Produto 19 – Relatório de Atualização do Plano de Recursos Hídricos

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Marco referencial (diretrizes, estratégias e táticas; divisão de sub-bacias, entre outros);
- CILSJ no contexto do PRH;
- Organização do PRH;
- Ações (um item por ação):
 - Descrição e localização;
 - Objetivo e metas;
 - Justificativa;
 - Prioridade;
 - Duração ou prazo de execução;
 - Estimativa de custos, programa de investimento e fontes de financiamento;
 - Responsáveis e parcerias;
 - Indicadores;
- Avaliação da sustentabilidade financeira da cobrança pela água;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.6.2.2 Produto 20 – Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado

Propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Síntese do arcabouço institucional e legal:
 - Legislação correlata;
 - Responsabilidades e articulações institucionais;
 - Instrumentos da política de recursos hídricos;
- Síntese de ações e resultados de mobilização e comunicação:
 - Produção de conteúdo;
 - Eventos realizados;
- Síntese do diagnóstico:
 - Caracterização físico-biótica, uso e cobertura do solo;
 - Caracterização socioeconômica;
 - Recursos hídricos (oferta, demanda, balanço hídrico);
 - Lagoas costeiras;
 - Áreas prioritárias ou sujeitas a restrição de uso;
- Síntese da avaliação crítica do PRH RH VIII (2014);
- Síntese do prognóstico:
 - Cenarização de demandas e ofertas hídricas;
 - Cargas poluidoras por cenário;
 - Avaliação da segurança hídrica;
- Fichas resumo das ações;
- Considerações finais;
- Referências bibliográficas.

4.7 Meta 7 – Atualizar banco de dados

Essa atividade refere-se à consolidação do banco de dados (BD) e à elaboração de um manual de utilização.

4.7.1 Subatividades e metodologias

4.7.1.1 Elaboração de banco de dados

O objetivo principal desta atividade é atualizar e consolidar o BD referente a revisão do PRH RH VIII. Essa atualização será realizada por meio da reunião, organização e integração de todas as informações produzidas e coletadas durante o processo de

revisão do plano, armazenando-as em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) padronizado. O BD revisado servirá de base de dados unificada para a gestão de recursos hídricos da RH VIII, fornecendo subsídios diretos ao sistema SIGA Macaé e garantindo a compatibilidade com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

A atualização do BD será conduzida em etapas, garantindo padronização e qualidade das informações inseridas. De modo geral, o processo envolverá: (i) avaliação dos dados existentes e necessários, (ii) organização e estruturação do armazenamento, (iii) verificação e tratamento da qualidade dos dados, e (iv) aplicação e geração de produtos cartográficos finais. Esse fluxo de trabalho está ilustrado na Figura 4.7, onde cada fase engloba atividades específicas. Na fase de organização, por exemplo, serão estruturadas as pastas e categorizados os dados, enquanto na fase de qualidade serão realizadas correções, preenchimento de metadados e compatibilização das escalas temporal e espacial dos dados, assegurando que ao final todos os dados estejam consistentes e prontos para uso no sistema.

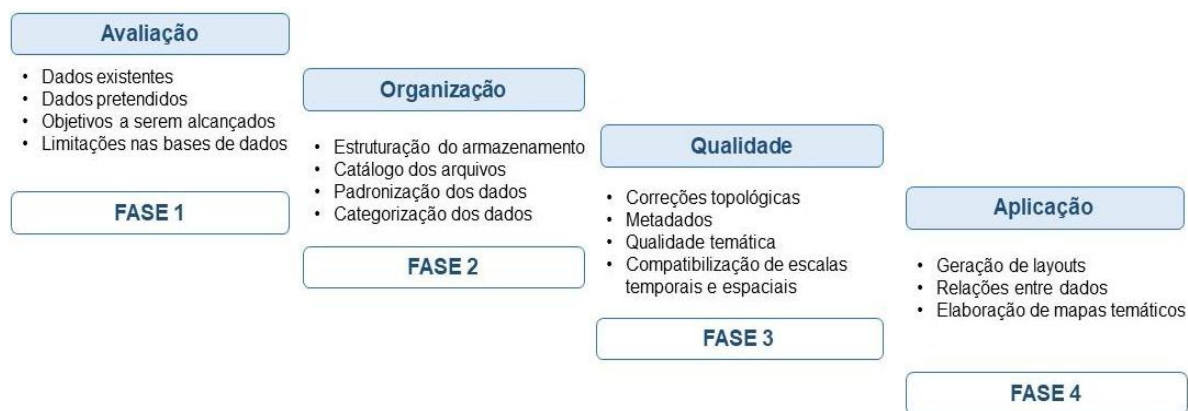


Figura 4.7. Principais fases na gestão de dados espaciais.
Fonte: Adaptado de DA PAZ *et al.* (2017).

Vale destacar que os mapas elaborados ao longo do projeto seguirão todos os requisitos cartográficos obrigatórios. Cada mapa conterá: título, nome do projeto, escalas numérica e gráfica, orientação cartográfica (norte), grade de coordenadas, indicação do *datum* geodésico e da projeção cartográfica utilizada, data de geração (mês e ano), fontes dos dados e as logomarcas das instituições envolvidas, além de legenda completa. Os mapas finais serão disponibilizados nos formatos JPG e PDF, com resolução mínima de 300 DPI.

Conforme determinado no TR, o conjunto do BD abrangerá tanto informações geoespaciais quanto não geoespaciais, organizadas de forma integrada. Em outras palavras, além das camadas de informação geográfica, serão incluídos no BD todos os demais dados relevantes gerados pelo projeto que não possuam referência espacial direta, tais como resultados de estudos e análises laboratoriais (por exemplo, relatórios de qualidade da água), séries de medições de vazão, planilhas e outros documentos de suporte. Dessa forma, será criada uma pasta específica dentro da estrutura do BD destinada aos dados não geoespaciais produzidos no projeto. Nessa pasta, os arquivos serão organizados em subpastas nomeadas de acordo o relatório a que pertence e ainda, se necessário, ao capítulo ao qual se referem no relatório. Adicionalmente, a organização desses dados será documentada em uma planilha, contendo informações como estrutura de pastas, nomes dos arquivos, formatos, tipo de dado, descrição, data de atualização, caminho de armazenamento e responsável.

Os dados geoespaciais gerados ao longo do projeto serão compatíveis com SNIRH, um dos instrumentos de gestão estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997. Além disso, será observada a Resolução INEA nº 188/2019 e a Resolução CERHI-RJ nº 252/2021, cujo Art. 1º define os critérios e procedimentos operacionais a serem adotados para a produção, estruturação, disponibilização e compartilhamento de dados e informações geoespaciais no âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos. A resolução também estabelece, por meio de seu Anexo I, os procedimentos, definições, critérios e padrões a serem seguidos para a produção e disseminação de dados geoespaciais relacionados à gestão dos recursos hídricos, os quais compõem o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

Em conformidade com essa normativa, será adotado como padrão o sistema de coordenadas geográficas e *datum* SIRGAS 2000. Considerando que a área de abrangência do estudo está situada entre os fusos UTM 23 e 24, e que cálculos de área, distância e outros parâmetros exigem projeção cartográfica adequada, será utilizada a Projeção Albers Cônica Equivalente para a América do Sul, conforme recomendado para casos em que a região pertence a dois fusos.

No que se refere às especificações dos dados geoespaciais a serem gerados, estes serão divididos em dois grupos: dados vetoriais e dados matriciais. Para os dados

vetoriais, a Resolução CERHI-RJ nº 252/2021 estabelece como formatos preferenciais o ESRI Shapefile (.shp) e o ESRI File Geodatabase (.gdb). Ainda de acordo com o TR, a organização dos dados deverá ser compatível e articulada com a estrutura do banco de dados geoespaciais do INEA, bem como com o sistema SIGA Macaé. O Portal GEOINEA, mantido pelo INEA em parceria com a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE/CONCAR), tem por finalidade atender às exigências legais de acesso público às informações espaciais do estado do Rio de Janeiro, e funciona como repositório oficial para dados geográficos produzidos pela instituição.

Dessa forma, a entrega principal do BD geográfico será estruturada em Geodatabase/File Geodatabase (GDB), formato compatível com a organização de dados geoespaciais adotada em ambiente ESRI e adequada à consolidação das camadas do projeto. Além do GDB, serão disponibilizados arquivos geoespaciais em formatos complementares, como Shapefile para dados vetoriais e formatos raster compatíveis, de modo a permitir a leitura e a conferência dos dados em diferentes ambientes SIG, incluindo o SIGA Macaé e o QGIS – conforme solicitado pelo CILSJ.

Visando atender às exigências do TR e facilitar a verificação do material cartográfico, os dados geoespaciais serão acompanhados dos arquivos auxiliares necessários à rastreabilidade e à correta leitura em ambiente SIG. Como apoio à consulta e conferência dos mapas, será entregue também um projeto QGIS. Nesse projeto, os mapas elaborados originalmente no ArcGIS Pro serão replicados e organizados por grupos de camadas. Cada grupo corresponderá a uma figura do relatório, identificado pelo respectivo nome da figura, e conterá as camadas necessárias à composição daquele mapa. O projeto contará com um *layout* modelo vinculado ao mapa, permitindo que a ativação ou desativação de um grupo de camadas atualize a visualização correspondente no *layout*. Isso permitirá ao CILSJ abrir, navegar, conferir e, se necessário, realizar ajustes nos mapas após a finalização do contrato, sem perda dos vínculos entre dados, camadas e composição cartográfica.

Como complemento ao projeto QGIS, será disponibilizada uma tabela auxiliar em formato Excel contendo, no mínimo, o nome do grupo no QGIS, o título do mapa original, as fontes dos dados utilizados e observações pertinentes. Essa tabela apoiará a atualização de informações que não são preenchidas automaticamente no *layout*, como títulos, fontes e demais elementos textuais de controle cartográfico.

Para assegurar a organização, padronização e coerência temática dos dados inseridos no BD, será adotado um sistema de categorização baseado em classes temáticas. Em conformidade com a Resolução CERHI-RJ nº 252/2021, o agrupamento das feições geoespaciais deve considerar tanto os temas e subtemas abordados quanto a etapa do plano à qual os dados se referem. Dessa forma, as informações geoespaciais serão classificadas a partir de grandes grupos temáticos que facilitam sua identificação, consulta e integração com outros bancos de dados.

Inicialmente, as classes previstas para organização dos dados incluem: território, clima, qualidade da água, socioeconomia, uso do solo, recursos hídricos, áreas protegidas por lei e outros. Essa categorização inicial poderá ser ampliada, adaptada ou refinada ao longo do desenvolvimento do projeto, de modo a melhor refletir os conteúdos efetivamente trabalhados e garantir uma estrutura lógica e funcional para o BD.

Assim, a fim de garantir consistência na nomeação dos arquivos e camadas, cada classe temática será identificada por um prefixo padronizado. Por exemplo, camadas relacionadas ao grupo Território receberão o prefixo TER_, como no caso de TER_LimitesMunicipais. Esse padrão será aplicado a todos os dados geoespaciais, de modo a facilitar sua localização e entendimento dentro do banco. A seguir, apresenta-se a Tabela 4.9, que reúne os códigos correspondentes a cada classe temática.

Tabela 4.9. Nomenclatura dos grupos dos dados geoespaciais e tabulares.

Classes	Sigla
Território	TER_
Clima	CLI_
Qualidade	QUA_
Socioeconomia	SOC_
Uso do Solo	USO_
Recursos Hídricos	RHD_
Áreas Protegidas por Lei	APL_
Outros	OUT_

Fonte: Água e Solo, 2026.

Além da organização temática, será implementado um controle de metadados, de forma a garantir a rastreabilidade, autenticidade e reusabilidade das informações geoespaciais. Para isso, será seguido o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB), norma oficial adotada no país para padronização da documentação de dados espaciais. Os metadados de cada camada geoespacial serão registrados em uma tabela específica dentro do BD, estruturada com os seguintes campos:

- Nome da camada;
- Título;
- Data de criação;
- Crédito (instituição/fonte);
- Categoria temática;
- Descrição;
- Resumo;
- *Tags*;
- Sistema de referência;
- Sistema de coordenadas;
- Data de modificação.

Além dos produtos já mencionados, o BD final incluirá também a documentação técnica dos dados gerados ao longo do projeto, organizada de forma a facilitar o entendimento, uso e replicação dos procedimentos realizados. Essa documentação será composta por um dicionário de dados e um manual de utilização do BD.

O dicionário de dados será fornecido em formato de planilha (.xlsx) e descreverá todos os dados incorporados ao banco. Para cada camada ou tabela, serão informados: o nome do arquivo, categoria temática, tipo de dado (vetorial, *raster*, tabular), formato, fonte, data de criação, sistema de coordenadas, breve descrição do conteúdo e observações pertinentes. Esse material servirá como guia de referência para os usuários, permitindo a compreensão rápida e estruturada de todos os elementos que compõem a base de dados consolidada.

Como complemento, será elaborado um manual técnico de uso do BD. O documento apresentará os conceitos básicos sobre dados tabulares e geoespaciais, explicará a lógica de organização das categorias temáticas adotadas no projeto, e trará um dicionário explicativo para facilitar o entendimento das siglas e codificações utilizadas. O

manual também trará orientações passo a passo para instalação do software QGIS, solução livre e amplamente utilizada para visualização e análise de dados geográficos.

Essas instruções buscam democratizar o uso do BD, viabilizando o acesso não apenas por especialistas em geoprocessamento, mas também por técnicos, gestores públicos e membros do comitê que necessitem acessar as informações geradas. Por isso, o documento será redigido em linguagem simples, objetiva e clara, permitindo que qualquer usuário, independentemente do nível técnico, compreenda o conteúdo e saiba como operar a estrutura fornecida.

4.7.2 Produtos

4.7.2.1 Produto 21 – Banco de dados atualizado

Para essa atividade, propõe realização de duas entregas consolidadas do BD. A primeira ocorrerá após a aprovação do diagnóstico (Meta 3 – Atualizar o diagnóstico) e conterá todos os dados reunidos e processados até aquele momento, organizados de acordo com a estrutura previamente definida. A segunda entrega corresponderá à versão final consolidada do BD, após a conclusão da Meta 6 – Atualizar ações, contendo todos os dados e produtos desenvolvidos ao longo do projeto. Essa estrutura final incluirá os dados geoespaciais, os mapas, os arquivos de projeto, os dados não espaciais organizados por relatório e capítulo, e toda a documentação complementar mencionada anteriormente.

Além das duas entregas consolidadas, serão disponibilizados 11 bancos de dados parciais juntamente com os produtos desenvolvidos ao longo do projeto, os quais terão caráter complementar, não constituindo entregas formais sujeitas à aprovação específica. Eles irão reunir e organizar os dados, arquivos e resultados associados a cada produto, seguindo, sempre que aplicável, a estrutura prevista para o BD final. Não serão incluídos nesses bancos parciais o arquivo consolidado em formato GDB nem o manual de uso do banco de dados, os quais integrarão exclusivamente as entregas consolidadas.

As duas entregas do banco de dados consolidado conterão os componentes conforme ilustrado na Figura 4.8, que apresenta a estrutura consolidada do produto, com todas as pastas, formatos e componentes incluídos. A previsão de entrega de cada um dos produtos está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

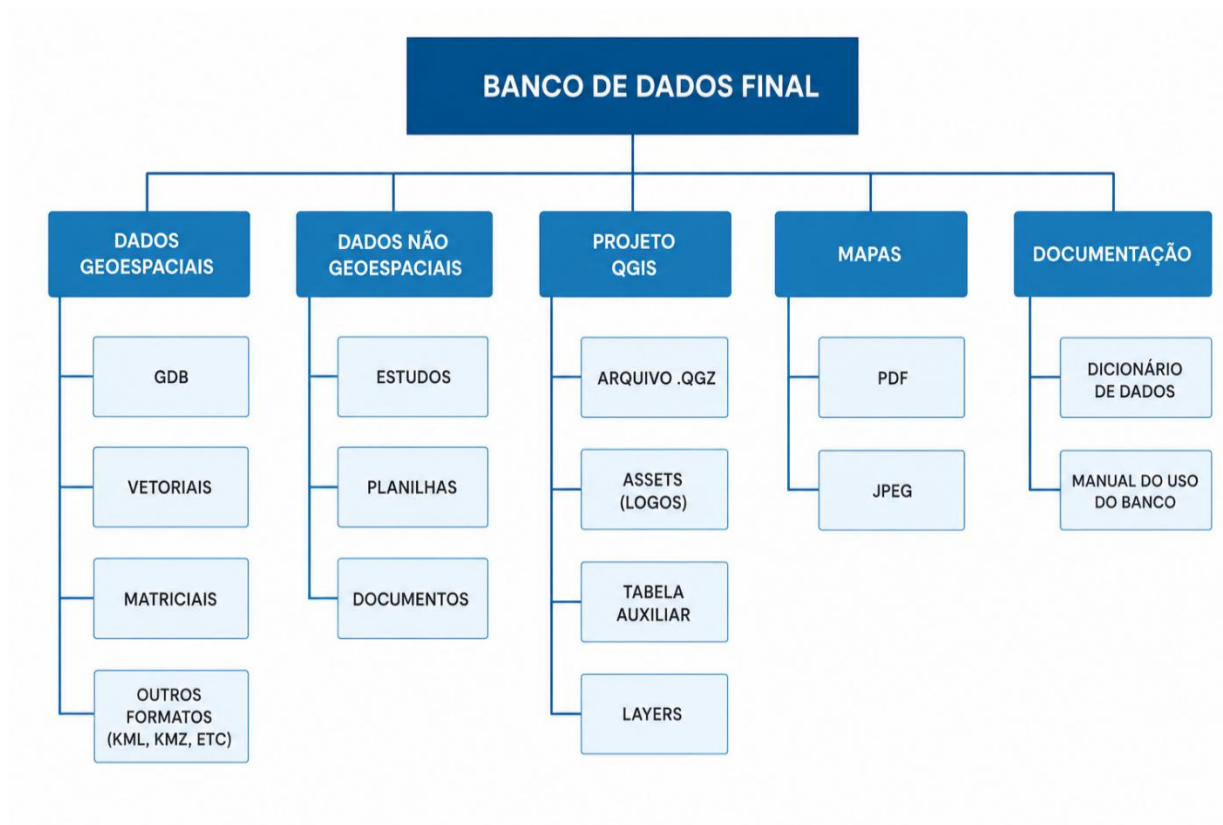


Figura 4.8. Estrutura do banco de dados final.
Fonte: Água e Solo, 2026.

4.8 Meta 8 – Elaborar manual operativo

O Manual Operativo (MOP) constitui o instrumento central de transição entre o planejamento estratégico consolidado na revisão do PRH e a operacionalização efetiva das ações propostas. Diferentemente do Plano em si, que estabelece diretrizes, cenários e metas de longo prazo, o MOP funciona como um roteiro executivo que detalha o "como fazer" cada ação, identificando os procedimentos, fluxos, responsabilidades institucionais, recursos necessários e indicadores de acompanhamento que viabilizarão a implementação prática das políticas hídricas na RH VIII.

Sendo assim, esta etapa iniciará única e exclusivamente após a finalização da Meta 6 – Atualizar ações, na qual, além da caracterização das ações, será feita a identificação das ações prioritárias. Igualmente, sua construção será realizada de forma participativa, garantindo que o instrumento reflita tanto a exequibilidade técnica quanto a viabilidade institucional das ações propostas e aumentando assim as chances de implementação bem-sucedida.

4.8.1 Subatividades e metodologias

4.8.1.1 Avaliação da estrutura organizacional e articulação interna/externa

A implementação efetiva de um PRH não depende apenas de análises técnicas bem concebidas ou legislação adequada, mas fundamentalmente de estrutura institucional clara, compatível com o contexto local, e legitimada pelos diversos atores que participam da gestão. O arranjo institucional vigente durante o ciclo 2014-2024 refletiu uma configuração específica de responsabilidades entre o CBH Macaé Ostras, o CILSJ enquanto Entidade Delegatária, o INEA como órgão gestor estadual, as administrações municipais e organizações da sociedade civil.

Assim, à luz das normas legais e das discussões realizadas até a presente etapa, será avaliada a estrutura organizacional relacionada ao gerenciamento de recursos hídricos da RH VIII. Considerando atribuições, competências e abrangência territorial de suas ações, será feito o diagnóstico institucional atual, com a identificação de entidades participantes, forças, desafios, sensibilidade e vulnerabilidade dessa estrutura. Igualmente, serão revisados os instrumentos legais de criação, diretrizes de seu estatuto e regimento.

A partir disso, será proposta uma estrutura organizacional adequada para o próximo ciclo. Serão propostas alternativas de melhorias para a implementação do gerenciamento de recursos hídricos, podendo inclusive sugerir possíveis (re)arranjos, consideradas boas práticas de outras bacias, capacidades das instituições envolvidas e possíveis instituições apoiadoras, potenciais desafios futuros. Destaca-se que serão ainda apontadas sugestões para uma participação representativa dos atores na composição da plenária e da diretoria do CBH Macaé Ostras, garantindo melhoria na implementação.

A análise institucional considerará as características socioeconômicas e ambientais próprias da RH VIII, especialmente a dependência das atividades locais em relação aos recursos hídricos, as desigualdades na oferta de saneamento, a existência de áreas ambientalmente sensíveis e os potenciais conflitos associados aos diferentes usos da água. Sendo assim, serão observadas as diretrizes estabelecidas em planos diretores municipais, planos de manejo de UCs, planos municipais de saneamento básico e outros instrumentos de planejamento, quando existentes.

Tendo em vista ainda que a RH VIII não está isolada em termos de recursos hídricos, sendo conectada a outras RHs e sistemas costeiros compartilhados, se faz necessário também atentar para a relação de interesses internos e externos. Neste sentido, será feita a revisão das alternativas técnicas e institucionais para articulação e compatibilização de interesses, visando minimizar possíveis conflitos de interesse entre intra e inter-regiões hidrográficas. Esta atividade será focada especialmente na transposição de água da RH IX (Macabu) para RH VIII que constitui interface particularmente complexa, envolvendo negociação entre duas regiões hidrográficas sobre alocação de recursos finitos.

4.8.1.2 Detalhamento das ações prioritárias

O MOP terá horizonte de planejamento compatível com o ciclo plurianual de gestão do CBH Macaé Ostras (quatro anos), com desdobramento anual de metas de implementação. Seu escopo focará as ações identificadas como prioritárias para curto prazo, com apontamento dos pré-requisitos e marcos intermediários necessários para sua viabilização futura. Para as demais ações, será montado um fluxograma genérico e facilmente reproduzível pelos responsáveis que venham assumir as ações em questão.

Para cada ação prioritária serão elaborados modelos tático-operacionais para sua execução. Para isso, as ações serão resumidas em súmulas e descritivos, com a indicação de métodos, ferramentas e indicadores de monitoramento. Estas fichas serão acompanhadas de seus fluxogramas que apresentarão as principais atividades suas respectivas entidades responsáveis (Figura 4.9).

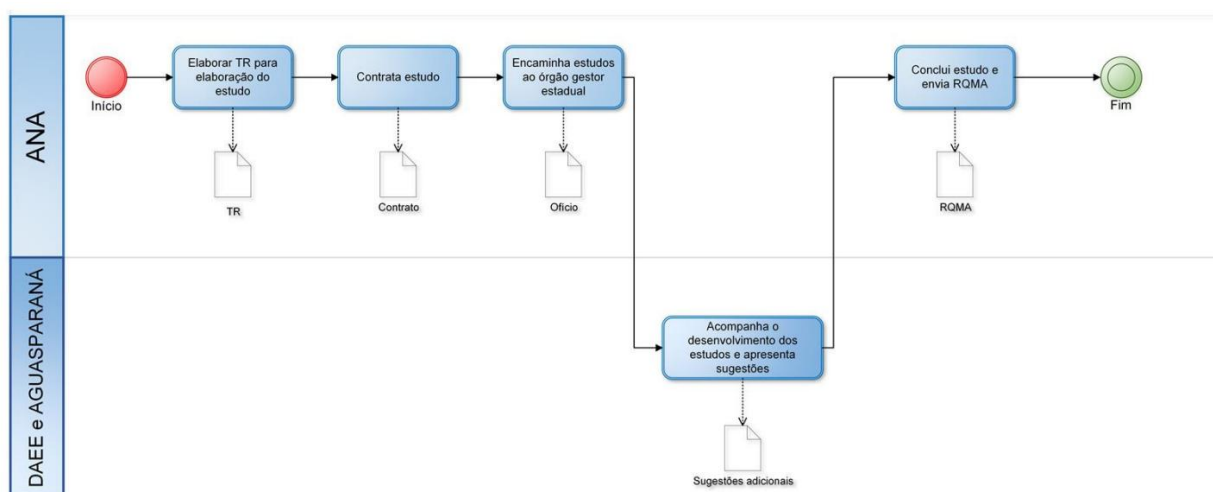


Figura 4.9. Exemplo de fluxograma a ser desenhado para cada ação prioritária.

Fonte: ANA, 2016.

Igualmente, individualmente, serão listados:

- Documentos necessários para as ações chave, de elaboração/realização, de articulação, de fomento;
- Legislações relacionadas e, havendo a avaliação da necessidade de elaboração ou alteração de normas vigentes, serão indicadas as devidas justificativas, proposta de conteúdo mínimo e instituições responsáveis;
- Mapeamento de atores políticos com potencial interesse, favorável ou contrário sobre a ação, identificando possíveis parceiros estratégicos para articulação política e institucional;
- Fontes de investimentos associados, assim como documentos e estratégias para o comprometimento de instituições no aporte de recursos;
- Orçamento detalhado;
- Documentos de cooperação entre as instituições.

Especificamente para ações relacionadas ao instrumento de outorga de direito de uso da água, serão identificadas as etapas necessárias à implementação dos critérios de outorga pelo Comitê. Para isso, serão utilizados como subsídios as informações atualizadas do Diagnóstico (Meta 3) e Prognóstico (Meta 5), bem como as bases técnicas (item 4.6.1.7c) descritas no Plano de Ações (Meta 6).

Conforme definido pelo TR, após a finalização dos documentos, o MOP será submetido à Entidade Delegatária e ao GTA Revisão PRH. Caso seja indicado, serão atendidas as solicitações de alteração e complementação para serem incorporados aos programas, desde que não descaracterizem os construídos e aprovados na Meta 6 – Atualizar ações.

O MOP também funcionará como documento de comunicação interna ao CBH Macaé Ostras e demais atores, permitindo que gestores e parceiros compreendam claramente suas responsabilidades, os procedimentos a seguir, os prazos esperados e como suas ações se articulam com as dos demais atores. Neste sentido, será fundamental que o documento seja ao mesmo tempo rigoroso tecnicamente e acessível à compreensão de públicos com diferentes graus de especialização.

Da mesma forma, como comentado anteriormente, o sucesso da implementação do MOP depende diretamente da revisão da proposta elaborada pela empresa por parte dos atores indicados como responsáveis. Assim, prevê-se a entrega de subprodutos

(item 4.8.2.1), anteriores à entrega final do MOP, além da realização de reuniões periódicas de validação, quando necessário.

Por fim, será proposta uma forma de divulgação e acompanhamento de todas as ações e seus resultados obtidos. Será construída uma interface visual para visualização do resumo geral das ações e, individualmente, para cada ação. A título de exemplo, cita-se o Power BI construído para o MOP da bacia hidrográfica do rio Paranapanema. Este instrumento, contudo, deve ser coerente com as expectativas do GTA Revisão PRH e, por isso, sua forma, estrutura e detalhamento serão validados com o mesmo.

4.8.1.3 Pactos das águas

Para validação das metas e estratégias planejadas para o PRH, previu-se a realização de duas reuniões (durante plenárias do CBH Macaé Ostras), mobilização, uma roda de conversa e uma Consulta Pública (que se sugere sua substituição, conforme descrito no item 4.2.1.2b). A metodologia será definida e detalhada no Produto 2 – Plano de Comunicação e Mobilização Social, referente à Meta 2 – Elaborar e implementar as ações do Plano de Comunicação e Mobilização Social.

Para cada programa aprovado na Meta 6 – Atualizar ações, será estabelecido um pacto específico. Por isso, a lista de atores a serem convidados para as discussões de cada pacto, poderá ser sugerida previamente durante a construção do Produto 2 – Plano de Comunicação e Mobilização Social, contudo, sua confirmação só poderá ser feita na conclusão e fechamento das ações.

Conforme previsto no TR, as reuniões com os atores serão coordenadas pelo CBH Macaé Ostras e CILSJ e visarão o alcance de acordos sobre o conteúdo, custos e divisão de responsabilidades financeiras e operacionais para cada programa. Para consolidação dos pactos, será firmado entre as partes interessadas um Protocolo de Intenções e Compromisso para a realização dos pactos das águas estabelecidos, com apontamento das responsabilidades e atribuições de cada ente envolvido.

Tendo em vista que esta é uma etapa de concretização dos acordos e passo inicial para a implementação efetiva do PRH, caracteriza-se por uma fase sensível, podendo comprometer o planejamento construído para o PRH até a meta atual. Sendo assim, propõe-se que o início dessas conversas seja feito logo após o fechamento das ações

elaboradas na Meta 6 – Atualizar ações, anteriormente ao seu detalhamento (item 4.8.1.2), aumentando as chances de sucesso do Protocolo de Intenções e Compromisso.

4.8.2 Produtos

Para a consolidação da Meta 8, são previstos dois produtos, que são descritos a seguir. A previsão de entrega de cada um dos produtos está mostrada no resumo da Tabela 6.1 e no cronograma da Tabela 6.2.

4.8.2.1 Produto 22 – Manual operativo do PRH

Conforme descrito pelo TR, são previstos quatro subprodutos, entregues separadamente, os quais constituirão o Produto 22. São eles:

- Produto 22.1 - Análise, definição e detalhamento de ações e atividades prioritárias;
- Produto 22.2 - Mapeamento, detalhamento de fluxos e processos;
- Produto 22.3 - Conjunto de documentos de apoio;
- Produto 22.4 - Indicadores de acompanhamento.

Para a versão final consolidada, propõe-se como estrutura do documento a seguinte divisão:

- Introdução;
- Objetivos;
- Estrutura de governança de recursos hídricos
 - Situação atual;
 - Proposta organizacional (melhorias, novos arranjos, entre outros);
 - Documentos e estratégias para o comprometimento de instituições no aporte de recursos para as ações do PRH RH VII;
 - Articulação e compatibilização de interesses internos e externos às bacias;
- Modelos Tático-Operacionais
 - Modelo genérico (fluxograma para ações não prioritárias);
 - Modelos específicos (para cada ação prioritária):
 - Identificação do programa;
 - Identificação e descrição da ação prioritária;
 - Atividades, metas, indicadores;

- Cronograma físico-financeiro de execução (anual);
- Orçamento previsto e possíveis fontes de financiamento;
- Responsável(is) e cadeia de comando e direção;
- Fluxograma da ação com indicação do(s) responsável(is);
- Avaliação do orçamento geral da implementação do PRH RH VIII;
- Processo de mobilização com as instituições;
- Referências bibliográficas;
- Anexos (documentos de apoio).

4.8.2.2 Produto 23 – Protocolo de Intenção e Compromisso do Pacto das Águas

Para elaboração da proposta de documento Protocolo de Intenções e Compromisso, serão revisados documentos similares elaborados para Pactos das Águas já estabelecidos. Dessa forma, propõe-se preliminarmente como estrutura:

- Introdução;
- Objetivos do pacto;
- Marcos conceituais;
- Princípios e bases legais;
- Área de abrangência;
- Atribuições de cada envolvido;
- Linhas de ação e compromissos assumidos.

5 PLANO DE GERENCIAMENTO DO PROJETO

Para o bom andamento do projeto, a Água e Solo dispõe uma estrutura organizacional alicerçada no conjunto de recursos humanos, materiais, tecnológicos e de logística a serem colocados à disposição, de forma articulada e coordenada, com o objetivo de cumprir de maneira eficiente este plano de trabalho, que tem como pressupostos básicos de orientação a qualidade técnica e o cumprimento dos prazos estipulados.

5.1 Equipe técnica

5.1.1 Previsão de alocação e atribuições

A Água e Solo atuará com uma equipe multidisciplinar, capacitada nas áreas envolvidas no escopo dos trabalhos, de modo a aplicar com eficiência o programa de trabalho. A seguir, a Tabela 5.1 apresenta a relação dos profissionais a serem alocados para o desenvolvimento dos serviços, juntamente com suas respectivas qualificações e atribuições no projeto.

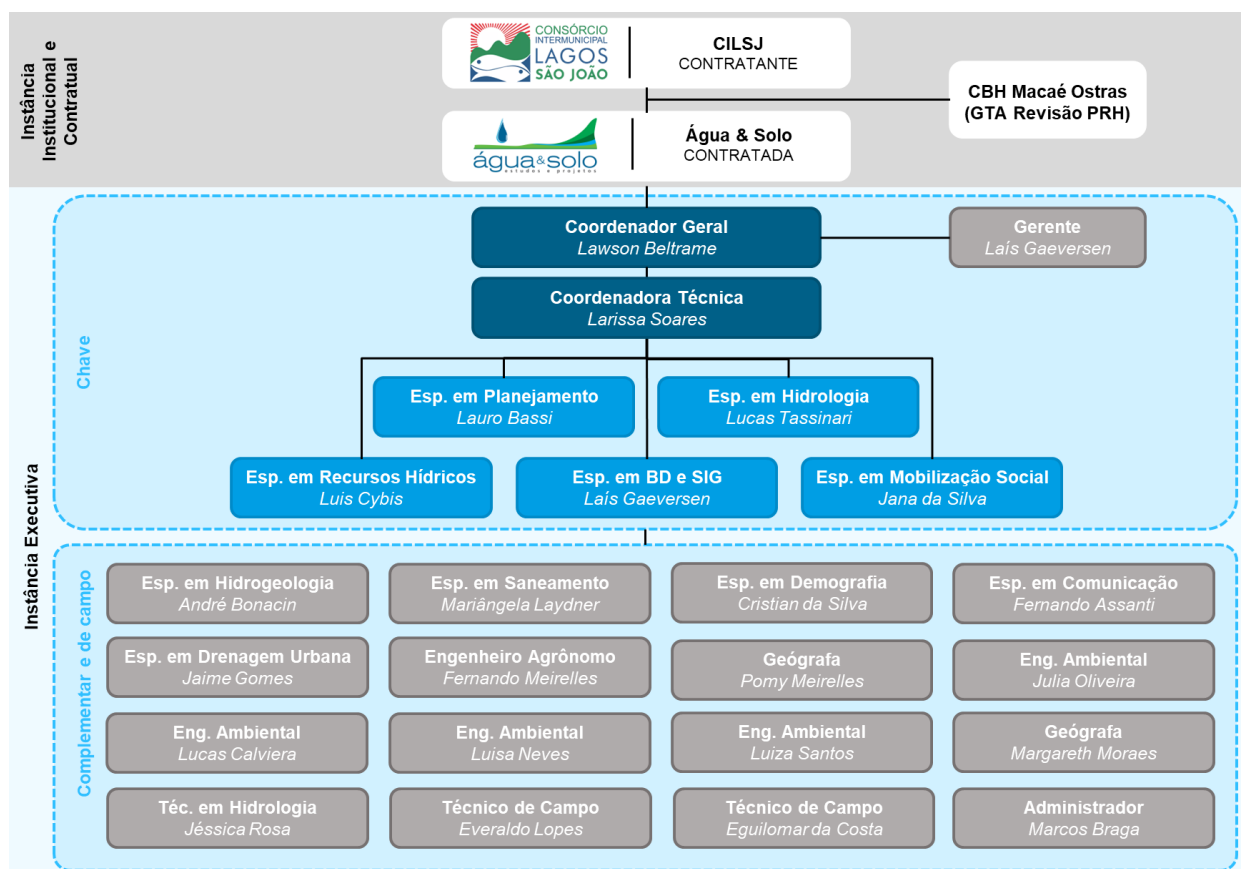


Figura 5.1. Fluxograma de responsabilidades para a execução do contrato.

Fonte: Água e Solo, 2026.

5.1.2 Matriz de responsabilidades

Considerando as atividades e os produtos descritos anteriormente, bem como alocação e atribuições dos profissionais envolvidos, foi elaborada a matriz de responsabilidades mostrada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Matriz de responsabilidade dos profissionais.

Atividades e Produtos / Profissionais	Coordenador Geral	Coordenadora Técnica	Esp. em Planejamento	Esp. em Hidrologia	Esp. em Recursos Hídricos	Esp. em BD e SIG	Esp. em Mobilização Social	Esp. em Hidrogeologia	Esp. em Saneamento	Esp. em Demografia	Esp. em Comunicação Social	Esp. em Drenagem Urbana	Equipe de Campo	Equipe Complementar	Gerente
Meta 1 - Elaborar 1 (um) Plano de Trabalho															
Plano de trabalho	CT	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Meta 2 - Elaborar e Implementar as Ações de 1 (um) Plano de Comunicação e Mobilização Social para a Revisão do Plano de Recursos Hídricos															
Plano de Comunicação e Mobilização Social	X	X					CT				X			X	X
Meta 3 - Atualizar 1 (um) diagnóstico da RH VIII															
Atualização da caracterização físico-biótica e mapeamento do uso e cobertura da terra	X	CT	X		X	X	X	X			X			X	X
Atualização da caracterização socioeconômica	X	X				X	X		X	CT	X			X	X
Atualização do diagnóstico das disponibilidades hídricas	X	X	X	CT	X	X	X	X			X		X	X	X

Atividades e Produtos / Profissionais	Coordenador Geral	Coordenadora Técnica	Esp. em Planejamento	Esp. em Hidrologia	Esp. em Recursos Hídricos	Esp. em BD e SIG	Esp. em Mobilização Social	Esp. em Hidrogeologia	Esp. em Saneamento	Esp. em Demografia	Esp. em Comunicação Social	Esp. em Drenagem Urbana	Equipe de Campo	Equipe Complementar	Gerente
Atualização do diagnóstico das demandas hídricas	X	X	X	CT	X	X	X	X			X			X	X
Atualização do balanço hídrico	X	X	X	CT	X	X	X	X			X			X	X
Identificação dos aspectos críticos para o ordenamento de usos múltiplos das lagoas costeiras	X	CT	X		X	X	X		X		X			X	X
Detalhamento das áreas prioritárias para conservação, produção de água e de áreas sujeitas à restrição de uso	X	CT	X		X	X	X				X			X	X
Meta 4 - Avaliar criticamente a implementação do PRH RH VIII (2014-2024)															
Avaliação da implementação do PRH RH VIII (2014)	CT	X	X			X	X				X			X	X
Meta 5 - Atualizar 1 (um) prognóstico da RH VIII															
Atualização do prognóstico	X	CT	X	X	X	X	X				X	X		X	X

Atividades e Produtos / Profissionais	Coordenador Geral	Coordenadora Técnica	Esp. em Planejamento	Esp. em Hidrologia	Esp. em Recursos Hídricos	Esp. em BD e SIG	Esp. em Mobilização Social	Esp. em Hidrogeologia	Esp. em Saneamento	Esp. em Demografia	Esp. em Comunicação Social	Esp. em Drenagem Urbana	Equipe de Campo	Equipe Complementar	Gerente
Meta 6 - Atualizar ações do PRH RH VIII															
Atualização das ações	X	CT	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X
Meta 7 - Atualizar 1 (um) Banco de Dados – Sistema de Informação Geográfica															
Elaboração e construção do banco de dados	X				X	CT								X	X
Meta 8 - Elaborar 1 (um) Manual Operativo do PRH RH VIII (MOP)															
Elaboração do manual operativo do PRH e pactos das águas	CT	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X

Nota: (CT) Coordenador técnico da respectiva atividade; (X) Envolvimento parcial ou integral na elaboração do(s) respectivo(s) produto(s).

Fonte: Água e Solo, 2026.

5.2 Produtos

5.2.1 Codificação

Os produtos listados no capítulo anterior serão entregues ao CILSJ periodicamente, cujo resumo e cronograma estão apresentados no item 5.4. Na sequência, explana-se a codificação a ser utilizada. Esse sistema ajuda na identificação da etapa do projeto, assim como na verificação de versões e tomos que estão sendo tratados.

25001-M[nº da meta]- [código do produto]-[tipo ou tomo]-[versão]

- 25001: Código interno do contrato usado pela Água e Solo;
- Nº da meta: Expressa o número da meta, pode variar de 1 a 8;
- Código do produto:
 - BD: Banco de dados;
 - CAR: Cartazes;
 - CMS: Relatórios da comunicação e mobilização social (Parcial);
 - CMQ: Relatórios das campanhas de monitoramento qualiquantitativo;
 - FOL: Folders;
 - MOP: Manual operativo do PRH;
 - PCMS: Plano de comunicação e mobilização social;
 - PT: Plano de trabalho;
 - PUB: Publicações em redes sociais;
 - RAI: Relatório da avaliação da implementação do PRH;
 - RAP: Relatório de atualização do PRH;
 - RD: Relatório de diagnóstico;
 - REG: Registros fotográfico e audiovisual;
 - RP: Relatório de prognóstico;
 - RSD: Relatório síntese e diagnóstico integrado.
- Tipo ou tomo:
 - No caso dos CMS, refere-se ao relatório parcial (RP) ou final (RF)
 - No caso do RD e RAP, refere-se aos encartes (ENC)
 - No caso do RD, as diferentes temáticas serão divididas em mais de um tomo, podendo variar entre 1 e 8;

- No caso de CMQ, “REC” refere-se à visita de reconhecimento dos pontos de monitoramento, e 1 a 4 referem-se à numeração das campanhas a serem realizadas;
- Versão: Número para controle de versões após correções, sendo 00 a versão inicial, 01 a primeira revisão e assim por diante.

5.2.2 Formatos

No que concerne à apresentação dos produtos:

- Todos os arquivos serão fornecidos abertos para formatação e sem senha de proteção, incluindo arquivos inseridos no corpo do texto dos relatórios (tais como figuras, tabelas, gráficos etc.) que devem ser entregues também em seu formato original;
- Todas as fotografias, imagens, gráficos, entre outros elementos inseridos no corpo do texto de relatórios serão entregues à parte, em seus formatos digitais originais;
- A formatação dos documentos observará o modelo a ser aprovado pela contratante, conforme o presente documento.

5.2.3 Fluxo de revisão e aprovação

Os entes envolvidos no processo de revisão para cada um dos produtos estão indicados na Tabela 5.2. Na emissão inicial de cada produto, será encaminhada a primeira versão ao CILSJ, que avaliará e retornará para a empresa executora. Posteriormente, a depender do conteúdo e objetivo, os produtos revisados podem ser apresentados e/ou encaminhados a outros atores para coleta de contribuições. No cronograma apresentado no item 6, podem ser observados os casos em que há apresentação em reuniões e Plenárias.

PLANO DE TRABALHO | 25001-M1-PT-00-03

Tabela 5.2. Entes envolvidos na revisão dos produtos.

Produtos	CILSJ	GTA Revisão PRH	CTEACOM	CTIG	Outras CTs	Outros entes
Produto 1 - Plano de trabalho	X	X				*
Produto 2 – Plano de comunicação e mobilização social	X	X	X	X		
Produto 3 – Folders	X		X			
Produto 5 – Cartazes	X		X			
Produto 6 – Encartes	X		X			
Produto 7 – Relatório parcial da comunicação e mobilização social	X	X	X			
Produto 8 – Relatório final da comunicação e mobilização social	X	X	X			
Produto 9 – Registro fotográfico e audiovisual	X					
Produto 10 – Relatório da caracterização física-biótica da área de estudo e mapeamento do uso e cobertura da terra	X	X				*
Produto 11 – Relatório da caracterização socioeconômica da área de estudo	X	X				*
Produto 12 – Relatório de diagnóstico das disponibilidades hídricas	X	X				*
Produto 12 – Relatório de reconhecimento dos pontos de monitoramento propostos pelo Termo de Referência	X					*
Produto 12 – Campanhas de monitoramento	X	X				*
Produto 13 – Relatório de diagnóstico das demandas hídricas	X	X				*
Produto 14 – Relatório do balanço hídrico	X	X				*
Produto 15 – Relatório dos aspectos críticos para o ordenamento das lagoas costeiras	X	X				*
Produto 16 – Relatório de detalhamento das áreas prioritárias para conservação e produção de água e de áreas sujeitas à restrição de uso	X	X				*
Produto 17 – Relatório da avaliação da implementação do PRH RH VIII (2014)	X	X			*	*

Produtos	CILSJ	GTA Revisão PRH	CTEACOM	CTIG	Outras CTs	Outros entes
Produto 18 – Relatório de atualização do prognóstico	X	X		*	*	*
Produto 19 – Relatório de atualização do PRH	X	X	*	*	*	*
Produto 20 – Relatório síntese e diagnóstico integrado	X	X	*	*	*	*
Produto 21 – Banco de Dados atualizado	X					*
Produto 22 – Manual Operativo do PRH	X	X	*	*	*	*
Produto 23 – Protocolo de Intenção e Compromisso do Pacto das Águas	X	X				X

Nota: (X) Envolvimento, (*) A depender da convocação pelo CILSJ/GTA Revisão PRH, quando necessário; (Outros entes) Tais como ANA, INEA, municípios, entre os outros.

Fonte: Água e Solo, 2026.

Juntamente com o produto, será encaminhada uma planilha controle das solicitações/sugestões com a identificação e descrição do item, representante ou entidade responsável, resposta da equipe técnica da AeS e *status* de atendimento. A tabela será cumulativa, de forma que seja possível acompanhar as alterações entre versões e, eventualmente, registrar comentários/discussões sobre itens específicos.

5.3 Recursos materiais

Para o desenvolvimento dos serviços, previu-se uma estrutura baseada no conjunto de recursos humanos, materiais e de logística colocados à disposição, de forma articulada e coordenada, com o objetivo de cumprir de forma eficiente o Plano de Trabalho proposto. Toda a estrutura foi planejada tendo como parâmetros básicos de orientação a qualidade técnica e o cumprimento dos prazos previstos no TR.

Em termos de infraestrutura física, a Contratada possui um escritório em Porto Alegre/RS, situado na rua Baronesa do Gravataí, nº 137, salas 402/404/405/406, onde se concentram as atividades de coordenação e parte das atividades de execução. As instalações dispõem de acesso a recursos de informática e comunicação, permitindo contato rápido e eficaz entre a equipe alocada e a Contratante. O escritório consta com

telefone e acesso à rede mundial de computadores, além da infraestrutura básica como água, luz e serviços de limpeza e manutenção. São dotados de toda a infraestrutura necessária ao acolhimento das equipes de trabalho e ao bom andamento dos serviços de modo geral: móveis de escritório, computadores *desktop* e *notebooks*, recursos de informática como impressoras, *scanners* e demais equipamentos. Os computadores são dotados dos *softwares* mínimos necessários para a execução das atividades de escritório, além de editores de textos e planilhas a serem gerados ao longo dos diversos serviços realizados pela empresa.

A Tabela 9.1 resume os recursos físicos e materiais a serem disponibilizados para o desenvolvimento do serviço durante a vigência do contrato.

Tabela 5.3. Mobilização e alocação de recursos físicos e materiais.

Categoria / Tipo	Descrição	Modelo	Ano	Un.	Alocação (meses)	Meta
Infraestrutura	Escritório em Porto Alegre/RS	-	-	1	1 a 26 meses	1 a 8
Equipamentos e materiais de escritório	Computador	Diversos	Diversos	15	1 a 26 meses	1 a 8
	Impressora	RICOH 3003	2015	1	1 a 26 meses	1 a 8
	Telefones fixos	Intelbras	2014	1	1 a 26 meses	1 a 8
	Telefones móveis	Diversos	Diversos	11	1 a 26 meses	1 a 8
	Servidor rede	-	-	15	1 a 26 meses	1 a 8
Equipamentos e materiais de campo	Medidor de vazão, frascarias etc.	-	-	1	1 a 12 meses	3
	Veículo	-	-	1		
Softwares, programas computacionais e demais instrumentos	Windows	10 Pro	2021	10	1 a 26 meses	1 a 8
	Pacote Microsoft Office	365	2021	10	1 a 26 meses	1 a 8

Categoria / Tipo	Descrição	Modelo	Ano	Un.	Alocação (meses)	Meta
	Adobe Acrobat Reader	Pro	2019	10	1 a 26 meses	1 a 8
	Google Drive/One Drive	-	-	10	1 a 26 meses	1 a 8

Fonte: Água e Solo, 2026.

Vale ressaltar que as instalações e os equipamentos que a Água e Solo mobilizados estão apresentados de acordo com a previsão inicial das suas necessidades. Esta previsão pode ser ampliada no decorrer do Contrato, com o objetivo de melhor adequar as condições de trabalho à equipe alocada e ao desenvolvimento dos serviços.

5.4 Comunicação

A comunicação plena entre a Água e Solo e o CILSJ será um pilar importante para que o trabalho seja desenvolvido de acordo com esperado. Para isso, será mantido contato frequente com os pontos focais definidos pela contratante, para que o trabalho desenvolvido pela contratada atenda às expectativas e aos anseios deste grupo.

A comunicação se dará de diversas formas: *e-mail*, WhatsApp, reuniões virtuais ou presenciais, sempre que observada a necessidade por uma das partes e sempre com o objetivo de que os produtos gerados pela consultoria estejam em consonância com o TR. Preferencialmente, será utilizado *e-mail* ou adotada reuniões virtuais como canal de comunicação.

Em todos os *e-mails* deverão ser envolvidos, por parte do CILSJ, Marianna Cavalcante (mariannacavalcante@cilsj.org.br), Fernanda Hissa (fernandahissa@cilsj.org.br), Rafael Batista (rafaelb@cilsj.org.br) e o correio eletrônico oficial do PRH (revisaodoplano@comitemacaeostras.org.br); por parte da Água e Solo, a Gerente (lais.gaeversen@aguaesolo.com).

Especificamente, para assuntos administrativos e financeiros, por parte da Água e Solo, Venise Gomes (administrativo@aguaesolo.com) e Marcos Braga (financeiro@aguaesolo.com), respectivamente, dos setores Administrativo e Financeiro, e, por parte do CILSJ, o e-mail financeiro@cilsj.org.br.

PLANO DE TRABALHO | 25001-M1-PT-00-03

Para assuntos técnicos, além de todos os supracitados, poderão ser incluídos outros profissionais da equipe da empresa ou ainda, quando indicados pelo CILSJ membros do GTA Revisão PRH, conforme necessidade.

6 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

A Tabela 6.1 apresenta um resumo dos produtos a serem entregues. As datas previstas para cada entrega estão apresentadas no cronograma geral do trabalho da Tabela 6.2.

Tabela 6.1. Síntese de informações dos produtos a serem elaborados.

Meta	Descrição do produto	Código do produto	Quant. (parciais)	Valor por tipo de produto	% por produto
Meta 1	Produto 1 - Plano de trabalho	25001-M1-PT-00-00	1	R\$ 53.113,62	3,0%
Meta 2	Produto 2 – Plano de comunicação e mobilização social	25001-M2-PCMS-00-00	1	R\$ 53.113,62	3,0%
	Produto 3 – <i>Folders</i> <i>1ª Consulta pública</i> <i>2ª Consulta pública</i> <i>3ª Consulta pública</i>	25001-M2-FOL-NN-00	3 tipos, totalizando 1.500 un.	R\$ 5.901,51	1,0%
				R\$ 5.901,51	
				R\$ 5.901,51	
	Produto 4 – Publicações para as redes sociais	25001-M2-PUB-00-00	24	R\$ 17.704,54	1,0%
	Produto 5 – Cartazes <i>1ª Consulta pública</i> <i>2ª Consulta pública</i> <i>3ª Consulta pública</i>	25001-M2-CAR-NN-00	10 tipos, totalizando 500 un.	R\$ 5.901,51	1,0%
				R\$ 5.901,51	
				R\$ 5.901,51	
	Produto 6 – Encartes Diagnóstico <i>Revisão do PRH para poder público</i> <i>Revisão do PRH para sociedade civil</i> <i>Revisão do PRH para usuários de água</i>	25001-M2-RD-ENC01-00	4	R\$ 53.113,62	3,0%
		25001-M2-RAP-ENC02-00		R\$ 70.818,16	4,0%
		25001-M2-RAP-ENC03-00			
		25001-M2-RAP-ENC04-00			
	Produto 7 – Relatório parcial da comunicação e mobilização social <i>1ª Consultas populares e públicas</i> <i>2ª Consultas populares e públicas</i> <i>3ª Consultas populares e públicas</i> <i>Oficina de imersão</i>	25001-M2-CMS-RPNN-00	3	R\$ 66.392,03	3,8%
			1	R\$ 17.704,54	1,0%
	Produto 8 – Relatório final da comunicação e mobilização social	25001-M2-CMS-RF-00	1	R\$ 22.130,68	1,3%
	Produto 9 – Registro fotográfico e audiovisual <i>1ª Consultas populares e públicas</i> <i>2ª Consultas populares e públicas</i> <i>3ª Consultas populares e públicas</i> <i>Oficina de imersão</i>	25001-M2-REG-NN-00	3	R\$ 13.278,41	2,3%
				R\$ 13.278,41	
				R\$ 13.278,41	
			1	R\$ 13.278,41	0,8%
Meta 3	Produto 10 – Relatório da caracterização física-biótica da área de estudo e mapeamento do uso e cobertura da terra	25001-M3-RD-01-00	1	R\$ 88.522,70	5,0%
	Produto 11 – Relatório da caracterização socioeconômica da área de estudo	25001-M3-RD-02-00	1	R\$ 88.522,70	5,0%
	Produto 12 – Relatório de diagnóstico das disponibilidades hídricas <i>Produto 12 - Diagnóstico</i>	25001-M3-RD-03-00	1	R\$ 88.522,70	10,0%
	<i>Campanha 1</i>	25001-M3-CMQ-NN-00	4	R\$ 17.704,54	
	<i>Campanha 2</i>			R\$ 17.704,54	
	<i>Campanha 3</i>			R\$ 17.704,54	
	<i>Campanha 4</i>			R\$ 17.704,54	
	<i>Proposta de rede de monitoramento</i>	25001-M3-PRM-NN-00	1	R\$ 17.704,54	
	Produto 13 – Relatório de diagnóstico das demandas hídricas	25001-M3-RD-04-00	1	R\$ 88.522,70	5,0%

Meta	Descrição do produto	Código do produto	Quant. (parciais)	Valor por tipo de produto	% por produto
	Produto 14 – Relatório do balanço hídrico	25001-M3-RD-05-00	1	R\$ 70.818,16	4,0%
	Produto 15 – Relatório dos aspectos críticos para o ordenamento das lagoas costeiras	25001-M3-RD-06-00	1	R\$ 88.522,70	5,0%
	Produto 16 – Relatório de detalhamento das áreas prioritárias para conservação e produção de água e de áreas sujeitas à restrição de uso	25001-M3-RD-07-00	1	R\$ 70.818,16	4,0%
Meta 4	Produto 17 – Relatório da avaliação da implementação do PRH Macaé/Ostras (2014)	25001-M4-RAI-00-00	1	R\$ 88.522,70	5,0%
Meta 5	Produto 18 – Relatório de atualização do prognóstico	25001-M5-RP-00-00	1	R\$ 106.227,24	6,0%
Meta 6	Produto 19 – Relatório de atualização do PRH	25001-M6-RAP-00-00	1	R\$ 106.227,24	6,0%
	Produto 20 – Relatório síntese e diagnóstico integrado	25001-M6-RSD-00-00	1	R\$ 70.818,16	4,0%
Meta 7	Produto 21 – Banco de Dados atualizado	25001-M7-BD-NN-00	11	R\$ 10.327,65	6,4%
	Parcial - Produto 1			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 2			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 10			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 11			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 12			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 13			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 14			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 15			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 16			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 17			R\$ 10.327,65	
	Parcial - Produto 18			R\$ 10.327,65	
	Final - PRH revisado	25001-M7-BD-VF-00	1	R\$ 10.327,65	0,6%
Meta 8	Produto 22 – Manual Operativo do PRH	25001-M8-MOP-00-00	1	R\$ 159.340,86	9,0%
	Produto 23 – Protocolo de Intenção e Compromisso do Pacto das Águas	25001-M8-PAC-00-00	1	R\$ -	0,0%
Total do contrato				R\$ 1.770.454,03	100,0%

Nota: (NN) Numeração sequencial; (1) Considerou-se o período de 30 dias para revisão, conforme descrito no TR.

Fonte: Água e Solo, 2026.

Tabela 6.2. Cronograma físico-financeiro de atividades e produtos a serem realizados ao longo do horizonte do projeto.

Produtos	Entrega inicial (v00) + faturamento (50%)	Revisão 1 (CILSJ)	Entrega revisão 1 (v01)	1ª Apresentação	Revisão 2 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 2 (v02)	2ª Apresentação	Revisão 3 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 3 (v03)	3ª Apresentação (Plenária)	Revisão 4 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 4 (v04)	Aprovação e autorização do faturamento (50%)
Produto 1 – Plano de trabalho	09/01/2026	12/02/2026	20/02/2026	27/02/2026	20/03/2026	03/04/2026	10/04/2026	15/04/2026	28/04/2026				29/04/2026
Produto 2 – Plano de comunicação e mobilização social	10/03/2026	19/03/2026	26/03/2026	27/03/2026	18/04/2026	07/05/2026	14/05/2026	22/05/2026	02/06/2026	18/06/2026	25/06/2026	02/07/2026	06/07/2026
Produto 3 – Folders													
1ª Consulta pública	11/02/2027	15/02/2027	22/02/2027		01/03/2027	15/03/2027		22/03/2027	31/03/2027				02/04/2027
2ª Consulta pública	11/05/2027	13/05/2027	20/05/2027		27/05/2027	10/06/2027		17/06/2027	28/06/2027				30/06/2027
3ª Consulta pública	15/06/2027	17/06/2027	24/06/2027		01/07/2027	15/07/2027		22/07/2027	02/08/2027				04/08/2027
Produto 4 – Publicações para as redes sociais	A definir												
Produto 5 – Cartazes													
1ª Consulta popular	05/06/2026	09/06/2026	16/06/2026		23/06/2026	30/06/2026		07/07/2026	14/07/2026				16/07/2026
1ª Consulta pública	30/03/2027	01/04/2027	08/04/2027		15/04/2027	22/04/2027		29/04/2027	06/05/2027				10/05/2027
2ª Consulta popular	08/02/2027	10/02/2027	17/02/2027		24/02/2027	03/03/2027		10/03/2027	17/03/2027				19/03/2027
2ª Consulta pública	11/06/2027	15/06/2027	22/06/2027		29/06/2027	06/07/2027		13/07/2027	20/07/2027				22/07/2027
3ª Consulta popular	14/05/2027	18/05/2027	25/05/2027		01/06/2027	08/06/2027		15/06/2027	22/06/2027				24/06/2027
3ª Consulta pública	16/07/2027	20/07/2027	27/07/2027		03/08/2027	10/08/2027		17/08/2027	24/08/2027				26/08/2027
Produto 6 – Encartes													
Diagnóstico (ENC-01)	03/02/2027	10/02/2027	17/02/2027		26/02/2027	18/03/2027		29/03/2027	07/04/2027				09/04/2027
Revisão do PRH para poder público (ENC-02)	20/05/2027	27/05/2027	03/06/2027		14/06/2027	02/07/2027		13/07/2027	22/07/2027				26/07/2027
Revisão do PRH para sociedade civil (ENC-03)	20/05/2027	27/05/2027	03/06/2027		14/06/2027	02/07/2027		13/07/2027	22/07/2027				26/07/2027
Revisão do PRH para usuários de água (ENC-04)	20/05/2027	27/05/2027	03/06/2027		14/06/2027	02/07/2027		13/07/2027	22/07/2027				26/07/2027
Produto 7 – Relatório parcial da comunicação e mobilização social													
Oficina de imersão	08/04/2027	22/04/2027	06/05/2027		13/05/2027	20/05/2027							24/05/2027
1ª Consultas populares e públicas	01/07/2027	15/07/2027	29/07/2027		05/08/2027	12/08/2027							16/08/2027
2ª Consultas populares e públicas	13/09/2027	27/09/2027	11/10/2027		18/10/2027	25/10/2027							27/10/2027
3ª Consultas populares e públicas	18/10/2027	01/11/2027	15/11/2027		22/11/2027	29/11/2027							01/12/2027
Produto 8 – Relatório final da comunicação e mobilização social	25/10/2027	08/11/2027	22/11/2027		29/11/2027	06/12/2027							08/12/2027
Produto 9 – Registro fotográfico e audiovisual													
Oficina de imersão	15/04/2027	22/04/2027	29/04/2027		04/05/2027	07/05/2027							11/05/2027
1ª Consultas populares e públicas	09/07/2027	16/07/2027	23/07/2027		28/07/2027	02/08/2027							04/08/2027
2ª Consultas populares e públicas	21/09/2027	28/09/2027	05/10/2027		08/10/2027	13/10/2027							15/10/2027
3ª Consultas populares e públicas	26/10/2027	02/11/2027	09/11/2027		12/11/2027	17/11/2027							19/11/2027
Produto 10 – Relatório da caracterização física-biótica da área de estudo e mapeamento do uso e cobertura da terra	11/04/2026	14/04/2026	08/05/2026	14/05/2026	01/06/2026	18/06/2026	25/06/2026	29/06/2026	06/07/2026	27/07/2026	31/07/2026	06/08/2026	10/08/2026

Produtos	Entrega inicial (v00) + faturamento (50%)	Revisão 1 (CILSJ)	Entrega revisão 1 (v01)	1ª Apresentação	Revisão 2 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 2 (v02)	2ª Apresentação	Revisão 3 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 3 (v03)	3ª Apresentação (Plenária)	Revisão 4 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 4 (v04)	Aprovação e autorização do faturamento (50%)
Produto 11 – Relatório da caracterização socioeconômica da área de estudo	29/06/2026	06/07/2026	13/07/2026	21/07/2026	03/08/2026	17/08/2026	25/08/2026	08/09/2026	15/09/2026	29/09/2026	06/10/2026	13/10/2026	15/10/2026
Produto 12 – Relatório de diagnóstico das disponibilidades hídricas	29/01/2027	05/02/2027	15/02/2027	24/02/2027	09/03/2027	24/03/2027	01/04/2027	05/04/2027	12/04/2027	06/05/2027	13/05/2027	20/05/2027	24/05/2027
Campanha 1 - 29/4 a 22/5	13/07/2026	27/07/2026	05/08/2026		19/08/2026	28/08/2026							01/09/2026
Campanha 2 - 29/7 a 29/8	25/09/2026	09/10/2026	20/10/2026		03/11/2026	12/11/2026							16/11/2026
Campanha 3 - 29/10 a 29/11	08/01/2027	22/01/2027	02/02/2027		16/02/2027	25/02/2027							01/03/2027
Campanha 4 - 16/1 a 16/2	16/03/2027	30/03/2027	08/04/2027		22/04/2027	03/05/2027							05/05/2027
Campanha 5 - 16/4 a 16/5	11/06/2027	25/06/2027	06/07/2027		20/07/2027	29/07/2027							02/08/2027
Proposta de rede de monitoramento	20/04/2027	25/06/2027	10/05/2027	17/05/2027	28/05/2027	11/06/2027	22/06/2027	24/06/2027	01/07/2027	03/12/2026	09/12/2026	15/12/2026	17/12/2026
Produto 13 – Relatório de diagnóstico das demandas hídricas	07/07/2026	14/07/2026	21/07/2026	29/07/2026	11/08/2026	25/08/2026	02/09/2026	04/09/2026	11/09/2026	03/12/2026	09/12/2026	15/12/2026	17/12/2026
Produto 14 – Relatório do balanço hídrico	15/02/2027	22/02/2027	01/03/2027	09/03/2027	22/03/2027	05/04/2027	12/04/2027	14/04/2027	22/04/2027	06/05/2027	13/05/2027	20/05/2027	24/05/2027
Produto 15 – Relatório dos aspectos críticos para o ordenamento das lagoas costeiras	06/08/2026	13/08/2026	20/08/2026	01/09/2026	14/09/2026	28/09/2026	06/10/2026	08/10/2026	15/10/2026	03/12/2026	09/12/2026	15/12/2026	17/12/2026
Produto 16 – Relatório de detalhamento das áreas prioritárias para conservação e produção de água e de áreas sujeitas à restrição de uso	08/09/2026	15/09/2026	22/09/2026	05/10/2026	16/10/2026	30/10/2026	11/11/2026	13/11/2026	20/11/2026	03/12/2026	09/12/2026	15/12/2026	17/12/2026
Produto 17 – Relatório da avaliação da implementação do PRH Macaé/Ostras (2014)	15/06/2026	22/06/2026	01/07/2026	09/07/2026	22/07/2026	05/08/2026	13/08/2026	17/08/2026	24/08/2026				26/08/2026
Produto 18 – Relatório de atualização do prognóstico	09/04/2027	16/04/2027	23/04/2027	03/05/2027	14/05/2027	31/05/2027	08/06/2027	10/06/2027	17/06/2027	06/08/2027	13/08/2027	20/08/2027	24/08/2027
Produto 19 – Relatório de atualização do PRH	17/05/2027	24/05/2027	31/05/2027	08/06/2027	21/06/2027	05/07/2027	13/07/2027	15/07/2027	22/07/2027	06/08/2027	13/08/2027	20/08/2027	24/08/2027
Produto 20 – Relatório síntese e diagnóstico integrado	20/08/2027	27/08/2027	03/09/2027	14/09/2027	27/09/2027	11/10/2027	19/10/2027	21/10/2027	28/10/2027				01/11/2027
Produto 21 – Banco de dados atualizado													
Parcial - Produto 1	07/09/2026	25/09/2026	15/10/2026		27/10/2026	06/11/2026							10/11/2026
Parcial - Produto 2	20/07/2026	07/08/2026	27/08/2026		08/09/2026	18/09/2026							22/09/2026
Parcial - Produto 10	07/09/2026	25/09/2026	15/10/2026		27/10/2026	06/11/2026							10/11/2026
Parcial - Produto 11	12/11/2026	02/12/2026	22/12/2026		01/01/2027	12/01/2027							15/01/2027
Parcial - Produto 12	21/06/2027	09/07/2027	29/07/2027		10/08/2027	20/08/2027							24/08/2027
Parcial - Produto 13	28/01/2027	17/02/2027	09/03/2027		19/03/2027	30/03/2027							02/04/2027
Parcial - Produto 14	21/06/2027	09/07/2027	29/07/2027		10/08/2027	20/08/2027							24/08/2027
Parcial - Produto 15	28/01/2027	17/02/2027	09/03/2027		19/03/2027	30/03/2027							02/04/2027
Parcial - Produto 16	28/01/2027	17/02/2027	09/03/2027		19/03/2027	30/03/2027							02/04/2027
Parcial - Produto 17	23/09/2026	13/10/2026	02/11/2026		12/11/2026	24/11/2026							27/11/2026
Parcial - Produto 18	21/09/2027	11/10/2027	29/10/2027		09/11/2027	19/11/2027							23/11/2027
Final - PRH revisado	01/10/2027	21/10/2027	10/11/2027		22/11/2027	02/12/2027							07/12/2027

Produtos	Entrega inicial (v00) + faturamento (50%)	Revisão 1 (CILSJ)	Entrega revisão 1 (v01)	1ª Apresentação	Revisão 2 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 2 (v02)	2ª Apresentação	Revisão 3 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 3 (v03)	3ª Apresentação (Plenária)	Revisão 4 (CILSJ+CBH)	Entrega revisão 4 (v04)	Aprovação e autorização do faturamento (50%)
Produto 22 – Manual Operativo do PRH	06/09/2027	13/09/2027	20/09/2027	27/09/2027	08/10/2027	22/10/2027	03/11/2027	05/11/2027	12/11/2027	26/11/2027	03/12/2027	09/12/2027	13/12/2027
Produto 23 – Protocolo de Intenção e Compromisso do Pacto das Águas	06/09/2027	13/09/2027	20/09/2027	27/09/2027	08/10/2027	22/10/2027	03/11/2027	05/11/2027	12/11/2027	26/11/2027	03/12/2027	09/12/2027	13/12/2027

Fonte: Água e Solo/CISLJ, 2026.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9897/1987**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898/1987**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ANA. Agência Nacional de Águas. CBH PARANAPANEMA. Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Paranapanema. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema**. PIRH Paranapanema. Disponível em: < <https://www.paranapanema.org/plano-de-bacia/> >. Acesso em nov. de 2025.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Estimativas de evapotranspiração real por sensoriamento remoto**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: < <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/23-estimativas-de-evapotranspiracao-real-por-sensoriamento-remoto> >. Acesso em nov. de 2025.

ANA, CETESB. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. 2011.

ALLEN, R. **Penman–Monteith equation**. In: **HILLEL, Daniel** (Ed.). *Encyclopedia of soils in the environment*. Oxford: Elsevier, 2005. p. 180–188. ISBN 978-0-12-348530-4. DOI: 10.1016/B0-12-348530-4/00399-4. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0123485304003994> >. Acesso em nov. de 2025.

ALVES, M. E. P. et al. **Assessing the capacity of large-scale hydrologic-hydrodynamic models for mapping flood hazard in southern Brazil**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Porto Alegre, v. 27, 2022.

ALVES, M. E. P. et al. **Flood mapping employing local, regional and global scale modeling methods for the Uruguay river**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 24, p. e22, 4 dez. 2020.

ALVES, M. E. P. **Simulação de rompimento de barragens em cascata com modelo MGB**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

ARCEMENT, G. J.; SCHNEIDER, V. R. **Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains**. United States: Geological Survey Water-Supply Paper 2339, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

BACK, A. J.; SOUZA, G. S.; GALATTO, S. L.; ZANANDREA, F. (2025) **Índice de erosividade de chuvas para o estado do Rio de Janeiro – Brasil**. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/398781994_INDICE_DE_EROSIVIDADE_DE_CHUVAS_PARA_O_ESTADO_DO_RIO_DE_JANEIRO_-_BRASIL >. Acesso em dez. 2025.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. **Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 149-160, abr./jun. 2003.

BRASIL. **Decreto s/n, de 22 de abril de 1998**. Cria a Reserva Biológica União, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1998. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/Anterior_a_2000/1998/Dnn6706.htm >. Acesso em abr. 2026.

BRASIL. **Decreto s/n, de 29 de abril de 1998**. Cria o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Brasília: Presidência da República, 1998. Disponível em: < https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/PN_Jurubatiba/decreto_criacao_jurubatiba.pdf >. Acesso em nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera dispositivos sobre APPs urbanas. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: <

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14285.htm >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA). **Conectividade em foco: Paisagens, Planejamento de Corredores Ecológicos e Trilhas de Longo Curso.** Brasília: MMA, 2024. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/biodiversidade-e-biomas/conectividade-em-foco.pdf> >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manguezais do Brasil: Caracterização e Mapeamento.** Brasília: MMA, 2018. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/biodiversidade/manguezais-do-brasil> >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: Plano de Manejo.** Brasília: MMA/ICMBio, 2013. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-ma/uniao> >. Acesso em nov. de 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Restingas: Ecossistemas Costeiros do Brasil.** Brasília: MMA, 2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/biodiversidade/restingas> >. Acesso em: 26 de novembro de 2025.

BRÊDA, J. P. L. et al. **Assessing climate change impact on flood discharge in South America and the influence of its main drivers.** Journal of Hydrology, Netherlands, v. 619, p. 129284, 2023.

CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília: ANEEL. 2000. 154p.

CBH Macaé Ostras. **Diagnóstico Socioambiental e Projeto Técnico de Ações de Conservação do Solo e da Água da Sub-bacia do Alto Curso do Rio Macaé**. Disponível em: < https://comitemacaeostras.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Diagnostico_Socioambiental_Produtor_Agua_CBH_Macae-ilovepdf-compressed.pdf >. Acesso em dez. de 2025.

CBH Macaé Ostras. **Resolução CBH Macaé Ostras Macaé Ostras nº 184, de 13 de agosto de 2024**. Dispõe sobre a inserção de novo ponto controle e consolida a rede de monitoramento qualiquantitativo da Região Hidrográfica VIII. Rio das Ostras, 2024. Disponível em: https://comitemacaeostras.org.br/wp-content/uploads/2024/08/20240813140949_ELU1S9WA2MB_Resolucao-CBH-Macae-No184-2024.pdf. Acesso em jan. de 2026.

CERHI-RJ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução CERHI-RJ nº 218, de 10 de dezembro de 2019**. Estabelece diretrizes gerais para a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro e dispõe sobre procedimentos e critérios para sua implementação. Rio de Janeiro: CERHI-RJ, 2019.

CERHI-RJ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução CERHI-RJ nº 250, de 28 de julho de 2021**. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para o enquadramento dos corpos de água em classes de uso preponderante no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. CERHI-RJ. Rio de Janeiro: CERHI-RJ, 2021.

CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução CERHI-RJ nº 251, de 28 de julho de 2021**. Estabelece normas para a elaboração e atualização dos Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: CERHI-RJ, 2021.

CERHI-RJ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução CERHI-RJ nº 279, de 21 de fevereiro de 2024**. Homologa o refinamento dos limites das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. CERHI-RJ. Rio de Janeiro: CERHI-RJ, 2024.

CHOW, V. T. **Open Channel Hydraulics**. Caldwell: The Blackburn Press, 1959.

CILSJ. Consórcio Intermunicipal Lagos São João. **Execução do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e Boas Práticas na Região Hidrográfica**

VIII. Disponível em: < <https://comitemacaeostras.org.br/projetos/execucao-do-programa-de-pagamentos-por-servicos-ambientais-psa-e-boas-praticas-na-RH-VIII/> >. Acesso em dez. de 2025.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012**. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. CNRH, 2012.

COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R.; TASSI, R.; SOUSA, C. F. **Em busca do Hidrograma Ecológico**. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16, 20-24 Nov. 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABRH, 2005. 1 CD-ROM.

COLLISCHONN, W.; GAMA, C.H.A.; SIQUEIRA, V.A; PAIVA, R.C.D; FLEISCHMANN, A.S. **Manual de Referência Teórica do MGB**. HGE, IPH, UFRGS. 2020.

COLLISCHONN, W. et al. **The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modelling**. Hydrological Sciences Journal, London, v. 52, n. 5, p. 878–895, out. 2007.

CBH GUANDU. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (2018) **Plano Estratégico de Recursos Hídricos do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**. Disponível em: < <https://comiteguandu.org.br/plano-de-bacia/> >. Acesso em dez. 2025.

CPTEC/INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Séries Históricas Meteorológicas**. Cachoeira Paulista: INPE, 2024. Disponível em: < <https://bdmep.inmet.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapas Geológicos do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, diversas edições. Disponível em: < <https://geoportal.cprm.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

EGGERMONT, H. et al. **Nature-based Solutions**: new influence for environmental management and research in Europe. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/315481005_Nature-based_solutions_new_influence_for_environmental_management_and_research_in_Europe >. Acesso em dez. 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999.** Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Disponível em: < https://progestao.ana.gov.br/acoes-estados/rj/lei-no-3239-99_rj.pdf >. Acesso em dez. de 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do estado do Rio de Janeiro: Subsídios ao planejamento e ordenamento territorial.** Disponível em: < https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Atlas-dos-Mananciais-de-Abastecimento-do-Estado-do-Rio-de-Janeiro.pdf >. Acesso em dez. de 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. DIRETORIA DE BIODIVERSIDADE, ÁREAS PROTEGIDAS E ECOSSISTEMAS. **Atualização da delimitação das áreas prioritárias para restauração florestal (APRF) em áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais (AIPM) de abastecimento público no estado do Rio de Janeiro.** Disponível em: < <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/Nota-Tecnica-05-2021.pdf> >. Acesso em dez. de 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Resolução CERHI-RJ nº 218, de 16 de outubro de 2019.** Dispõe sobre diretrizes para planejamento, implementação, monitoramento e avaliação de iniciativas para proteção e recuperação de mananciais. Disponível em: < <https://comiteguandu.org.br/resolucoes/2019/cerhi/218.pdf> >. Acesso em dez. de 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Resolução CERHI-RJ nº 250, de 08 de dezembro de 2021.** Altera os anexos I, II e III da Resolução CERHI nº 218/2019, para atualizar os mapas das áreas de interesse para proteção e recuperação de mananciais de abastecimento público – AIPM e das áreas prioritárias para restauração florestal – APRF visando à proteção e recuperação de mananciais. Disponível em: <

<https://www.agevap.org.br/legislacao/estadual/rj/cerhi/2021/250.pdf> >. Acesso em dez. de 2025.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Resolução CERHI-RJ nº 251, de 08 de dezembro de 2021**. Dispõe sobre o cadastro estadual de soluções baseadas na natureza para segurança hídrica (CESBN). Disponível em: < <https://www.agevap.org.br/legislacao/estadual/rj/cerhi/2021/251.pdf> >. Acesso em dez. de 2025.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. **The climate hazards infrared precipitation with stations – a new environmental record for monitoring extremes**. Scientific Data, v. 2, p. 1 – 21, 2015.

GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY. **Species Occurrence Dataset**. Copenhagen: GBIF Secretariat, 2024. Disponível em: < <https://www.gbif.org/> >. Acesso em nov. de 2025.

GOMES, E. P.; BLANCO, C. J. C.; PESSOA, F. C. L. Regionalization of precipitation with determination of homogeneous regions via fuzzy c-means. Brazilian Journal of Water Resources - RBRH, Porto Alegre, v. 23, e51, 2018. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820180079>

HESP, P. A. **Coastal Dunes: Form and Function**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1017/9781316678664> >. Acesso em nov. de 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil: Síntese**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101716.pdf> >. Acesso em nov. de 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022: Indicadores Ambientais e Territoriais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:25.000, versão 2018, na ET-EDGV 3.0: Nota técnica 01/2023.** IBGE, 2023. Disponível em: < https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc25/rj/versao2018_edgv_3.0/informacoes_tecnicas/NT01_2023_BC_RJ_20230623.pdf >. Acesso em nov. de 2025.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC.** Brasília, 2024. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/cnuc/> >. Acesso em nov. de 2025.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** Brasília: ICMBio, 2022. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/livro-vermelho> >. Acesso em nov. de 2025.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Reserva Biológica União: Plano de Manejo.** Brasília: ICMBio, 2008. Disponível em: < <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-ma/rebio-uniao> >. Acesso em nov. de 2025.

INDE. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Introdução à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE.** Disponível em: < <https://inde.gov.br/pdf/capacitacao/INDE-geoservicos-2021-11.pdf> >. Acesso em nov. de 2025.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **APA da Bacia do Rio Macaé – Informações Técnicas.** Rio de Janeiro: INEA, 2021. Disponível em: < <https://www.inea.rj.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Área de Proteção Ambiental do Sana – Documentos Técnicos.** Rio de Janeiro: INEA, 2022. Disponível em: < <https://www.inea.rj.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: INEA, 2020. Disponível em: < <https://www.inea.rj.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo das Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <https://florarirojaneiro.jbrj.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

KAYSER, R.; COLLISCHONN, W. **Manual teórico-prático da ferramenta Warm-GIS Tools**: Exemplo de aplicação na Bacia do Rio das Almas. Porto Alegre, RS. 39 p. 2017.

LAIPELT, L., COMINI DE ANDRADE, B., COLLISCHONN, W., DE AMORIM TEIXEIRA, A., PAIVA, R. C. D. d.; RUHOFF, A. (2024). **ANADEM**: A Digital Terrain Model for South America. *Remote Sensing*, 16(13), 2321. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/rs16132321> >. Acesso em out. de 2025.

LONGHI, E. H.; FORMIGA, K. T. M. **Metodologias para determinar vazão ecológica em rios**. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 20, p. 33-48, 2011.

MARONE, E., NOERNBERG, M., LAUTERT, L. F., SANTOS, I, FIL, H. D., BUBA, H., MARENDIA, A. **Medições de correntes e curva vazão-maré na baía de Paranaguá, PR**. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 60-61, p. 55-64, 2007. Editora UFPR.

MENEZES, J. M.; Prado, R. B., da SILVA JÚNIOR; G. C., dos SANTOS, R. T. (2010). **Índices de qualidade de água**: métodos e aplicabilidade.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Washington, DC: Conservation International, 2005. Disponível em: < <https://www.conservation.org/projects/hotspots> >. Acesso em nov. de 2025.

MDR. Ministério de Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040**. Disponível em: < <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/construcao-do-pnrh-2022-2040/construcao-do-pnrh-2022-2040> >. Acesso em nov. de 2025.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Bioma Mata Atlântica – Caracterização Geral**. Brasília, 2023. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biomas/mata-atlantica> >. Acesso em nov. de 2025.

MORAES, M. B. C. *Análise Multivariada Aplicada à Contabilidade*. Notas de Aula. Mestrado e Doutorado em Controladoria e Contabilidade – USP, 2016.

NAGHETTINI, M., PINTO, E. J. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

O'NEILL, B. C.; KRIEGLER, E.; EBI, K. L.; KEMP-BENEDICT, E.; RIAHI, K.; ROTHMAN, DALE S.; RUIJVEN, B. J. V.; VUUREN, D. P. V.; BIRKMANN, J.; KOK, K.; LEVY, M.; SOLECKI, W. **The roads ahead**: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. Global Environmental Change. Volume 42, January 2017, Pages 169-180.

PESSOA, F. C. L. Desenvolvimento de Metodologia para Regionalização de Curvas de Permanência de Vazões na Amazônia Legal. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, ITEC, Universidade Federal do Pará – UFP, Belém, 2015.

PETRY, I.; PAIVA, R. C. D. D.; COLLISCHONN, W.; MIRANDA, P. T.; ROSSI, J. B.; FAGUNDES, H. D. O.; ARAUJO, A. A. **Change on flood discharge frequency in South America in the next decades: assessment of the CMIP6 climate projection**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 25., 2023, Aracaju. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2023.

PONTES, P.; COLLISCHONN, W. **O modelo Muskingum-Cunge-Todini em rios com planície de inundação**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n. 2, p. 298–309, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. **Monumento Natural dos Costões Rochosos: Diagnóstico Ambiental**. Macaé, 2020. Disponível em: < <https://www.macaee.rj.gov.br/meioambiente> >. Acesso em nov. de 2025.

PROJETO PESCARTE. **Censo da Pesca Artesanal**. Disponível em: < <https://censopescarte.uenf.br/> >. Acesso em abr. de 2026.

RICE, E. W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 2012.

ROSSONI, R. B. **Estratégias de calibração para modelagem hidrossedimentológica em escala regional**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SiBBR. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. **Banco de Dados de Ocorrências Biológicas**. Brasília, 2024. Disponível em: < <https://sibbr.gov.br/> >. Acesso em nov. de 2025.

SILVA, A. C. G. Identificação de regiões hidrologicamente homogêneas por agrupamento fuzzy c-means no Estado do Paraná. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2018, 90 f.

SIQUEIRA, V. **Supplement of Toward continental hydrologic–hydrodynamic modeling in South America**. Supplement of Hydrology and Earth System Sciences., p. 4815-4842, 2018.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2022–2023**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2023. Disponível em: < <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas> >. Acesso em nov. de 2025.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Atlantic Forest South-East Reserves**. Paris, 1999. Disponível em: < <https://whc.unesco.org/en/list/893/> >. Acesso em nov. de 2025.

WMO. World Meteorological Organization. **Methods of observation**. In: Guide to Hydrological Practices: Hydrology from Measurement to Hydrological Information, Geneva: WMO, 296 p., 2008.

8 ANEXOS

8.1 Anexo A – Modelo de ficha de monitoramento qualiquantitativo