RSR01 - Relatório Síntese de Revisão do Plano de Recursos Hídricos Lagos São João

22006_CILSJ_RSR01_R03

Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro

COMITÊ DE BACIA LAGOS SÃO JOÃO

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO

FUNDRHI FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

25 ANOS água&solo estudos e projetos

inea instituto estadual do ambiente

Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade

GOVERNO DO ESTADO RIO DE JANEIRO

Rio2030 É HORA DE AGIR

QUADRO DE CODIFICAÇÃO

Código do Documento	22006_CILSJ_RSR01_R03		
Título	Relatório Síntese da Revisão do Plano de Recursos Hídricos Lagos São João		
Aprovação por:	Lawson Francisco de Souza Beltrame		
Data da Aprovação:	06/01/2026		
Controle de Revisões			
Revisão Nº	**Natureza**	**Data**	**Aprovação**
00	Emissão Inicial	03/10/2025	LB
01	Revisão	16/10/2025	LB
02	Revisão	12/11/2025	LB
03	Revisão	06/01/2026	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

CILSJ - Consórcio Intermunicipal Lagos São João

Fabio de Oliveira Costa – Presidente

Carlos Augusto Balthazar – Vice-Presidente

Adriana Miguel Saad - Secretária Executiva

Cláudia Magalhães - Coordenadora Técnica Administrativa

Aline Ribeiro - Analista Técnica

Vanessa Sotto - Analista Técnica

Samara Miranda - Assistente Administrativa

Roberta Costa - Assistente Administrativa

Robson Souza - Assistente Administrativo

Allan José Barbosa – Analista Técnico

Yamara Figueiredo Melo - Analista Técnica

Keina de Oliveira Lopes - Técnica em Meio Ambiente

Agradecimento a componentes anteriores do CILSJ

Marianna Cavalcante - Coordenadora de Projetos

Leonardo Nascimento - Analista Técnico

Jéssica Berbat - Analista Técnica

Crislane Santos - Assistente Administrativa

Breno Berti - Estagiário Técnico

Composição CBH – Lagos São João – Biênio 2025-2027

Diretoria Colegiada Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João

Jailton Dias Nogueira Junior - Presidente do CBH

Ana Paula Rodrigues de Souza - Vice-Presidente

Dalva Rosa Mansur - Secretária Geral

Roni Ribeiro - Diretor Administrativo do Subcomitê Lagoa de Araruama

Mário Flávio - Diretor Administrativo do Subcomitê do rio Una e Cabo de Búzios

Sheila Moreira - Diretora Administrativa do Subcomitê Lagoa de Saquarema

Suzana Nascimento Nunes de Souza - Diretora Administrativa do Subcomitê do rio São João

Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão do Plano de Bacia

Poder Público

Mário Flávio Moreira (COORDENADOR) - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Breno Bento dos Santos - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Bárbara de Souza Aguiar - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Emídio Fernandes de Souza - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Ana Luiza Assaf Guimarães Ferraz - Prefeitura Municipal de Araruama

Marcos Felipe Vargas - Prefeitura Municipal de Cabo Frio

Guilherme Botelho Mendes - Prefeitura Municipal de Cabo Frio

Sociedade Civil

Alailton Gatti Cavalcanti - Associação dos Amigos da Lagoa De Jacarepiá – AMILA

Mônica Casarin Fernandes Elsen - Cidadania Buziana

Dalva Rosa Mansur – Instituto de Pesquisas e Educação para o Desenvolvimento Sustentável – IPEDS

Andrea de Cássia Valgas D'Avila - Associação de Arquitetos e Engenheiros da Região dos Lagos

Kátia Regina Martins de Souza Lima – Movimento de Mulheres de Iguaba Grande – MOMIG

Monique Martins - Observatório Social do Brasil - São Pedro da Aldeia e Região dos Lagos - OSB-LAGOS

Usuário

Edson de Assis Soares - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Suzana Nascimento Nunes de Souza - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Aline Silva Araujo - Prolagos S.A Concessionária

Stephani de Souza Brunetti - Prolagos S.A Concessionária

Jorge Carmo de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

Irene Alves de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João – ALA

Composição CBH – Lagos São João – Biênio 2023-2025

Diretoria Colegiada Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João

Eduardo Gomes Pimenta - Presidente do CBH

Caroline Souza Fernandes - Vice-Presidente

Leandro Coutinho de Mattos - Secretário Executivo

Jorge Augusto da Costa Oliveira - Diretor Administrativo do Subcomitê Lagoa de Araruama

Dalva Rosa Mansur Diretora - Administrativa do Subcomitê do rio Una e Cabo de Búzios

Edna Ferreira Calheiros Saraiva - Diretora Administrativa do Subcomitê Lagoa de Saquarema

Gabriela Figueiredo da Conceição - Diretor Administrativo do Subcomitê do rio São João

Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão do Plano de Bacia

Poder Público

Mário Flávio Moreira (COORDENADOR) - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Keila Ferreira da Silva - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Flávio Antonio da Costa Gomes - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Sociedade Civil

Thais Baptista Sanson – Instituto de Pesquisas e Educação para o Desenvolvimento Sustentável – IPEDS

Kátia Regina Martins de Souza Lima – Movimento de Mulheres de Iguaba Grande – MOMIG

Usuário

Caroline Souza Fernandes - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Suzana Nascimento Nunes de Souza - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Felipe Luz Liberato - Prolagos S.A Concessionária

Stephani de Souza Brunetti - Prolagos S.A Concessionária

Jorge Carmo de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

Irene Alves de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João – ALA

Composição CBH – Lagos São João – Biênio 2021-2023

Diretoria Colegiada Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João

Eduardo Gomes Pimenta - Presidente do CBH

Gilton Souza de Luna - Vice-Presidente

Leandro Coutinho de Mattos - Secretário Executivo

Marcos Felipe Vargas - Diretor Administrativo do Subcomitê Lagoa de Araruama

Dalva Rosa Mansur Diretora - Administrativa do Subcomitê do rio Una e Cabo de Búzios

Edna Ferreira Calheiros Saraiva - Diretora Administrativa do Subcomitê Lagoa de Saquarema

Murilo Balbino Valgueiro - Diretor Administrativo do Subcomitê do rio São João

Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Revisão do Plano de Bacia

Poder Público

Jorge Augusto da Costa Oliveira - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Keila Ferreira da Silva - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Julio Cesar Calvo Rodriguez - Prefeitura Municipal de Cabo Frio

Marcos Felipe Vargas - Prefeitura Municipal de Cabo Frio

Mário Flávio Moreira - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Caio de Carvalho Silva - Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Marília Grasiela Oliveira da Silva Souza - EMATER-RIO

Luiz Constantino – INEA

Sociedade Civil

Luiz Carlos Teixeira Junior - Associação de Defesa da Lagoa de Araruama

Eduardo Gomes Pimenta - Universidade Veiga de Almeida

Flávia Targa Martins - Universidade Veiga de Almeida

Usuários

Caroline Souza Fernandes - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Suzana Nascimento Nunes de Souza - Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ

Felipe Luz Liberato - Prolagos S.A Concessionária

Stephani de Souza Brunetti - Prolagos S.A Concessionária

Dulce Tupy Caldas - Colônia de Pescadores Z-24 de Saquarema

Edimilson Gomes Soares - Colônia de Pescadores Z-24 de Saquarema

Jorge Carmo de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

Irene Alves de Mello - Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA

EQUIPE DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS

EQUIPE CHAVE

COORDENADOR

Lawson Francisco de Souza Beltrame - Engº. Agrônomo - CREA RS010020

GERENTE E COORDENADORA ADJUNTA

Larissa da Silva Soares Engª Ambiental – CREA RS254720

ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Antônio Eduardo Leão Lanna – Eng°. Civil - CREA RS006673

ESPECIALISTA EM RECURSOS HÍDRICOS

Luiz Fernando de Abreu Cybis – Engº. Civil - CREA RS039005

ESPECIALISTA EM SANEAMENTO

Mariângela Correia Laydner – Engª. Civil - CREA RS071373

ESPECIALISTA EM HIDROGEOLOGIA

André Luiz Bonacin da Silva – Geólogo - CREA SP5060931217

ESPECIALISTA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Lauro Bassi – Eng°. Agrônomo - CREA SC102738

ESPECIALISTA EM DEMOGRAFIA E ECONOMIA

Jana Alexandra da Silva - Cientista Social

ESPECIALISTA EM GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS E SIG

Elisa de Mello Kich – Engª. Ambiental - CREA RS211253

EQUIPE DE APOIO

Fernando Setembrino Cruz Meirelles – Engº. Agrônomo - CREA RS054128
Lucas Rodrigo Kehl – Engº. Ambiental - CREA RS261618
Laís Helena Mazzali Gaeversen – Engª. Ambiental - CREA RS245799
Lucas Ronzoni Calviera – Engº. Ambiental – CREA RS
Luiza Vivian Santos – Engª. Ambiental – CREA RS267900
Julia Rei – Engª. Ambiental – CREA RS273266
Fernando Moura Antunes – Biólogo
Elvio Giasson – Engº Agrônomo
Fernanda Maysonnave – Designer
Fabiane Cazulo Juchen – Engª. Hídrica CREA RS262950

Pomy Yara Meirelles – Mobilização Social

Marques Henrique Campos de Oliveira – Hidrometrista

EQUIPE COMPLEMENTAR

Marcela Teixeira – Graduanda em Eng. Ambiental

Margareth Moraes – Geógrafa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 38

2 CONTEXTUALIZAÇÃO 40

3 SÍNTESE DE REVISÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS 45

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (DA01) 46

4.1 Caracterização Geral 46

4.1.1 Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos 46

4.1.2 Unidades Hidrológicas de Planejamento 47

4.1.3 Munícipios da Região Hidrográfica 51

4.2 Caracterização Física e Biótica 51

4.2.1 Variáveis abióticas 52

4.2.2 Variáveis bióticas 75

4.2.3 Áreas protegidas 84

4.3 Caracterização Socioeconômica 90

4.3.1 Caracterização demográfica 90

4.3.2 Indicadores Sociais e de Renda 92

4.3.3 Estrutura e Dinâmica das Atividades Produtivas 92

4.4 Caracterização da Infraestrutura 94

4.4.1 Transporte 94

4.4.2 Infraestrutura hídrica 95

4.5 Saneamento Ambiental 96

4.5.1 Planos Municipais de Saneamento 96

4.5.2 Abastecimento de Água 96

4.5.3 Esgotamento Sanitário 97

4.5.4 Resíduos Sólidos 102
4.5.5 Drenagem Urbana 103
4.6 Avaliação Qualiquantitativa das Águas 105
4.6.1 Disponibilidade hídrica 105
4.6.2 Qualidade das águas 106
4.6.3 Demandas e usos de recursos hídricos 114
4.6.4 Balanço Hídrico Quantitativo 118
4.7 Quadro Institucional e Legal da Gestão de Recursos Hídricos 119
4.7.1 Premissas 119
4.7.2 O Princípio da congruência 123
4.7.3 O Sistema de gerenciamento de recursos hídricos 126
4.7.4 Principais conflitos identificados 139
4.7.5 Esboço de congruências 140
4.7.6 Proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional 143
4.8 Conclusão 151
5 PROGNÓSTICO – ESTUDOS SETORIAIS (PROG01) 153
5.1 Vegetação Nativa e Biodiversidade 153
5.1.1 Status da preservação da vegetação 153
5.1.2 Principais conflitos identificados 158
5.1.3 Projetos/programas/legislações correlatas 163
5.2 Atividade Econômica 178
5.2.1 Economia na RH-VI 178
5.3 Agricultura 184
5.3.1 Setor agrícola na RH-VI 184
5.3.2 Estudo de aptidão agrícola 187

5.4 Expansão Urbana 188
5.4.1 Áreas de expansão 188
5.4.2 Eixos de Expansão 189
5.4.3 Planejamento Municipal 191
5.5 Atividades Turísticas 191
5.5.1 O Turismo na RH-VI 191
5.5.2 Planejamento e Governança do Turismo 193
5.5.3 Infraestrutura do turismo 195
5.5.4 Turismo de base comunitária 195
5.6 Variações Climáticas 198
5.6.1 Estimativa das projeções climáticas 198
5.6.2 Análise crítica da variação climática na RH-VI 199
5.7 Qualidade da Água Superficial 200
5.7.1 Avaliação das alterações na qualidade da água das lagoas 219
5.7.2 Balneabilidade 222
5.7.3 Projetos/programas/legislações correlatas 226
5.7.4 Conclusões sobre a qualidade da água superficial 237
5.8 Saneamento Ambiental 240
5.8.1 Abastecimento de água 242
5.8.2 Esgotamento Sanitário 243
5.8.3 Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Urbanos 245
5.8.4 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais 245
5.9 Água Subterrânea 248
5.9.1 Principais Domínios Hidrogeológicos 248
5.9.2 Geologia na Compreensão dos Recursos Hídricos Subterrâneos 249

5.9.3 Uso das águas subterrâneas e aprimoramento das bases de poços 251
5.9.4 Cuidados construtivos, de proteção sanitária e operacionais 251
5.9.5 Disponibilidade hídrica subterrânea e variações por eventos críticos 252
5.9.6 Questões relativas à qualidade das águas 253
5.9.7 Mapeamento de Vulnerabilidades Naturais e Recuperação/Remediação 259
5.9.8 Monitoramento das águas subterrâneas 264
5.9.9 Gestão de Aquíferos e Normativos Relevantes 270
5.10 Reservatório de Juturnaíba 271
5.10.1 Aspectos quantitativos 272
5.10.2 Aspectos qualitativos 275
5.11 Cenarização 280
5.11.1 Matriz FOFA 280
5.11.2 Sementes do Futuro 281
5.11.3 Cenários 282
5.12 Conclusões 300
6 PROGNÓSTICO – DEMANDAS HÍDRICAS (PROG02) 306
6.1 Demanda Hídrica Quantitativa 306
6.2 Projeções das demandas hídricas 306
6.2.1 Demanda hídrica total 307
6.2.2 Projeções para os demais cenários 308
6.3 Balanço hídrico quantitativo 309
6.3.1 Resultado do balanço hídrico quantitativo 310
6.4 Demanda Hídrica Qualitativa 321
6.4.1 Modelagem de Qualidade dos Rios 321

7 PLANO DE ORDENAMENTO DOS USOS MÚLTIPLOS DA LAGOA DE ARARUAMA (REP01) 328
7.1 Lagoa de Araruama 328
7.2 Base Conceitual 331
7.2.1 Base Legal 331
7.2.2 Serviços Ecossistêmicos 334
7.2.3 Matriz Insumo-Produto 335
7.3 Uso das Águas da Lagoa de Araruama 337
7.4 Oficina de construção do Plano de Ordenamento 339
7.5 Proposta de Ordenamento dos Usos 341
7.6 Oficina de pactuação 342
7.7 Próximos Passos 344
8 PLANO DE ABORDAGENS ECOSSISTÊMICAS NA GESTÃO COSTEIRA DA RH-VI (REP02) 346
8.1 Região Costeira da RH-VI 346
8.2 Abordagem Conceitual 348
8.2.1 Base Legal 348
8.2.2 Serviços Ecossistêmicos 349
8.3 Identificação dos Serviços Ecossistêmicos 351
8.3.1 Serviços ecossistêmicos da Região Costeira da RH-VI 352
8.4 Proposta do Plano de Gestão Costeira 353
8.4.1 Oficinas de planejamento 353
8.4.2 Espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção 354
8.4.3 Proposta de Programa de Ordenamento da Pesca, Fiscalização e Monitoramento da biodiversidade marinho-costeira 355
8.5 Pactuação 358

9 PROGRAMA COMPLEMENTAR DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE 360

9.1 Plano Complementar de Monitoramento 360

9.1.1 Metodologia 365

9.1.2 Campanhas de monitoramento 379

9.1.3 Análise Crítica 420

10 PLANO DE AÇÃO (PA01) 426

10.1 Estruturação do Plano de Ações 427

10.2 Fontes de Financiamento 437

10.2.1 Fontes da Cobrança 437

10.2.2 Fontes de Financiamento Públicas Federal e Estadual 439

10.2.3 Fundos e outras fontes de financiamento 442

10.3 Eixo A - Articulação Institucional 444

Sub-ação A.1.1.1 – Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ 444

Sub-ação A.1.1.3 – Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH 445

Sub-ação A.1.2.1 – Estruturação da Entidade Delegatária 445

Sub-ação A.1.2.2 – Garantia da Segurança da Informação e Acervo Técnico 446

Sub-ação A.2.1.1 – Elaboração do Plano de Comunicação Social 446

Sub-Ação A.2.1.2 - Cobertura e Divulgação de Ações e Projetos do CBHLSJ, ou Eventos que Membros do CBHLSJ Participem 447

Sub-Ação A.2.1.3 – Ações de Parceria com Meios de Comunicação 448

Sub-ação A.2.1.4 – Gerenciamento de meios de comunicação 448

10.4 Eixo B - Gerenciamento de Recursos Hídricos 449

Ação B.1.1 – Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão 449

Ação B.1.2 – Atualização Contínua do Sistema de Informações Geográficas 449

Ação B.1.3 – Acompanhamento de Concessão de Outorgas 450

Ação B.1.4 – Cadastramento de Barragens na RH VI 450

Ação B.1.5 – Ações de Ordenamento e Regularização do Uso da Água em Corpos Hídricos 451

Ação B.1.6 – Criação de GT para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes domésticos 451

Ação B.1.4 – Avaliação do Reservatório de Juturnaíba para Segurança Hídrica .452

Ação B.1.8 – Gerenciamento das Águas Subterrâneas 452

Ação B.1.9 – Realização de Estudos para Aumento da Oferta Hídrica com medidas estruturais 453

Ação B.1.10 – Discussão da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos 453

Ação B.1.11 – Manual Operativo do Plano 454

Ação B.2.1 – Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água 454

Ação B.2.2 – Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento para utilização no SSD 455

Ação B.3.1 – Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama 455

Ação B.3.2 – Apoio à Fiscalização Integrada da Lagoa de Araruama 456

Ação B.3.3 – Apoio ao Turismo Ecológico de Uso Consciente dos Recursos Hídricos 456

Ação B.3.4 – Implementação do Plano de Abordagem Ecossistêmica na Gestão Costeira 457

10.5 Eixo C - Políticas Setoriais 458

Ação C.1.1 – Identificação de Áreas Prioritárias para Restauração Ecológica em Articulação com outros Entes 458

Ação C.1.2 – Implantação de Projetos de Restauração Florestal 458

Ação C.1.3 – Acompanhamento de Uso do Solo e Estágio de Conservação de Florestas 459

Ação C.1.5 – Implantação de Projetos e Programas de PSA e outros Mecanismos de Estímulo à Conservação Ambiental 460

Ação C.2.1 – Avaliação do Alcance de Metas de Saneamento pelos Municípios e Concessionárias 460

Ação C.2.2 – Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos 461

Ação C.2.3 – Promoção de Melhorias em Sistemas de Drenagem 461

Ação C.2.4 – Apoio à Promoção da Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais de Drenagem 462

Ação C.3.1 – Produção de Material Didático-pedagógico e informativo/publicitário 462

Ação C.3.2 – Integração com Secretarias Municipais de Educação para Realização de Ações e Projetos de Educação Ambiental 463

Ação C.3.3 – Integração com Secretarias Municipais de Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações conjuntas 463

Ação C.3.4 – Orientações e diretrizes para elaboração do plano de Educação Ambiental 464

10.6 Eixo D - Inovação e Pesquisas 465

Ação D.1.1 – Estudo de Áreas Susceptíveis à Inundação em Toda RH-VI 465

Ação D.1.2 – Observatório das Mudanças Climáticas 465

Ação D.2.1 – Realização de Estudos Ecológicos Contínuos e de Recursos Pesqueiros 466

Ação D.2.2 – Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia 466

10.7 Vinculação Entre Ações 467

10.8 Plano de Investimento e Cronograma de Implementação 472
10.9 Conclusões 479
11 DIRETRIZES PARA ENQUADRAMENTO 480
11.1 Contextualização 480
11.1.1 Conceitos e objetivos do enquadramento 480
11.1.2 Aplicação do enquadramento no Estado do Rio de Janeiro 481
11.1.3 Qualidade da Água e Desafios na RHVI 482
11.1.4 Usos existentes 484
11.2 Segmentação dos cursos hídricos para o Enquadramento 488
11.3 Proposta de Enquadramento Preliminar 492
11.3.1 VI-a Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba) 494
11.3.2 VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba) 495
11.3.3 VI-c Rios Capivari e Bacaxá 496
11.3.4 VI-d Rio Una 497
11.3.5 VI-e Lagoa de Saquarema 498
11.3.6 VI-f Lagoa de Araruama 499
11.3.7 VI-g. Armação dos Búzios 500
12 BANCO DE DADOS 505
13 CONCLUSÕES 507
REFERÊNCIAS 508

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Fluxograma das Etapas de Revisão e Complementação do PRH-RHVI destaque para a Etapa 6 – Relatório Síntese. 39
Figura 2.1 - Mapa das UHPs da RH-VI. 41
Figura 2.2 - Mapa dos municípios na RH-VI. 44
Figura 4.1 - Atores do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na RH-VI. 47
Figura 4.2 - Mapa das UHPs da RH-VI. 50
Figura 4.3 - Mapa de corpos hídricos da RH-VI. 53
Figura 4.4 - Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler. 54
Figura 4.5 - Gnaisses (porção mais clara) com anfibolitos (“ANF”), da unidade PP3rl, cortados dos diabásios (“DIAB”) do Mesozoico - Praia de José Gomes - Arm. dos Búzios (UHP VI-g). 58
Figura 4.6 - Gnaisses alterados (PP3rl) - afloramento; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b). 58
Figura 4.7 - Gnaisses alterados (PP3rl) –detalhe; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b). 58
Figura 4.8 - Ortognaisses (PP3rl) cortado por dique básico associado à quebra do antigo supercontinente Gondwana - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g). 59
Figura 4.9 - Porção de xenólito (pedaço de rocha metaígnea clara, mais antiga) em basalto (porção mais escura) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g). 59
Figura 4.10 - Rocha gnáissica cataclástica, com minerais estirados (“olhos” de feldspatos mais evidentes) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g). 59
Figura 4.11 - Costões rochosos (gnaisse - unidade PP3rl) - borda da Praia da Tartaruga - Rio das Ostras, UHP VI-b. 59
Figura 4.12 - Blocos com brechas (fragmentos angulosos das rochas pré-existentes envoltos por um material mais fino) - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f. 59
Figura 4.13 - Gnaisses bandados dobrados - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f. 59
Figura 4.14 - Costão rochoso de ortognaisses (unidade PP3rl) - desde as proximidades da Ponta do Pai Vitório, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 60

Figura 4.15 - Terreno brechado/cataclasado da falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e do gráben de Barra de São João), Ar.Búzios (UHP VI-g). 60
Figura 4.16 - Falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e um dos limites do gráben de Barra de São João), em alinhamento com a Ilha Feia (aos fundos), Armação dos Búzios (UHP VI-g). 60
Figura 4.17 - Gnaisse milonitizado (provavelmente unidade PP3rl) - Cacheira do Amor - Silva Jardim (UHP VI-c). 60
Figura 4.18 - Mapa Geológico da RH-VI com base em CPRM (2016). 61
Figura 4.19 - Mapa de hipsometria da Região Hidrográfica VI 63
Figura 4.20 - Mapa de declividade da Região Hidrográfica VI 64
Figura 4.21 - Mapa de classificação pedológica da RH-VI. 67
Figura 4.22 - Mapa de uso e ocupação do solo da RH-VI. 70
Figura 4.23 - Mapa dos fatores R, K, LS e CP da metodologia USLE para a RH-VI. 73
Figura 4.24 - Mapa de suscetibilidade à erosão da RH-VI. 74
Figura 4.25 - O raríssimo Caxacubri-da-Praia (Pilosocereus ulei) que encontra-se em Perigo de Extinção (EN). 77
Figura 4.26 - Ramo florido de pau-brasil (Paubrasilia echinata). 78
Figura 4.27 - Inflorescência de Swartzia glazioviana (Taub.) Glaz., espécie endêmica conhecida somente em Cabo Frio, RJ, pelo menos algumas vezes encontrada em florestas secundárias em formações de Floresta Ombrófila e Restinga 78
Figura 4.28 - A taboa (Typha dominigensis) espécie muito comum em áreas alagadas e que é característica de ambientes intensamente assoreados 79
Figura 4.29 - As lentilhas d'água (Lemna minor) que são potencialmente invasoras e prolíficas em cursos hídricos antropizados 79
Figura 4.30 - Exemplar do gênero Gracilaria. 80
Figura 4.31 - O endêmico passeriforme formigueiro-do-litoral (Formicivora littoralis) considerado como criticamente em perigo de extinção. 83
Figura 4.32 - Mico-Leão Dourado. 83
Figura 4.33 - O Artibeus lituratus (Olfers, 1818) a maior espécie do gênero e que é comum no litoral norte-fluminense encontrado na mata semi-decidual. 83
Figura 4.34 - O Veado-Mateiro (Mazama americana). 83

Figura 4.35 - O jaguarundi (Puma yagouaroundi). 83
Figura 4.36 - O cachorro do mato (Cerdocyon thous) 83
Figura 4.37 - Mapa das Áreas de Proteção Permanente na RH-VI. 86
Figura 4.38 - Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e as RPPN. 89
Figura 4.39 - ETAs e ETEs na RH-VI. 101
Figura 4.40 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 108
Figura 4.41 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 108
Figura 4.42 - Usos das águas salinas permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 109
Figura 4.43 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI. 110
Figura 4.44 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e. 111
Figura 4.45 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-c. 112
Figura 4.46 - Alinhamento matricial: exemplo hipotético. 123
Figura 4.47 - Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI - Lagos São João. 127
Figura 4.48 - Esquema da organização do CILSJ. 132
Figura 4.49 - Distribuição dos valores cobrados em 2023 entre as categorias. 134
Figura 5.1 - Mapa da análise de supressão de vegetação entre os anos de 2021 e 1985. 155
Figura 5.2 - Mapa de conectividade estrutural dos remanescentes florestais. 157
Figura 5.3 - Materiais referentes à caça ilegal apreendidos em operação em Iguaba Grande (O Dia, 2023). 159
Figura 5.4 - Desmatamento causado por incêndio na Reserva Biológica de Poço das Antas (O Eco, 2014). 160
Figura 5.5 - Morte de animais causada por incêndio na Reserva Biológica de Poço das Antas (O Eco, 2014). 160
Figura 5.6 - Apreensão de petrechos e produtos da caça na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). 161
Figura 5.7 - Apreensão de carregamento de lenha nativa na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). 161

Figura 5.8 - Lançamento de efluentes industriais sem tratamento adequado na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008)... 161
Figura 5.9 - Mineração irregular na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 161
Figura 5.10 - Pecuária extensiva na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 161
Figura 5.11 - Aplicação de agrotóxico na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 161
Figura 5.12 - Vazadouro de resíduos na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 162
Figura 5.13 - Jibóia atropelada na BR-101 na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 162
Figura 5.14 - Limpeza da faixa de servidão de linha de transmissão de energia na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 162
Figura 5.15 - Faixa de dutos em área de relevo acidentado na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008). ... 162
Figura 5.16 - Árvores nativas desmatadas em uma área de amortecimento da UC Parque Estadual dos Três Picos (G1, 2017). ... 162
Figura 5.17 - Área desmatada na APA de Macaé de Cima (A VÓZ DA SERRA, 2018). ... 162
Figura 5.18 – Possíveis eixos de expansão urbana na RH-VI. ... 190
Figura 5.19 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Doces de Monitoramento da Metodologia do Oficio FEPAM N° 1432/2016. ... 216
Figura 5.20 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Salinos de Monitoramento da Metodologia do Oficio FEPAM N° 1432/2016. ... 217
Figura 5.21 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Salobros de Monitoramento da Metodologia do Oficio FEPAM N° 1432/2016. ... 218
Figura 5.22 – Localização dos agrupamentos na lagoa de Araruama. ... 220
Figura 5.23 – Localização dos agrupamentos na lagoa de Saquarema. ... 221
Figura 5.24 Distribuição dos Principais Domínios Hidrogeológicos (em afloramento) da RH-VI. ... 250

Figura 5.25 - Não conformidades na qualidade das águas subterrâneas - poços das bases do INEA e RESUB/Lagos. 256
Figura 5.26 - Não conformidades na qualidade das águas subterrâneas – desde em cima, à esquerda, em sentido horário: ferro e/ou manganês; nitrato, parâmetros microbiológicos e STD (> 1000mg/L). Fonte de dados: RESUB (2001) e INEA (2023). 259
Figura 5.27 - Principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas da RH-VI. Fonte: desenvolvido neste Plano. 262
Figura 5.28 - Sistemas envolvidos em um programa de monitoramento de águas subterrâneas. 268
Figura 5.29 - Ciclo de um programa de monitoramento. 269
Figura 5.30 - Localização do reservatório de Juturnaíba e da antiga lagoa de Juturnaíba 273
Figura 5.31 - Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI 281
Figura 5.32 - Proposta de Cenários para o Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil até 2040 286
Figura 5.33 - Cenários prospectivos para a Região Norte e Noroeste/RJ 289
Figura 5.34 - Cenários para o Estado do Rio de Janeiro 2012-2031 291
Figura 5.35 - Cenários prospectivos para a RH VI..... 297
Figura 6.1 Evolução das demandas hídricas totais em cada cenário. 309
Figura 6.2. Balanço hídrico considerando disponibilidade de 40% da vazão Q95 nos cenários. 315
Figura 6.3. Balanço hídrico considerando disponibilidade da vazão Q95 nos cenários. 318
Figura 6.4 - Perfil longitudinal do resultado da calibração da grande bacia do rio São João. 326
Figura 6.5 - Perfil longitudinal do resultado da calibração da bacia do rio Una. 326
Figura 8.1 - Localização do Mangue de Pedra. 348
Figura 9.1 – Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-d (Rio Una). 363
Figura 9.2 – Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-g (Armação de Búzios) .. 364
Figura 9.3 – Medição de descarga líquida com molinete hidrométrico a vau. (ÁGUA E SOLO, 2024)..... 366
Figura 9.4 – Sensor e representação da aplicação do equipamento ADCP em um rio(SON TEK – XYLEM)..... 368
Figura 9.5 – Exemplo do relatório de medição realizada pelo método acústico. 369
Figura 9.6 Sonda multiparamétrica modelo ProQuatro. 371

Figura 9.7. Coletas de água em campo. 372
Figura 9.8. Classes de qualidade da Resolução CONAMA e seus respectivos usos. 377
Figura 9.9 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na primeira campanha. . 383
Figura 9.10 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na primeira campanha. 383
Figura 9.11 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na primeira campanha. 384
Figura 9.12 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na primeira campanha. 385
Figura 9.13 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na primeira campanha. 386
Figura 9.14– Valores de temperatura da água e do ar registrados na primeira campanha. 386
Figura 9.15 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na primeira campanha. 387
Figura 9.16. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Primeira Campanha 388
Figura 9.17. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Primeira Campanha 388
Figura 9.18. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Primeira Campanha 389
Figura 9.19 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na segunda campanha. 392
Figura 9.20 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na segunda campanha. 393
Figura 9.21 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na segunda campanha. 393
Figura 9.22 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na segunda campanha. 395
Figura 9.23 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na segunda campanha. 396
Figura 9.24 – Valores de temperatura da água registrados na segunda campanha. 396
Figura 9.25 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na segunda campanha. 397

Figura 9.26. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Segunda Campanha 398
Figura 9.27. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Segunda Campanha 398
Figura 9.28. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Segunda Campanha 399
Figura 9.29 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na terceira campanha.. 402
Figura 9.30 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na terceira campanha. 403
Figura 9.31 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na terceira campanha. 403
Figura 9.32 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na terceira campanha. 405
Figura 9.33 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na terceira campanha. 405
Figura 9.34 – Valores de temperatura da água e do ar registrados na terceira campanha..... 406
Figura 9.35 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na terceira campanha. 407
Figura 9.36. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Terceira Campanha 408
Figura 9.37. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Terceira Campanha 408
Figura 9.38. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Terceira Campanha 409
Figura 9.39 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na quarta campanha.... 412
Figura 9.40 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na quarta campanha. 413
Figura 9.41 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na quarta campanha. 413
Figura 9.42 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na quarta campanha. 415

Figura 9.43 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na quarta campanha. 415
Figura 9.44 – Valores de temperatura da água e do ar registrados na quarta campanha. 416
Figura 9.45 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na quarta campanha. 417
Figura 9.46. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Quarta Campanha 418
Figura 9.47. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Quarta Campanha 418
Figura 9.48. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Quarta Campanha 419
Figura 9.49 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Salinidade. 420
Figura 9.50 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Oxigênio Dissolvido. 421
Figura 9.51 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Oxigênio Dissolvido. 422
Figura 9.52 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Fósforo Total. 422
Figura 9.53 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Nitrato. 423
Figura 9.54 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Turbidez. 423
Figura 9.55 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais. 424
Figura 9.56 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. 424
Figura 10.1 - Organização do Plano de Ação do PRH-LSJ. 432
Figura 10.2 – Eixos e Ações propostas para a RH-VI. 436
Figura 11.1 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos de Monitoramento de Águas Doces, Salinas e Salobras a partir da Metodologia do Oficio FEPAM n° 1432/2016. 483
Figura 11.2 – Localização dos pontos de outorga do banco do INEA. 486

O número de trechos por UHP está apresentado no Tabela 11.5 e a segmentação proposta na Figura 11.4. A classificação dos corpos hídricos quanto a salinidade é apresentada na Figura 11.3. 489
Figura 11.4 - Segmentação proposta para a RH-VI. Fonte: Elaboração própria, 2025. 490
Figura 11.5 – Classificação quanto a salinidade. Fonte: Elaboração própria, 2025. 491
Figura 11.6 - Enqudramento Proposto para a RH-VI. Fonte: Elaboração própria, 2025 493
Figura 11.7 – Enquadramento na UHP VI-a Rio São João 494
Figura 11.8 – Enquadramento na UHP VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba). 496
Figura 11.9 – Enquadramento na UHP VI-c Rios Capivari e Bacaxá 497
Figura 11.10 – Enquadramento na UHP VI-d. Rio Una 498
Figura 11.11 – Enquadramento na UHP VI-e. Lagoa de Saquarema. 499
Figura 11.12 – Enquadramento na UHP VI- f. Lagoa de Araruama. 500
Figura 11.13 – Enquadramento na UHP VI- g. Armação dos Búzios. 501

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características das UHPs da RH-VI. 42
Tabela 2.2 - Área de cada município dentro da RH-VI. 43
Tabela 4.1 – UHP de atuação de cada subcomitê. 51
Tabela.4.2 - Quantificação das áreas da ocorrência dos tipos de solo por UPH. 68
Tabela 4.3 - Áreas de Preservação Permanente na RH-VI. 87
Tabela 4.4 - Informações referente à cobertura dos serviços de esgotamento sanitário (SNIS, 2021). 99
Tabela 4.5 – Definições 121
Tabela 4.6 - Entidades participantes do Conselho dos Associados do CILSJ. além dos municípios da bacia.(CONSELHO DE ASSOCIADOS) 133
Tabela 4.7 - Valores cobrados pelo uso de água em 2023 na RH-VI - Lagos São João (INEA, 2023c). 133
Tabela 4.8 - Valores cobrados em 2023 por categoria e número de faturas (INEA, 2023c). . 134
Tabela 4.9 – Projetos executados pelo CILSJ na RH-VI (CILSJ). 135
Tabela 4.10 – Projetos em andamento na RH-VI – Lagos São João. 137
Tabela 4.11 – Congruências entre projetos atualmente considerados e as categorias envolvidas no arranjo institucional. 142
Tabela 5.1 - Ações referentes à preservação das UCs na RH – VI. 165
Tabela 5.2 - Número de Imóveis Rurais cadastrados no CAR nos municípios da RH-VI. 185
Tabela 5.3 - Cultivo agrícola nos municípios da RH-VI. 185
Tabela 5.4 - Tipologia das funções turísticas RH VI. 192
Tabela 5.5 - Análise da disponibilidade de dados para os parâmetros analisados por agrupamento. 201
Tabela 5.6 - Frequência das classes e classificação dos parâmetros por agrupamento. 204
Tabela 5.7 - Resumo dos resultados da classificação final dos agrupamentos por salinidade. 212
Tabela 5.8 - Resumo dos resultados de classificação final dos pontos por UHP. 213
Tabela 5.9 - Classe final dos agrupamentos. 214
Tabela 5.10 - Critérios para classifcação de balneabilidade. 223
Tabela 5.11 - Critérios para qualificação anual de balneabilidade das praias. 224

Tabela 5.12 - Ações referentes à qualidade da água superficial na RH – VI. 227
Tabela 5.13 - Sementes de futuro prospectadas para a RH VI 282
Tabela 5.14 - Hipótese sobre o comportamento das incertezas críticas 290
Tabela 5.15 - Descrição dos cenários do Plano Estratégico do Governo do RJ 2012-2031. . 292
Tabela 5.16 - Tendências de peso em cada cenário 292
Tabela 6.1 Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial 307
Tabela 6.2 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda total 307
Tabela 6.3 - Hipóteses sobre as taxas de crescimento das demandas hídricas nos cenários alternativos, tendo por referência os incrementos no Cenário Tendencial 309
Tabela 6.4. Balanços hídricos quantitativo por UHP. 311
Tabela 6.5 - Valor final dos parâmetros de calibração para a grande bacia do Rio São João. 325
Tabela 6.6 - Valor final dos parâmetros de calibração para a bacia do Rio Una. 325
Tabela 7.1 - Matriz GUT da Gestão da Lagoa de Araruama. 339
Tabela 7.2 - Comparação entre os critérios de ordenamento dos usos da água na Lagoa de Araruama. 341
Tabela 7.3 – Ordenamento escolhido na oficina de pactuação. 343
Tabela 8.1 - Classificação dos Serviços Ecossistêmicos da Região Costeira da RH-VI. 352
Tabela 8.2 - Matriz GUT do Gerenciamento Costeiro. 353
Tabela 9.1 Descrição dos novos pontos de monitoramento. 362
Tabela 9.2 – Distância recomendada entre verticais 366
Tabela 9.3 – Cálculo da velocidade média na vertical pelo método detalhado 367
Tabela 9.4. Parâmetros medidos in loco. 370
Tabela 9.5. Limites de salinidade da CONAMA 357/2005 372
Tabela 9.6 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas doces. 373
Tabela 9.7 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salobras. 373
Tabela 9.8 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salinas. 373
Tabela 9.9. Métodos utilizados para as análises laboratoriais. 374
Tabela 9.10 Parâmetros utilizados para o cálculo do IQA. 375

Tabela 9.11 Pesos utilizados para o cálculo do IQA. 376
Tabela 9.12 Faixas de determinação do Índice de Qualidade da Água (INEA) 376
Tabela 9.13. Parâmetros utilizados para definição das classes de acordo com a CONAMA 357/2005 378
Tabela 9.14. Padrões de qualidade para águas doces. 379
Tabela 9.15 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na campanha 1. 382
Tabela 9.16 - Valores de Nitrato na primeira campanha. 384
Tabela 9.17 - Valores de pH na primeira campanha. 385
Tabela 9.18 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na segunda campanha. 392
Tabela 9.19 - Valores de Nitrato na segunda campanha. 394
Tabela 9.20 - Valores de pH na segunda campanha. 394
Tabela 9.21 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na terceira campanha. 402
Tabela 9.22 - Valores de Nitrato na terceira campanha. 404
Tabela 9.23 - Valores de pH na terceira campanha. 404
Tabela 9.24 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na quarta campanha. 411
Tabela 9.25 - Valores de Nitrato na quarta campanha. 414
Tabela 9.26 - Valores de pH na quarta campanha. 414
Tabela 9.27 - Frequência de classes das campanhas realizadas. 425
Tabela 10.1 - Programas e Subprogramas do PNRH 2022-2040 428
Tabela 10.2 - Elementos diretivos para a estratégia do PNRH 2022-2040 de região Sudeste. 429
Tabela 10.3 – Ações previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro 2014 – 2030. 430
Tabela 10.4 – Receitas Cobrança Líquida pelo Uso de Recursos Hídricos - Regime de Caixa. 437
Tabela 10.5 – Prestação de Contas FUNDRHI na RH-VI – Lagos São João. 437
Tabela 10.6 – Programas definidos para o Plano de Investimentos - PPA 2025 a 2028. 438
Tabela 10.7 – Plano de Investimentos – PPA 2025 a 2028. 439

Tabela 10.8 – Fontes Públicas Federais de Recursos Financeiros para Recursos Hídricos e suas interfaces – Recursos de Dotações Nacionais – 2023. 440
Tabela 10.9 – Fontes Públicas Federais de Recursos Financeiros para Recursos Hídricos e suas interfaces – Recursos de Dotações Regionais, Estaduais e Municipais – 2023. 441
Tabela 10.10 – Programas Públicos Estaduais de recursos financeiros para recursos hídricos – PPA no período de 2024 a 2027. 442
Tabela 10.11 – Outras fontes nacionais e internacionais de financiamento. 443
Tabela 10.12 - Vinculação entre ações. 468
Tabela 10.13 - Distribuição das ações por prioridade 472
Tabela 10.14 - Cronograma das ações da revisão do PRH da RH-VI entre 2025 a 2040 475
Tabela 10.15 – Orçamento do plano. 477
Tabela 11.1 – Tipos de usos identificados. 485
Tabela 11.2 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Doces. 487
Tabela 11.3 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Salinas. 488
Tabela 11.4 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Salobras 488
Tabela 11.5 - Número de segmentos por UHP 489
Tabela 11.6 - Matriz de Enquadramento com segmentos, enquadramento proposto, salinidade e descrição do trecho 502

SIGLAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
AAI	ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL
AAT	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA
ABIH	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HOTÉIS
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABRELPE	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS
ADIN	AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE
AI	ÁREAS CONTAMINADAS SOB INVESTIGAÇÃO
ALA	ASSOCIAÇÃO LIVRE DOS AQUICULTORES DAS ÁGUAS DO SÃO JOÃO
ALERJ	ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
AMLD	ASSOCIAÇÃO MICO-LEÃO-DOURADO
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
ANAC	AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL
ANM	AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO
ANP	AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO
ANVISA	AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
APA	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
APAAPP	ASSOCIAÇÃO DOS PESCADORES ARTESANAIS E AMIGOS DA PRAIA DA PITÓRIA
APEDEMA	ASSEMBLEIA PERMANENTE DE ENTIDADES EM DEFESA DO MEIO AMBIENTE
APP	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
AREMAC	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DE ARRAIAL DO CABO
ASCOM	ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO
ASPA	ACOMPANHAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA
ATT	ÁREA DE TRANSBORDO E TRIAGEM
AVI	AQUIFER VULNERABILITY INDEX
BANPAR	BANCO PÚBLICO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO
BEDA	BOVINO EQUIVALENTE DE DEMANDA DE ÁGUA
BESM	BRAZILIAN EARTH SYSTEM MODEL
BTEX	BENZENO; TOLUENO; ETILBENZENO; XILENO
BUREC	U.S. BUREAU OF RECLAMATION
CAGED	CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS
CAJ	CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE JUTURNAÍBA
CAV	COTA ÁREA X VOLUME

SIGLA	DESCRIÇÃO
CBH-LSJ	COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS LAGOS SÃO JOÃO
CBV	CENTRO DE DESENVOLVIMENTO VÔLEI-BRASIL
CD	CENTRO DE DIVERSIDADE VEGETAL
CEDAE	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO
CERHI	CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CETESB	COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO
CGR	CENTRO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
CILSJ	CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO
CMUC	CONSELHO MUNICIPAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MARINHAS DO MUNICÍPIO DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS
CNA	CONSTRUÇÃO NAVAL ARTESANAL
CNAE	CADASTRO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS
CNRH	CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
COMASPA	POLÍTICA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PEDRO DA ALDEIA
COMDEMA	CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE
COMPAP	CONSELHO MUNICIPAL DE POLÍTICA AGRÍCOLA E PESQUEIRA
COMTUR	CONSELHO MUNICIPAL DE TURISMO
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
CONDETUR	CONSELHO REGIONAL DE TURISMO DA COSTA DO SOL
CPLAN	COORDENAÇÃO DE PLANEJAMENTO DA FISCALIZAÇÃO
CPPGN	CADEIA PRODUTIVA DO PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL
CPRM	COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
CPTEC	CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS
CRAS	CENTRO DE REABILITAÇÃO EM ANIMAIS SILVESTRES
CREA	CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA
CTDR	CENTRO DE TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS
CTR	CENTRO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS
CTS	COLETA EM TEMPO SECO
DAEE	DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DATASUS	DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
DGA	DEPARTAMENTO DE GUARDA AMBIENTAL
DNOS	DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO

SIGLA	DESCRIÇÃO
DRASTIC	DEPTH TO THE WATER TABLE; NET RECHARGE; AQUIFER MATERIAL; SOIL TYPE; TOPOGRAPHY; IMPACT OF THE UNSATURED ZONE; HYDRAULIC CONDUCTIVITY
DRM-RJ	DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
EEAB	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA
EEAT	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
EMATER	EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
EPA	ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
ETA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
EUA	ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA
FAERJ	FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
FAPERJ	FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS FILHO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FEPAM	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
FESERJ	FEDERAÇÃO DE SURFE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FINEP	FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
FIPERJ	FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FIRJAN	FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FMA	FUNDO DA MATA ATLÂNTICA
FMMA	FUNDO MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE
FMPCA	FUNDO MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL
FOFA	FORÇAS; OPOTUNIDADES; FRAQUEZAS; AMEAÇAS
FUMDAP	FUNDO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E PESQUEIRO
FUMTUR	FUNDO MUNICIPAL DE TURISMO
FUNBIO	FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE
FUNBOAS	FUNDO DE BOAS PRÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM MICROBACIAS
FUNTEC	FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE, PESQUISA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA, ESPORTE E LAZER
GAMA	GUARDA AMBIENTAL E MARÍTIMA DO MUNICÍPIO DE ARRAIAL DO CABO
GEE	GASES DO EFEITO ESTUFA

SIGLA	DESCRIÇÃO
GPR	GROUND PENETRATING RADAR
GTRACE	GRAVITY RECOVERY AND CLIMATE EXPERIMENT
IBAMA	INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
ICMBIO	INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
ICMS	IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS
IDHM	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL
INDE	INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS
INEA	INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE
INEPAC	INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL
INPE	INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
IPCC	INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE
IPEDS	INSTITUTO DE PESQUISAS E EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
IPHAN	INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL
IPTU	IMPOSTO PREDIAL E TERRITORIAL URBANO
ISA	INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL
ISS	IMPOSTO SOBRE SERVIÇOS
LGBTQIA +	LÉSBICAS; GAYS; BISSEXUAIS; TRANSGÊNEROS; QUEER; INTERSEXUAIS; ASSEXUAIS +
MCTI	MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
MDE	MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO
MDR	MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
MMA	MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA
MPF	MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL
MPRJ	MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
MTUR	MINISTÉRIO DO TURISMO
MW	MEGAWATT
MZEU	MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA
NBR	NORMA BRASILEIRA
ND	NÍVEL D'ÁGUA DINÂMICO
NE	NÍVEL D'ÁGUA ESTÁTICO
NHRI	INTITUTO NACIONAL DE PESQUISA HIDROLÓGICA DO CANADA
NMP	NÚMERO MAIS PROVÁVEL
NOP	NORMA OPERACIONAL

SIGLA	DESCRIÇÃO
OD	OXIGÊNIO DISSOLVIDO
ONG	ORGANIZAÇÃO NÃO-GOVERNAMENTAL
ORP	OXYDATION REDUCTION POTENTIAL
PAHS	POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS
PAN	PLANO DE AÇÃO NACIONAL
PDSNN-RJ	PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO NORTE E NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PECS	PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL
PERH	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
PERS	PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PESC	PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA CONCÓRDIA
PGB	PROGRAMA GEOLOGIA BRASIL
PIA	POPULAÇÃO EM IDADE ATIVA
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PLANARES	PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PLANCON	PLANO DE CONTINGÊNCIA
PLANSAB	PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PMDR	PLANO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL
PMDRS	PLANO MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
PMGC/RO	PLANO MUNICIPAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO DE RIO DAS OSTRAS
PMSB	PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PNRH	PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
PNRS	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PNUD	PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO
PPP	PERÍMETRO DE PROTEÇÃO DE POÇOS
PRA	PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL
PRO RPPNS	PROGRAMA MUNICIPAL DE APOIO E INCENTIVO ÀS RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL
PSA	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS
PSA	PLANOS DE SEGURANÇA DE ÁGUA
PT	POPULACÃO TOTAL
RAE	RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
RAH	RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA
RAIS	RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS

SIGLA	DESCRIÇÃO
RBG	RESERVA BIOLÓGICA ESTADUAL DE GUARATIBA
RCC	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
RCP	REPRESENTATIVE CONCENTRATION PATHWAYS
REBIO	RESERVA BIOLÓGICA
RESUB	REDE DE GEOTECNOLOGIA EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
REVIS	REFÚGIO DE VIDA SILVESTRA
RH	REGIÃO HIDROGRÁFICA
RHLSJ	REGIÃO HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO
RIMA	RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
RIMAS	REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
RJ	RIO DE JANEIRO
RPD	RECARGA POTENCIAL DIRETA
RPPN	RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL
RSS	RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE
RSU	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
SAA	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
SEA	SECRETARIA ESTADUAL DO AMBIENTE
SEBRAE	SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS
SEDEC	SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL
SELCA	SISTEMA ESTADUAL DE LICENCIAMENTO E DEMAIS PROCEDIMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL
SEPLAG/RJ	SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO RIO DE JANEIRO
SERLA	SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOS
SES	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
SIAGAS	SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
SICAR	SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTE RURAL
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
SILICAM	SISTEMA DE LICENCIAMENTO E DEMAIS PROCEDIMENTOS DE CONTROLE AMBIENTAL
SIMCAD	SISTEMA DE MANUTENÇÃO CADASTRAL
SIMLA	SISTEMA MUNICIPAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL
SISÁGUA	SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO
SISLAM	SISTEMA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL
SISMMA	SISTEMA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

SIGLA	DESCRIÇÃO
SMISB	SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO
SMSB	SECRETARIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO
SSP	SHARED SOCIOECONOMIC PATHWAYS
STD	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS
TAC	TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA
TBC	TURISMO DE BASE COMUNITÁRIA
TCERJ	TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO
UC	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO
UFF	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
UFRJ	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
UGPLAN	UNIDADE DE GERENCIAMENTO DO PLANO
UHP	UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO
UPA	UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO
VAB	VALORES ADICIONADOS BRUTOS
VMP	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
WSL	WORLD SURF LEAGUE
ZC	ZONA DE CAPTURA/ ZONA DE CONTRIBUIÇÃO DO POÇO
ZI	ZONA DE INFLUÊNCIA

APRESENTAÇÃO

A **ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49)** vem apresentar o **RELATÓRIO SÍNTESE DE REVISÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS** para execução das atividades referentes ao Termo de Contrato CILSJ 31/2022 e o Contrato CILSJ 11/2025, firmado entre a empresa, denominada CONTRATADA, e o **CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO (CNPJ: 03.612.270/0001-41)**, cujo objeto é a "***CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO DE PESSOA JURÍDICA PARA A REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO***".

1 INTRODUÇÃO

A elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, conforme estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/97) e regulamentações complementares, como a Resolução CNRH nº 145/2012, representa um instrumento importante para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos. Esse processo contempla etapas fundamentais — diagnóstico, prognóstico e plano de ações — que permitem compreender a realidade da bacia hidrográfica e orientar a tomada de decisão com base em metas de curto, médio e longo prazo.

No âmbito da Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI), o Plano de Recursos Hídricos em vigor, publicado em 2005, estava defasado frente às transformações socioambientais, econômicas e institucionais ocorridas nas últimas décadas. Nesse sentido, o Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBH-LSJ), por meio das Resoluções nº 100 e nº 107, deliberou pela elaboração do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Laguna de Araruama e pela Revisão do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI, reafirmando o compromisso com a gestão participativa, a proteção dos mananciais e o uso racional da água.

Neste contexto, a Revisão do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI foi construída de forma holística e colaborativa seguindo as etapas de elaboração do plano de trabalho e mobilização social, construção do diagnóstico ambiental da bacia e dos prognósticos setorial e de demanda hídrica. Tendo em vista as particularidades e necessidades da região, dois Planos Complementares foram elaborados com o objetivo de abarcarem tais especificidades, são eles: Plano de Ordenamento dos Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama e Plano de Abordagens Ecossistêmicas na Gestão Costeira. Assim, após a apresentação do diagnóstico e prognóstico, construiu-se o Plano de Ações, a fim de consolidar as informações geradas nas etapas anteriores, traduzindo-as em propostas concretas de intervenção que promovam o equilíbrio entre oferta e demanda hídrica, assegurem os múltiplos usos da água e contribuam para a preservação dos ecossistemas associados. Por fim, este produto, intitulado Relatório Síntese, retoma todas as entregas anteriores de forma resumida, apresentando seus principais resultados e conclusões (Figura 1.1), facilitando o acesso das principais informações levantadas nas análises anteriores um único produto.

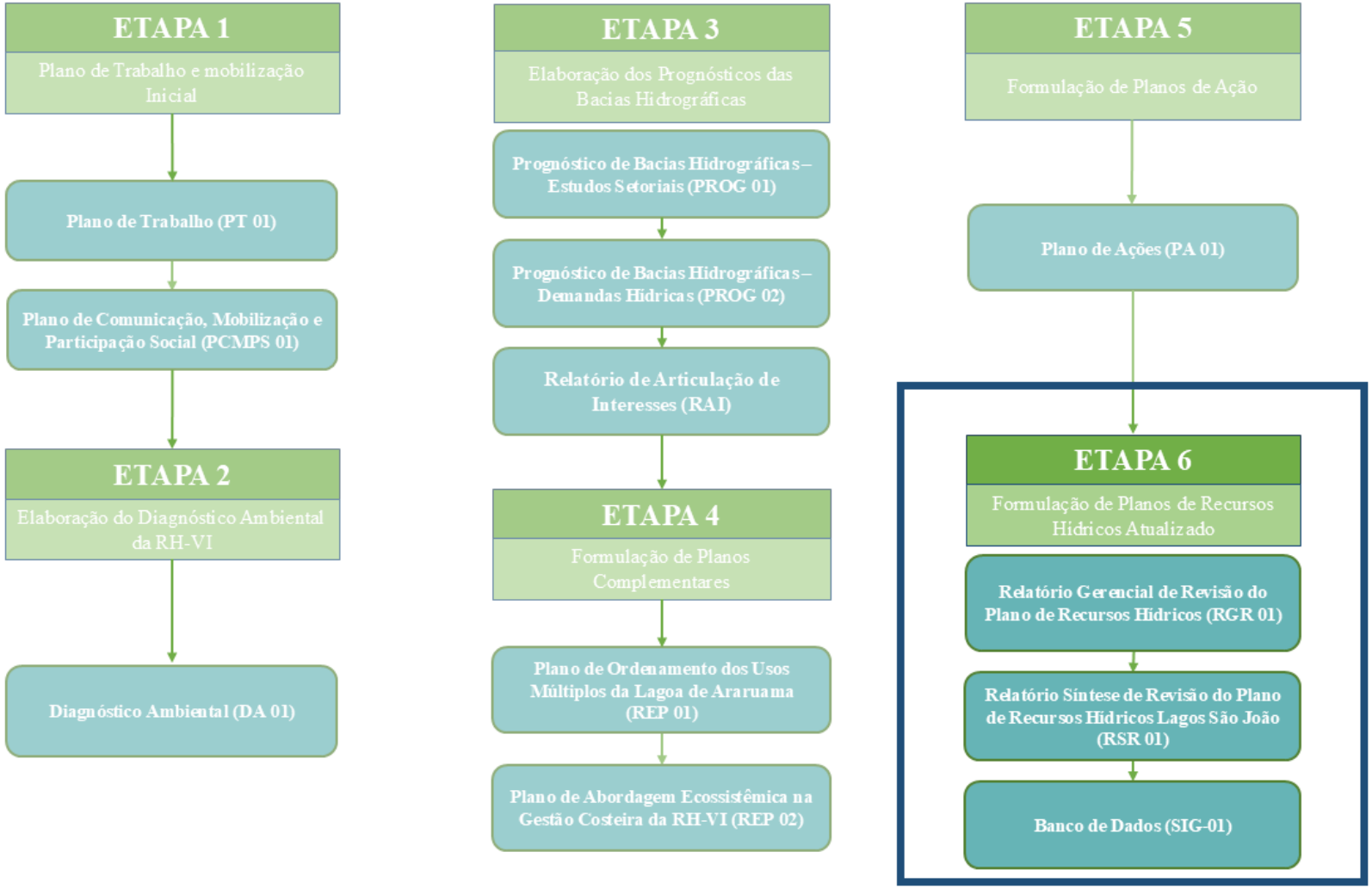


Figura 1.1 - Fluxograma das Etapas de Revisão e Complementação do PRH-RHVI destaque para a Etapa 6 – Relatório Síntese.
Fonte: Elaboração própria.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI) é uma das nove regiões estabelecidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro. Gerenciada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a RH-VI abrange as Bacias Hidrográficas do Rio São João, Rio Una, Lagoa de Araruama e Lagoa de Saquarema. Essa área está situada na Região dos Lagos e Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro, sendo a Superintendência de Lagos São João (Suplaj) responsável pela gestão ambiental e de recursos hídricos nesse território específico.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (INEA, 2014) estabelece as Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) como subdivisões das Regiões Hidrográficas para análise das disponibilidades e demandas de recursos hídricos. Na RH-VI, o plano original dividiu a região em quatro UHPs: VI-a1 (Rio São João, montante do Reservatório de Juturnaíba), VI-a2 (Rio São João, jusante do Reservatório), VI-b (Rio Una) e VI-c (Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama).

Conforme acordado com o Grupo de Trabalho (GT-Plano) e apresentado no relatório do diagnóstico, no âmbito da Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, foi realizada uma nova divisão das UHPs para a RH-VI. Essa reestruturação foi orientada pela aplicação de critérios técnicos, buscando uma representação mais precisa da realidade local da região.

A Figura 2.1 destaca a nova divisão das UHPs empregada no atual Plano de Recursos Hídricos. Em seguida, a Tabela 2.1 apresenta as características fundamentais de cada UHP, incluindo seus principais corpos hídricos (juntamente com os comprimentos parciais dos rios incluídos na UHP e a área das lagoas), bem como a porcentagem da área dos municípios da região abrangida por cada UHP.

Figura 2.1 - Mapa das UHPs da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 2.1 - Características das UHPs da RH-VI.

UHP	Área Total (km²)	Principais Corpos Hídricos inseridos na UHP	Área dos municípios inseridos na UHP (% em relação à área total do município)	Sedes municipais inseridas na UHP
VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	617,60	Reservatório de Juturnaíba (14,72km²), Rio São João (51,20km), Rio Crubixais ou Pirineus (16,48km), Rio da Bananeira (16,23km) e Rio Maratuã (14,62km).	Silva Jardim (58,58%), Cachoeiras de Macacu (5,14%), Araruama (2,68%), Rio Bonito (0,23%), Nova Friburgo (0,06%).	-
VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	807,18	Rio São João (81,21km), Rio da Aldeia Velha (30,48km), Rio Dourado (20,44km), Rio Lontra (20,17km) e Vala do Consórcio (19,24km).	Casimiro de Abreu (76,18%), Cabo Frio (44,50%), Araruama (21,70%), Silva Jardim (12,91%), Rio das Ostras (3,88%), São Pedro da Aldeia (2,24%), Nova Friburgo (0,03%), Macaé (0,01%).	Casimiro de Abreu e Rio das Ostras
VI - c: Rios Capivari e Bacaxá	733,32	Reservatório de Juturnaíba (14,85km²), Rio Bacaxá (43,79km), Rio Capivari (26,18km), Rio das Sete Voltas (17,14km), Rio do Ouro (13,48km).	Rio Bonito (57,51%), Araruama (31,03%), Silva Jardim (28,46%), Saquarema (0,36%), Cachoeiras de Macacu (0,23%)	Silva Jardim
VI - d: Rio Una	462,85	Rio Uma (24,51km), Rio Papicu (20,67km), Rio Carijojó (16,71km), Córrego da Bogá (13,30km) e Rio Godinho (9,65km).	São Pedro da Aldeia (65,15%), Iguaba Grande (32,50%), Cabo Frio (30,35%), Armação dos Búzios (18,23%), Araruama (14,47%)	-
VI - e: Lagoa de Saquarema	250,24	Lagoa de Saquarema (23,23km²), Lagoa de Jaconé (3,16km²), Rio Roncador (20,08km), Rio Jundiá (12,35km) e Rio Tinguí (11,72km).	Saquarema (66,01%), Maricá (4,71%), Rio Bonito (0,11%), Tanguá (0,01%)	Saquarema
VI - f: Lagoa de Araruama	676,93	Lagoa de Araruama (219,49km²), Lagoa Vermelha (2,46km²), Lagoa de Jacarepiá (1,55km²), Rio Santana ou Regamé (17,33km) e Rio do Limão (13,22km).	Arraial do Cabo (100%), Iguaba Grande (67,50%), Saquarema (33,59%), São Pedro da Aldeia (32,62%), Araruama (30,12%), Cabo Frio (17,56%), Rio Bonito (0,17%)	Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo
VI - g: Armação dos Búzios	100,60	Lagoa do Peró (0,13km²), Lagoa de Geribá (0,11km²), Lagoa da Ferradura (0,11km²), Lagoa da Praia do Canto (0,03km²) e Lagoa da Usina (0,01km²).	Armação dos Búzios (81,56%), Cabo Frio (7,59%)	Armação dos Búzios

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com dados do site do CBHLSJ, a RH-VI abrange 3.648 km² e inclui 13 municípios. Oito municípios (Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo) estão totalmente inseridos na RH-VI, enquanto cinco municípios (Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá e Rio das Ostras) têm inserção parcial.

A Figura 2.2 apresenta a localização de cada município na região hidrográfica, incluindo o percentual do território de cada município inserido na RH-VI, com base nos dados do IBGE. A população total desses municípios é de 1.179.076, representando 7% da população do estado (IBGE, 2022c), embora nem todos sejam residentes da RH-VI. A Tabela 2.2 apresenta as áreas de cada município, o percentual dentro da RH-VI e uma análise sobre a localização das sedes municipais na região.

Tabela 2.2 - Área de cada município dentro da RH-VI.

Município	Área (km²)	Percentual dentro da RH (%)	Sede dentro da RH
Araruama	638,28	100%	Sim
Armação dos Búzios	70,98	100%	Sim
Arraial do Cabo	152,11	100%	Sim
Cabo Frio	413,45	100%	Sim
Cachoeiras de Macacu	954,75	5,36%	Não
Casimiro de Abreu	462,92	76,18%	Sim
Iguaba Grande	50,98	100%	Sim
Maricá	361,57	4,70%	Não
Rio Bonito	459,46	58,01%	Não
Rio das Ostras	228,04	3,87%	Não
São Pedro da Aldeia	332,49	100%	Sim
Saquarema	352,13	100%	Sim
Silva Jardim	937,755	100%	Sim

Fonte: Elaboração própria.

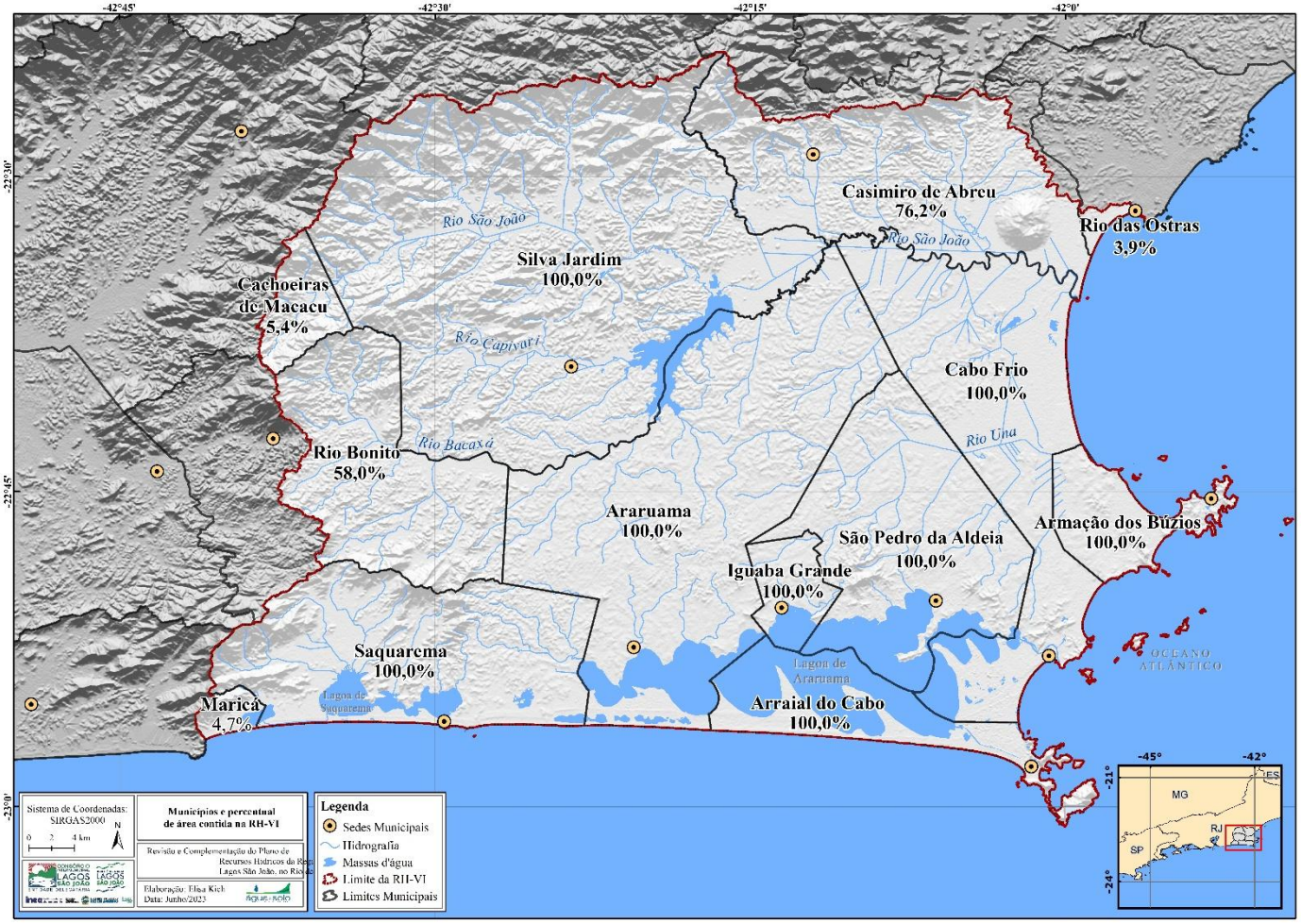


Figura 2.2 - Mapa dos municípios na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3 SÍNTESE DE REVISÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

O presente produto, intitulado “Síntese de Revisão do Plano (RSR01)”, visa trazer de forma suscinta as principais informações apresentadas nos produtos anteriores. Assim, as conclusões obtidas anteriormente são aqui retomadas de forma objetiva afim de sintetizar e otimizar o presente relatório e, portanto, alguns detalhamentos e por menores foram suprimidos, de forma que para acessar as análises na íntegra, os produtos anteriores devem ser consultados.

Dessa forma, o Relatório Síntese é composto pelos seguintes estudos, dispostos em capítulos:

- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (DA01);
- PROGNÓSTICO – ESTUDOS SETORIAIS (PROG01);
- PROGNÓSTICO – DEMANDAS HÍDRICAS (PROG02);
- PLANO DE ABORDAGENS ECOSSISTÊMICAS NA GESTÃO COSTEIRA DA RH-VI (REP02);
- PROGRAMA COMPLEMENTAR DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE;
- PLANO DE AÇÃO (PA01);
- DIRETRIZES PARA ENQUADRAMENTO;
- BANCO DE DADOS.

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (DA01)

4.1 Caracterização Geral

A caracterização geral teve como objetivo apresentar o contexto geral do gerenciamento de recursos hídricos na Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI).

4.1.1 Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI) no estado do Rio Janeiro foram instituídos através da promulgação da Lei Estadual Nº 3.239/1999 (RIO DE JANEIRO, 1999). O Sistema Estadual baseia-se nas diretrizes definidas no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), entidade federal que reúne órgãos e colegiados e concebe e implementa a Política Nacional das Águas. O SEGRHI do Rio de Janeiro tem por objetivo a coordenação da gestão integrada das águas, bem como arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos. Cabe ao sistema a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, assim como planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação das águas.

O Decreto Estadual Nº 36.722/2004 instituiu o Comitê das Bacias Hidrográficas das Lagoas de Araruama, Saquarema e dos Rios São João, Una e Ostras no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (RIO DE JANEIRO, 2004). O Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBHLSJ) possui ainda quatro Subcomitês, um para cada sub-região hidrográfica para melhor desempenho de suas atribuições. Os Subcomitês foram criados pela Plenária do CBHLSJ por meio da Resolução CBHLSJ Nº 45/2011, e atualizados pela Resolução CBHLSJ Nº 76/2018. Os Subcomitês do CBHLSJ são:

I. Subcomitê da Bacia Hidrográfica da Lagoa de Araruama;

II. Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Rio Una e Cabo Búzios;

III. Subcomitê da Bacia Hidrográfica da Lagoa de Saquarema;

IV. Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Rio São João.

Para atendimento ao Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João e ao Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras foi criado no ano de 1999 o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ) com a missão de promover políticas públicas de forma compartilhada

entre o Governo do Estado e os treze municípios consorciados. A partir de 2012, o Consórcio passou a atuar como parte do Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos, no papel de entidade delegatária, com funções de agência de água.

Em síntese, os atores do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado do Rio de Janeiro atuantes na RH-VI são apresentados na Figura 4.1 que exibe ainda a hierarquia de relações entre essas entidades. No processo de elaboração do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI todas as entidades envolvidas no SEGRHI devem ser incluídas na construção das etapas do plano: diagnóstico, prognóstico, planos complementares e plano de ações.

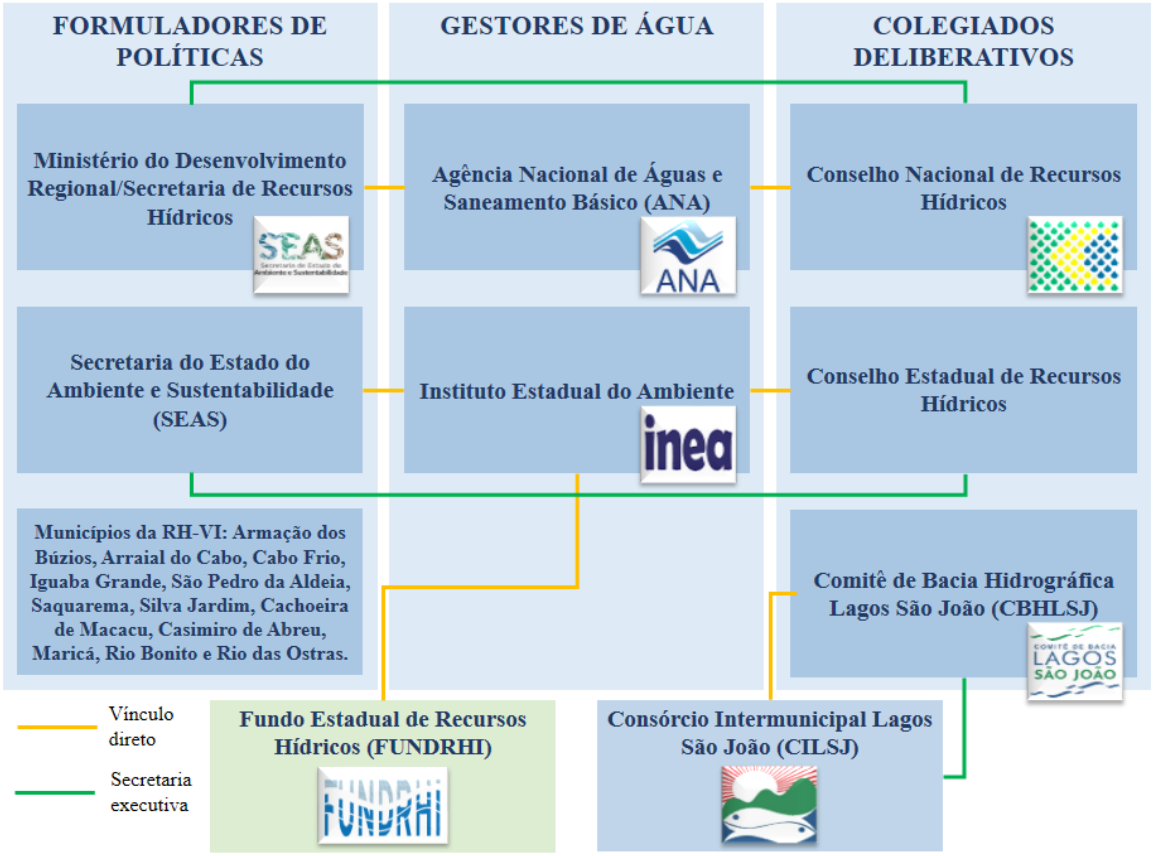


Figura 4.1 - Atores do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na RH-VI.
Fonte: Adaptado de Gepat/Digges/INEA (2018).

4.1.2 Unidades Hidrológicas de Planejamento

Conforme estipulado pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), aprovado pela Resolução nº 58/2006, o estado do Rio de Janeiro integra a Região Hidrográfica denominada Atlântico Sudeste. Dentro da divisão do território brasileiro em sub-bacias (DNAEE, 1972) o estado do Rio de Janeiro abrange parte das sub-bacias 58 (Paraíba do Sul), 59 (Litorânea) e 57

(Itabapoana). A sub-bacia Litorânea está praticamente toda inserida em território fluminense, sendo, portanto, a maioria de seus rios de domínio exclusivamente estadual. Seus principais cursos d'água são o Guandu, Guandu-Mirim, da Guarda, São João, Macaé, Iguaçu/Sarapuí, Macacu e Macabua.

A Resolução n° 18/2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos - posteriormente atualizada pela Resolução CERHI n° 107/2013 - dividiu o território do estado do Rio de Janeiro em nove Regiões Hidrográficas (RH), cada uma com o seu comitê de bacia. O Instituto Estadual do Ambiente (INEA), em conjunto com os comitês de bacia e o CERHI-RJ, atua no planejamento dos recursos hídricos de todas essas regiões. As RHs são unidades territoriais de gestão dos recursos hídricos e de gestão ambiental; em cada RH, o INEA possui uma Superintendência Regional. A Superintendência de Lagos São João (Suplaj) opera junto a RH-VI Lagoas São João. A RH-VI abrange as Bacias Hidrográficas do Rio São João, do Rio Una, da Lagoa de Araruama e da Lagoa de Saquarema. Entre as bacias da região, a maior delas é a do Rio São João, com 2.158 km².

Conforme determinado pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (INEA, 2014), as Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) são subdivisões das Regiões Hidrográficas delimitadas para a determinação das disponibilidades hídricas, demandas de recursos hídricos e balanço hídrico visando o planejamento sustentável dos recursos hídricos regionais. A UHP foi adotada como a maior escala de planejamento no PERHI-RJ para análise das disponibilidades e demandas de recursos hídricos. Para a RH-VI o PERHI dividiu a Região em 4 UHPs distintas, a saber: VI-a1 Rio São João (a montante do Reservatório de Juturnaíba); VI-a2 Rio São João (a jusante do Reservatório), VI-b Rio Una e VI-c Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama.

No âmbito da Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, conforme discutido e acordado com o Grupo de Trabalho (GT-Plano), foi proposta uma nova divisão das UHPs para a RH-VI. A reformulação permite considerar não somente as divisões da RH adotadas pelo CILSJ e CBHLSJ como também adotar o refinamento dos limites espacializados do processo de revisão do PERH.

A nova divisão baseou-se em critérios técnicos que melhor representassem a realidade atual referente ao uso e potenciais conflitos que se diferem nas porções da bacia. Assim, a bacia do rio São João foi dividida em três UHPs distintas com base na separação anteriormente adotada pelo

PERHI-RJ, sendo estas: a VI-a Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba), com questões associadas ao desmatamento, assoreamento e dificuldade de escoamento da produção agrícola nos períodos de cheia; a VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba), com questões mais relacionadas à qualidade da água em função do uso tradicionalmente existente no local da coleta de Guaiamum; e a VI-c Rios Capivari e Bacaxá, com questões relacionadas a inundações na área urbana, pessoas desabrigadas e impactos na saúde.

A bacia do Rio Una, por sua vez, tem suas questões particulares distintas das demais bacias, referente à vazão do rio, principalmente em períodos de estiagem considerando se tratar de uma área agrícola da região. Deste modo, a divisão manteve os limites definidos para a UHP VI-b Rio Una.

As bacias da lagoa de Saquarema, de Araruama e da região de Búzios possuem questões peculiares específicas de cada bacia. Assim a nova divisão desmembrou a antiga UHP VI-c Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama em três novas UHPs: VI-e Lagoa de Saquarema, com questões voltadas à qualidade da água além do uso significativo para a atividade da pesca; a VI-f Lagoa de Araruama, por ser hipersalina e ter questões ainda mais específicas referentes aos usos, com debates sobre lançamento de efluentes, qualidade da água, impactos sobre a pesca, sobre o uso turístico das praias e canal de navegação; e a VI-g Armação dos Búzios, que tem hidrografia própria costeira não sendo nenhum de seus rios/córregos afluentes de outro rio principal, mas todos correndo diretamente para o oceano. A Figura 4.2 apresenta o mapa com as novas divisões das UHPs da RH-VI.

Figura 4.2 - Mapa das UHPs da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Destaca-se que a nova divisão das UHPs em nada interfere no âmbito da gestão e nas áreas de atuação dos subcomitês, os quais se mantiveram. Ou seja, a área de atuação do sub-comitê Rio São João inclui as UHPs VI-a Rio São João montante, VI-b Rio São João jusante e VI-c Rios Capivari e Bacaxá. Assim como o sub-comitê Rio Una inclui as UHPs VI-d Rio Una e VI-g Armação de Búzios. Os subcomitês Lagoa Saquarema e Lagoa Araruama mantiveram-se com uma UHP cada, sendo elas: VI-e Lagoa de Saquarema e VI-f Lagoa de Araruama, respectivamente. A Tabela 1.1 dispõem os subcomitês e suas respectivas UHPs de gerencia.

Tabela 4.1 – UHP de atuação de cada subcomitê.

Subcomitê	UHPs de atuação
Rio São João	VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)
	VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)
	VI - c: Rios Capivari e Bacaxá
Rio Una	VI - d: Rio Una
	VI - g: Armação dos Búzios
Lagoa Saquarema	VI - e: Lagoa de Saquarema
Lagoa Araruama	VI - f: Lagoa de Araruama

Fonte: Elaboração Própria, 2025.

4.1.3 Munícipios da Região Hidrográfica

A RH-VI possui 3.648 km² de extensão e inclui 13 municípios, sendo 8 totalmente inseridos (Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo) e 5 com inserção parcial (Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá e Rio das Ostras). A população total dos municípios é de 1.179.076 habitantes, equivalente a 7% do estado do Rio de Janeiro, segundo o IBGE (2022). Todos os municípios totalmente inseridos têm suas sedes na RH-VI, enquanto apenas Casimiro de Abreu, entre os parcialmente inseridos, tem sua sede na região.

4.2 Caracterização Física e Biótica

Para caracterizar a RH-VI, avaliou-se as características físicas e bióticas da região. As variáveis abióticas foram divididas em hidrografia, clima, eventos críticos, geologia, geomorfologia, hidrogeologia, pedologia, uso e ocupação do solo e erosão. Já os aspectos bióticos avaliados foram: vegetação, fauna e atividade de pesca. Um resumo de cada item é apresentado a seguir.

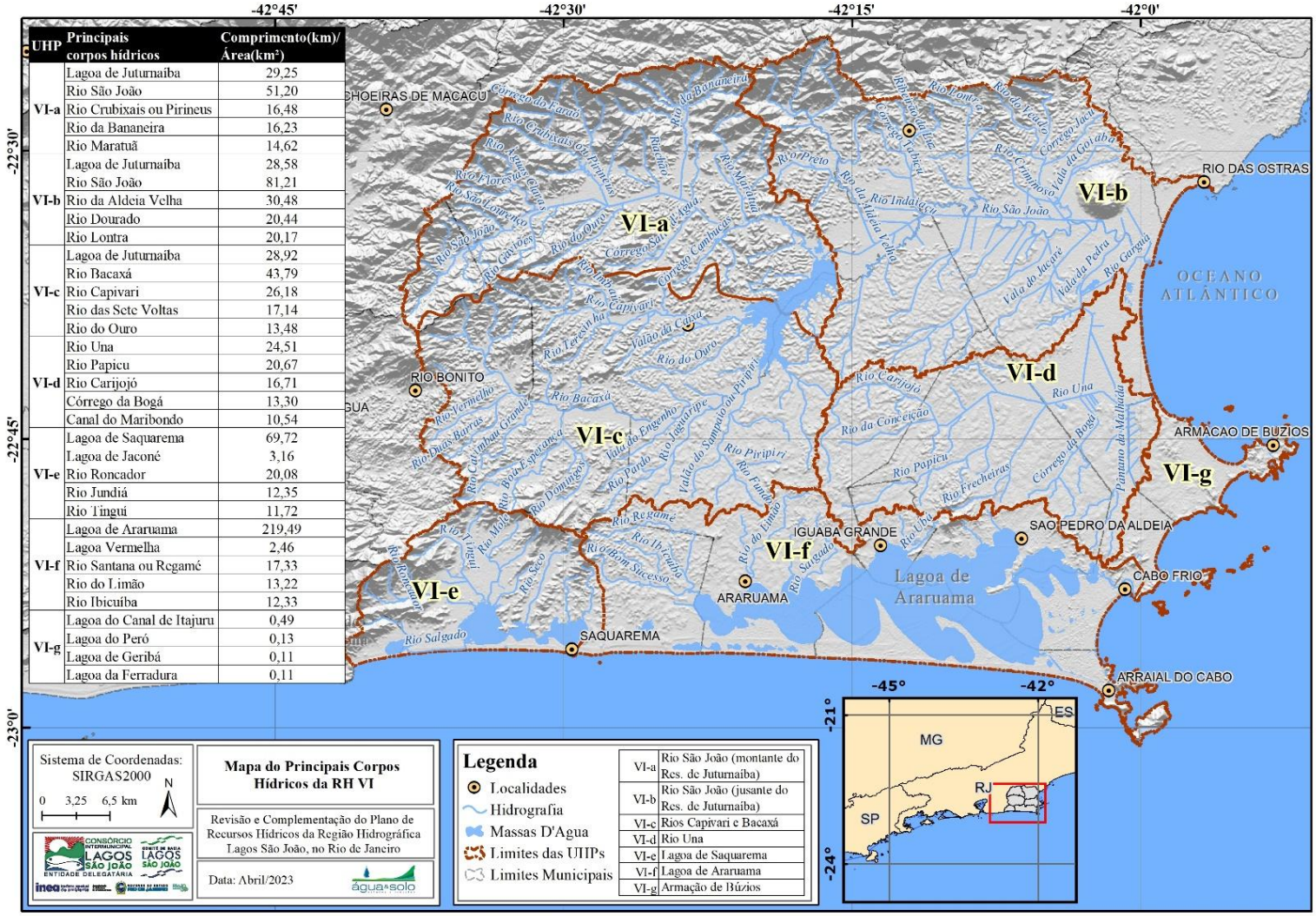
4.2.1 Variáveis abióticas

4.2.1.1 Hidrografia

A hidrografia da RH-VI é composta por diversos ecossistemas aquáticos, sendo os principais deles os rios e as lagoas. O fluxo dos rios é majoritariamente no sentido oeste-leste, onde nascem em áreas montanhosas à norte e oeste e seguem rumo ao oceano com foz no litoral leste.

Os principais rios são o rio São João, que passa pelas UHPs VI- a e VI-b, com foz no litoral, na barra de São João; os rios Capivari e Bacaxá na UHP VI-c que desaguam na represa da Juturnaíba; e o rio Una na UHP VI-d com foz no oceano próximo à praia Rasa, em Armação dos Búzios. As demais UHPs possuem rios menores, com contribuições locais para as lagoas ou com foz no oceano. A hierarquização de rios feita pelo método Strahler (1957) apontou que apenas o rio São João, a jusante da represa de Juturnaíba, apresenta classe 5 na bacia. Os rios Bacaxá e São João chegam à represa com classe 4., enquanto o rio Capivari com classe 3. O rio Una possui classe 3 em sua foz. As UHPs VI-e e VI-f não possuem cursos da água com classe superior a 2 e 3 respectivamente.

Outro principal ecossistema aquático existente na região, inclusive motivo do seu nome, são as lagoas. Estima-se a existência de mais de 30 lagoas na RH (CBHLSJ, 2005), sendo que uma foi extinta com a construção do reservatório de Juturnaíba. A maior delas é a Lagoa de Araruama, localizada ao sul da RH-VI na faixa litorânea entre Arraial do Cabo, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio. É considerada o maior corpo de água costeiro hipersalino em estado permanente do mundo (CBHLSJ, 2005). A lagoa está inteiramente localizada na UHP VI-f com área de aproximadamente 220 km².



UHP	Principais corpos hídricos	Comprimento(km)/ Área(km²)
VI-a	Lagoa de Juturnaíba	29,25
	Rio São João	51,20
	Rio Crubixais ou Pirineus	16,48
	Rio da Bananeira	16,23
	Rio Maratuã	14,62
VI-b	Lagoa de Juturnaíba	28,58
	Rio São João	81,21
	Rio da Aldeia Velha	30,48
	Rio Dourado	20,44
	Rio Lontra	20,17
VI-c	Lagoa de Juturnaíba	28,92
	Rio Bacaxá	43,79
	Rio Capivari	26,18
	Rio das Sete Voltas	17,14
	Rio do Ouro	13,48
VI-d	Rio Una	24,51
	Rio Papicu	20,67
	Rio Carijojó	16,71
	Córrego da Bogá	13,30
	Canal do Maribondo	10,54
VI-e	Lagoa de Saquarema	69,72
	Lagoa de Jaconé	3,16
	Rio Roncador	20,08
	Rio Jundiá	12,35
	Rio Tinguí	11,72
VI-f	Lagoa de Araruama	219,49
	Lagoa Vermelha	2,46
	Rio Santana ou Regamé	17,33
	Rio do Limão	13,22
	Rio Ibicuíba	12,33
VI-g	Lagoa do Canal de Itajuru	0,49
	Lagoa do Peró	0,13
	Lagoa de Geribá	0,11
	Lagoa da Ferradura	0,11

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
0 3,25 6,5 km
N

Mapa do Principais Corpos Hídricos da RH VI

Revisão e Complementação do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, no Rio de Janeiro

Data: Abril/2023

Legenda

- Localidades
- Hidrografia
- Massas D'Agua
- Limites das UHPs
- Limites Municipais

VI-a	Rio São João (montante do Res. de Juturnaíba)
VI-b	Rio São João (jusante do Res. de Juturnaíba)
VI-c	Rios Capivari e Bacaxá
VI-d	Rio Una
VI-e	Lagoa de Saquarema
VI-f	Lagoa de Araruama
VI-g	Armação de Búzios

Figura 4.3 - Mapa de corpos hídricos da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.4 - Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler.
Fonte: Elaboração Própria.

4.2.1.2 Clima

A classificação climática de uma região possui como objetivo identificar zonas com características climáticas e biogeográficas semelhantes, a fim de fornecer atributos sobre as condições ecológicas, suas potencialidades agrícolas e o meio ambiente da região (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). Entre os sistemas de classificação existentes, Köppen-Geiger é o mais utilizado nas áreas de geografia, climatologia e ecologia conforme Alvares et al. (2013). Esta classificação baseia-se essencialmente na quantidade e distribuição da precipitação e temperatura anual e mensal

Assim, a classificação climática da RH-VI foi feita a partir do sistema de classificação climático Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1936) e adaptados por Alvares et al. (2013). De acordo com o sistema, a RH está, majoritariamente, em clima tropical com estação seca de inverno (Aw), comumente chamado de clima tropical de savana e correspondendo a 87,71% da área total, com pequenas zonas de transição para os climas subtropical úmido (Cfa), que representa 10,61%, e oceânico temperado (Cfb) à norte e oeste, presente em 1,68% da área total (Alvares et al., 2013). Essa mudança climática que ocorre ao norte e oeste da RH-VI está diretamente associada à alteração de relevo da região, que passa de um relevo plano e de menor elevação nas áreas próximas à costa, para uma região montanhosa e de maior elevação no limite noroeste da RH.

Para a avaliação da precipitação, foram coletados dados pluviométricos de vinte estações hidrometeorológicas localizadas dentro e no entorno da área da RH-VI. As estações apresentam diferentes períodos de dados disponíveis e operadores (INMET, CPRM, DNOS ou INEA). Cabe destacar, que como metodologia da escolha das estações buscou-se utilizar aquelas com o maior e mais recente período de dados, no entanto, eventualmente foi necessário utilizar estações com séries históricas com duração aproximada de 10 anos e período de medição anterior ao ano 2000 para melhoria das condições de contorno da região e aumento da densidade de dados, principalmente em locais com poucas estações.

Com base nos dados selecionados para cada estação, foi calculada a média da precipitação acumulada mensal para a série histórica disponível e gerada as isoietas de precipitação. Assim, observa-se que os maiores valores, que ficaram acima de 2.000 mm ocorrem no norte da RH-VI próximos às estações de Gaviões, Quartéis e Rio Dourado. Os menores valores, que ficaram próximos à 800 mm, estão localizados a sudeste da RH-VI, na região de Cabo Frio. Assim,

observa-se que as maiores precipitações ocorrem nas UHPs VI-a, VI-b, e as menores nas UHPs VI-e, VI-f e VI-g.

A classificação climática da RH-VI apresentada foi validada com os dados meteorológicos da estação Iguaba Grande, a única na região com normais climatológicas da rede do INMET. A análise considerou temperatura e precipitação. A temperatura média do mês mais frio (julho) foi de 21,5°C, superior ao limite de 18°C, confirmando o clima tropical (A). A precipitação do mês mais seco (agosto), de 35 mm, é inferior a 60 mm, descartando o clima tropical sem estação seca (Af). Com precipitação média anual de 890 mm e aplicando a fórmula de Köppen, que compara a precipitação do mês mais seco no inverno (35 mm) e no verão (62 m), a região foi classificada como Aw, com estação chuvosa no verão e inverno seco. Portanto, conclui-se que a classificação da região estabelecida por Alvares et al. (2013) é confirmada através da verificação calculada pelo método de Köppen com base nas normais climatológicas do INMET para a estação de Iguaba Grande.

Em função da localização geográfica da RH-VI e do clima constatado, poderia se esperar que as temperaturas das águas oceânicas fossem quentes. No entanto, a região não apresenta o comportamento esperado, majoritariamente em virtude da ressurgência marinha. Em Arraial do Cabo, a ocorrência desse fenômeno é comum na primavera e no verão, e provoca o afloramento de águas profundas, frias e ricas em nutrientes, causado por ventos nordeste, a quebra da plataforma marítima, mudanças na linha da costa e rotação do planeta. Isso reduz a temperatura da água e do ar, intensifica brisas marítimas e torna o clima local mais seco, além de estimular a vida marinha, aumentando a produção primária, conforme Calado et al. (2015) e Batista et al. (2020).

4.2.1.3 Eventos Críticos

Para a avaliação de eventos críticos, utilizou-se dados do levantamento de informações da série histórica do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), no qual constam os registros de reconhecimentos federais de situação de emergência e estado de calamidade pública dentro do período de 2003 e 2016. Os municípios de Araruama, Cabo Frio, Maricá, Rio Bonito, Silva Jardim e Cachoeiras de Macacu são os que apresentam registros de eventos de inundações e enxurradas. É importante ressaltar que apenas dois municípios apresentaram registros de alagamentos: Saquarema e Cachoeiras de Macacu.

Conforme o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED UFSC, 2013), no período de 1991-2012 ocorreram 38 registros relacionados à eventos críticos, e em sua grande maioria associados às precipitações excessivas, nenhum de estiagem, sendo enxurradas e inundações com 23 e 10 ocorrências, respectivamente. Dentre os municípios inseridos na Região Hidrográfica Lagos São João, o município de Silva Jardim destaca-se pelo maior número de registros de desastres naturais, eventos estes em sua maioria relacionados a enxurradas e inundações.

Quanto a avaliação de queimadas, os resultados obtidos por meio da análise comparativa dos dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas Fogo (1985 a 2022) revelaram um aumento significativo nas áreas ao longo do tempo, ao comparar o ano de 1985 com os anos de 2000 e 2015. Foi constatado que durante este período, ocorreram queimadas em uma área superior a 2 mil hectares, sendo importante salientar que esse número mais que duplicou em comparação com a análise realizada entre os anos de 1985 e 2000. No entanto, é relevante destacar que a região apresentou uma notável redução na intensidade das queimadas em 2022, em comparação aos dados dos anos anteriores analisados neste estudo.

A análise da RH-VI revelou uma maior incidência de áreas queimadas nas UHPs VI-d Rio Una e VI-b Rio São João. Entre os municípios abrangidos por essa região, destacaram-se Cabo Frio e São Pedro da Aldeia como aqueles que registraram os maiores somatórios de áreas queimadas anualmente. Em Cabo Frio, o maior registro ocorreu no ano de 2000, totalizando 749,20 hectares de áreas queimadas o que corresponde a aproximadamente 2% da área do município.

4.2.1.4 Geologia

A história geológica da RV-VI abrange desde rochas de 2 bilhões de anos do Complexo Região dos Lagos até depósitos quaternários como areias, dunas, mangues e aluviões dos rios São João e Una. No Neoproterozóico, rochas predominam no noroeste e sudoeste, enquanto o Cambriano apresenta granitos em Silva Jardim, e o Cretáceo exibe rochas alcalinas e diques básicos. O Cenozoico inclui a Formação Barreiras e depósitos costeiros. Três eventos tectônicos marcaram a região: a formação do Orógeno Ribeira, a ruptura de Gondwana e a reativação tectônica no Eocretáceo-Eoceno, visível na falha da Ponta do Pai Vitório. O Terreno Cabo Frio colidiu com a Faixa Ribeira entre 530-510 Ma, formando dobras isoclinais. As bacias Campos e Santos situam-se no limite da RH-VI, com a costa moldada por oscilações do nível do mar, incluindo a deposição da Formação Barreiras no Mioceno e flutuações quaternárias, com pico há 5.150

anos. Como base cartográfica à Geologia, foi considerado principalmente o Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro em escala 1:400.000 (CPRM, 2016), por ser aquele que compõe toda a área da RH-VI. Tal levantamento reúne dados coletados em campo (mapeamento geológico), além de análise estrutural dos eventos tectônicos, petrografia, litogeoquímica, geocronologia isotópica e geoprocessamento.

Além da avaliação de dados secundários, também foi realizado levantamento em campo que permitiu detalhamento da caracterização geológica da RH-VI, conforme imagens apresentadas abaixo.

Figura 4.5 - Gnaisses (porção mais clara) com anfibolitos (“ANF”), da unidade PP3rl, cortados dos diabásios (“DIAB”) do Mesozoico - Praia de José Gomes - Arm. dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.6 - Gnaisses alterados (PP3rl) - afloramento; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b).

Figura 4.7 - Gnaisses alterados (PP3rl) –detalhe; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b).

Figura 4.8 - Ortognaisses (PP3rl) cortado por dique básico associado à quebra do antigo supercontinente Gondwana - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.9 - Porção de xenólito (pedaço de rocha metaígnea clara, mais antiga) em basalto (porção mais escura) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.10 - Rocha gnáissica cataclástica, com minerais estirados ("olhos" de feldspatos mais evidentes) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.11 - Costões rochosos (gnaisse - unidade PP3rl) - borda da Praia da Tartaruga - Rio das Ostras, UHP VI-b.

Figura 4.12 - Blocos com brechas (fragmentos angulosos das rochas pré-existentes envoltos por um material mais fino) - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f.

Figura 4.13 - Gnaisses bandados dobrados - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f.

Figura 4.14 - Costão rochoso de ortognaisses (unidade PP3rl) - desde as proximidades da Ponta do Pai Vitório, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.15 - Terreno brechado/cataclasado da falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e do gráben de Barra de São João), Ar.Búzios (UHP VI-g).

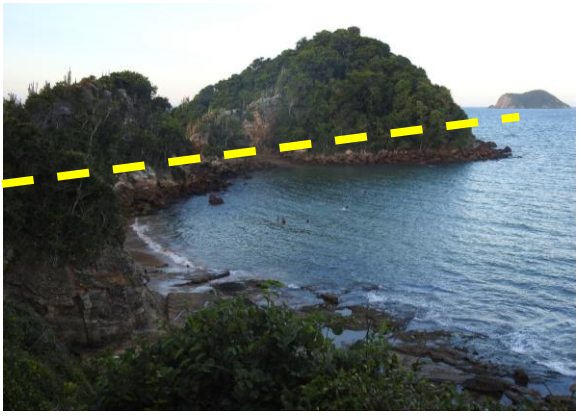


Figura 4.16 - Falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e um dos limites do gráben de Barra de São João), em alinhamento com a Ilha Feia (aos fundos), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 4.17 - Gnaisse milonitizado (provavelmente unidade PP3rl) - Cacheira do Amor - Silva Jardim (UHP VI-c).

A geologia, mapeada pela CPRM (2016), destaca ortognaisses (34,3% da área), granitos, rochas alcalinas e depósitos quaternários. A mineração explora areia, saibro, granito, gnaisse, argila e água mineral. Geossítios e roteiros geoturísticos, como a Fonte do Itajuru, reforçam o potencial turístico e científico.

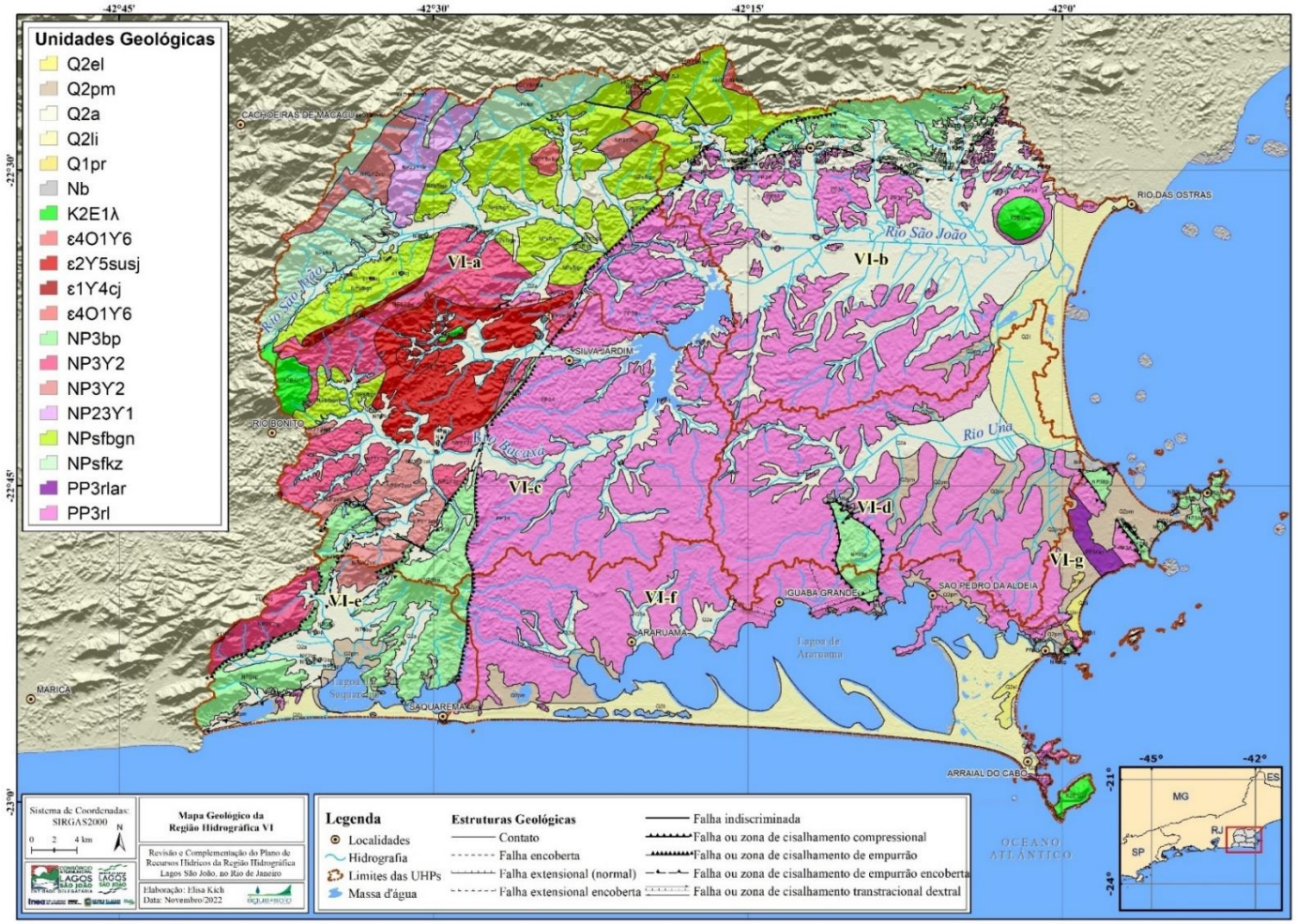


Figura 4.18 - Mapa Geológico da RH-VI com base em CPRM (2016).
Fonte: Elaboração própria.

4.2.1.5 Geomorfologia

A geomorfologia da RH-VI foi avaliada considerando Relevo, Declividade e Feições Geomorfológicas.

A informação principal utilizada para o Relevo foi o Modelo Digital de Elevação do SRTM com resolução de 30m. A região apresenta um relevo variado, com altitudes de zero nas áreas costeiras a 1.745 metros no noroeste, próximo à Serra do Mar. As regiões costeiras, como as UHPs da Lagoa de Araruama, Rio Una e Armação dos Búzios, têm planícies de baixa altitude com dunas, restingas e cordões arenosos, moldados por ações marítimas e eólicas. Na região central, entre os rios São João, Capivari, Bacaxá e as lagoas de Saquarema e Araruama, o relevo é intermediário, com planaltos, colinas e montanhas isoladas, enquanto elevações acima de 500 metros, como as serras de São João, Santana, Boa Vista e Taquaruçu, predominam nas UHPs VI-a, VI-b, VI-c e VI-e, com destaque para o Morro São João, um maciço alcalino de 800 metros na UHP VI-b. A declividade varia de plano (0-3%) em áreas próximas a rios, lagoas e costas, a escarpado (>75%) no noroeste, especialmente na UHP VI-a, influenciada pela Serra do Mar.

A RH-VI exibe todas as seis feições geomorfológicas do estado (INEA, 2011), com cordões arenosos, dunas e restingas no litoral, planícies fluviais e fluvio-marinhas (dominantes nas UHPs VI-d e VI-f), colinas, morros, serras isoladas e escarpadas, estas últimas frequentes na UHP VI-a. A CPRM classifica a RH-VI em dois domínios morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico, com maciços, superfícies aplainadas e escarpas, e as Bacias Sedimentares Cenozoicas, com planícies fluvio-marinhas.

A Superfície Aplainada da Região dos Lagos é a unidade mais extensa, cobrindo quase toda a UHP VI-g, seguida pelas planícies fluvio-marinhas da Baixada do Rio São João e Região dos Lagos. As duas classificações utilizadas para a avaliação das unidades geomorfológicas da região, do INEA e da CPRM, são semelhantes, destacando a oposição entre áreas montanhosas e planas próximas aos corpos hídricos, refletindo a influência da topografia e hidrografia na formação do relevo.

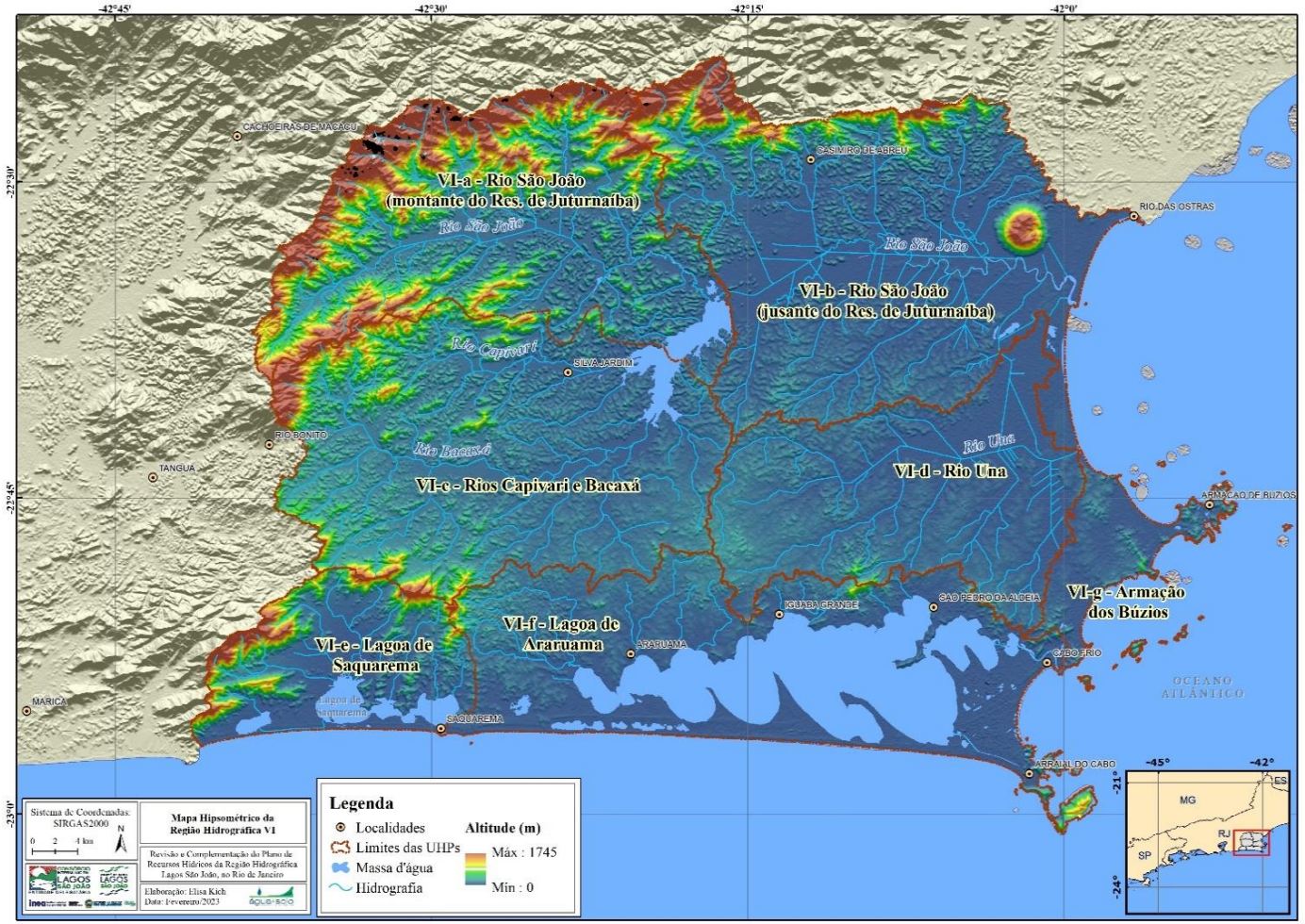


Figura 4.19 - Mapa de hipsometria da Região Hidrográfica VI
Fonte: Elaboração Própria.

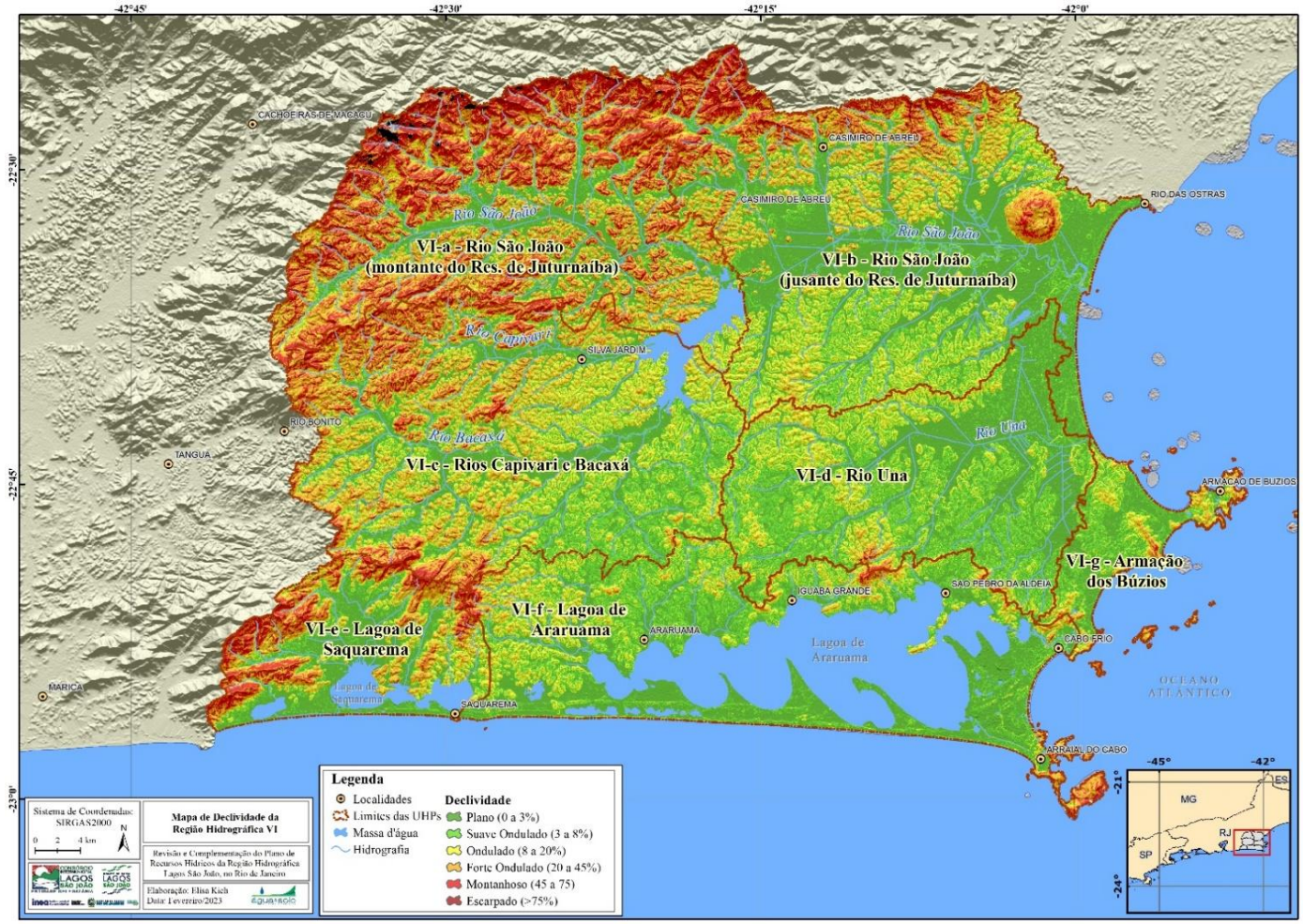


Figura 4.20 - Mapa de declividade da Região Hidrográfica VI
Fonte: Elaboração Própria.

4.2.1.6 Hidrogeologia

A hidrogeologia da RH-VI é influenciada pela geologia, relevo, clima e ação humana, com águas subterrâneas armazenadas e conectadas por aquíferos de porosidade intergranular (em depósitos sedimentares litorâneos e aluviões) ou fissural (em rochas ígneas e metamórficas). Mapas hidrogeológicos do Rio de Janeiro (CPRM, 2001, 2021; DRM, 2006) indicam baixa produtividade na RH-VI, com 91,9% da área nas classes 5 (muito baixa a localmente baixa) e 6 (pouco produtiva ou não aquífera). O domínio cristalino predomina (62,5%), enquanto o sedimentar (38,8%) é mais expressivo na UHP VI-b, com terrenos aluvionares do rio São João.

Cabo Frio possui a maior área sedimentar (264,5 km²), e municípios como Arraial do Cabo e Búzios têm alta proporção de sedimentos. Estudos apontam maior potencial aquífero em Saquarema, mas restrições a leste por salinização, com histórico de escassez de água potável, suprida por cacimbas e fontes como Itajuru. O Aquífero Tamoios apresenta alta condutividade hidráulica, enquanto aquíferos fraturados na bacia do rio Maratuã são heterogêneos. Barragens subterrâneas no rio Una podem otimizar o armazenamento de água para irrigação, destacando a importância de estudos detalhados para gerenciar a dinâmica hidrogeológica e a interface continente-marinho.

4.2.1.7 Pedologia

A disponibilidade de informações sobre a pedologia na RH-VI não é igual para toda a sua extensão. Grande parte (Quadrículas de Silva Jardim e Rio das Ostras, correspondendo a 2.589,21 km² ou 72,50 % da bacia) possui mapa de solos na escala 1:100.000 (LUMBRERAS et al., 2001), enquanto o restante da área (982,19 km² ou 27,50% da bacia) possui somente levantamento de solos na escala 1:250.000 (FILHO et al., 2003). Não sendo possível unificar os dois estudos sem perder-se a informação mais detalhada do mapa na escala 1:100.000, optou-se por fazer a caracterização pedológica da bacia separando-se essas duas áreas, realizando a caracterização pedológica individualmente para cada uma delas. Ao final da caracterização pedológica de toda a bacia são apresentadas tabelas, mostrando a área de ocorrência de cada unidade de mapeamento (nas duas escalas, quando for o caso) em cada UPH e, ao final, a quantificação das áreas de ocorrência dos diferentes tipos de solos.

Na UPH VI-a ocorrem predominantemente solos Cambissolos Háplicos (150,784 km² ou 31,406%), seguidos por Latossolos Amarelos (22,378 km² ou 22,378 %) e Argissolos Amarelos

(90,000 km² ou 18,746 %), caracterizando-se por ser uma UPH com uma maioria de solos moderadamente profundos e profundos e bem drenados. O mapa pedológico final, contendo a tipologia de solo presente na RH-VI é apresentado na Figura 4.21.

Na UPH VI-b ocorrem predominantemente Gleissolos, como os Gleissolos Melânicos (213,811 km² ou 29,043%) e Gleissolos Háplicos (105,128 km² ou 14,280%), seguido por Argissolos Amarelos, com 147,513 km² ou 20,037%, caracterizando uma UPH com uma grande quantidade de solos mal drenados.

Na UPH VI-c ocorrem predominantemente solos profundos e bem drenados como os Argissolos Amarelos (238,863 km² ou 34,151 %) e Argissolos Vermelho-Amarelos (117,673 km² ou 16,824 %), seguidos por uma quantidade significativa de solos mal drenados como os Gleissolos Háplicos (192,561 km² ou 27,531 %) e os Planossolos Hidromórficos (38,332 km² ou 5,480 %).

Na UPH VI-d ocorrem solos mal drenados como os Gleissolos Melânicos (122,029 km² ou 29,043%) e os Gleissolos Háplicos (33,767 km² ou 7,184%) e os Planossolos Hidromórficos (66,080 km² ou 14,058%). Os Argissolos Amarelos são os solos bem drenados de maior ocorrência (110,379 km² ou 23,483%).

Na UPH VI-d ocorrem majoritariamente os solos bem drenados, os Argissolos Vermelhos (21,712 km² ou 37,222%) e os Argissolos Amarelos (12,793 km² ou 21,932%), embora também ocorra uma área expressiva de solos mal drenados como os Gleissolos Melânicos (12,429 km² ou 21,308%).

Na UPH VI-e predominam os solos bem drenados Argissolos Vermelho-Amarelos (67,364 km² ou 30,581%), Argissolos Vermelhos (40,240 km² ou 18,268%) e Argissolos Amarelos (15 km² ou 7,243%) e solos moderadamente drenados como os Neossolos Flúvicos (54,239 km2 ou 24,623%), que ocorrem em áreas próximas a rios onde houve deposição de materiais pelos rios.

Na UPH VI-f predominam os solos bem drenados Argissolos Amarelos (128,125 km² ou 36,763%), Argissolos Vermelhos (49,762 km² ou 14,278%) e Espodossolos Cárbicos (38,140 km² ou 10,943%).

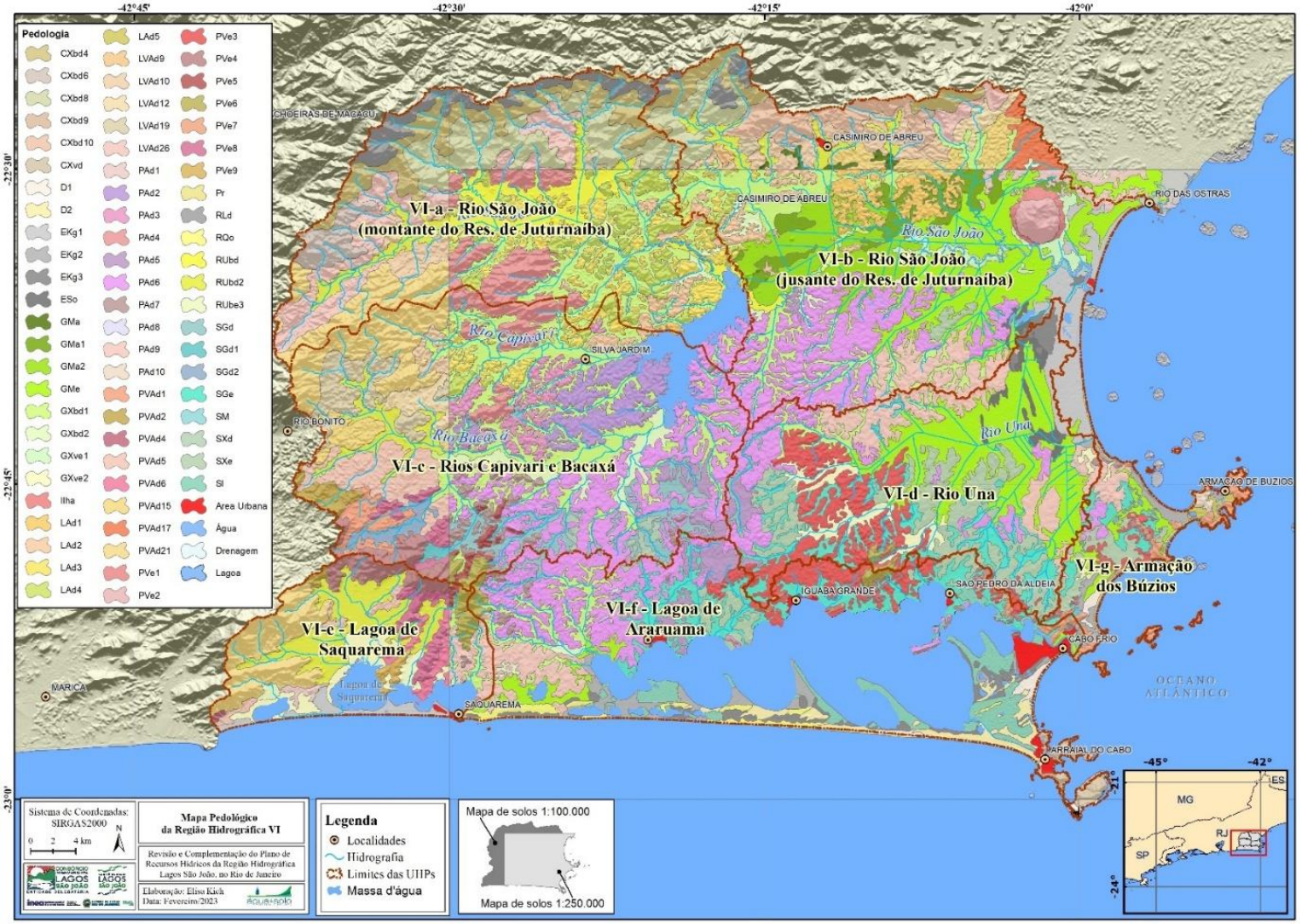


Figura 4.21 - Mapa de classificação pedológica da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela.4.2 - Quantificação das áreas da ocorrência dos tipos de solo por UPH.

TIPO DE SOLO	UHP															
	VI-a		VI-b		VI-c		VI-d		VI-d		VI-e		VI-f		Total	
	ÁREA															
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Argissolos Amarelos	90,00	18,74	147,5	20,03	238,8	34,15	110,3	23,48	12,7	21,93	15,95	7,243	128,1	36,76	869,21	24,05
Argissolos Vermelhos					33,59	4,804			21,7	37,22	40,24	18,26	49,76	14,27	205,60	5,691
Argissolos Vermelho-			36,98	5,024	117,6	16,82					67,36	30,58			274,44	7,596
Cambissolos Háplicos	150,7	31,40	87,98	11,95									9,888	2,837	292,00	8,082
Espodossolos Cárbicos			2,086	0,283			16,19	3,446	9,69	16,61	12,11	5,501	38,14	10,94	104,07	2,881
Espodossolos			2,849	0,387			11,29	2,403							16,934	0,469
Gleissolos Melânicos	0,216	0,045	213,8	29,04			122,0	25,96	12,4	21,30	0,016	0,007	15,36	4,409	440,23	12,18
Gleissolos Háplicos	64,41	13,41	105,1	14,28	192,5	27,53	33,76	7,184	1,70	2,924	30,27	13,74	26,49	7,601	533,41	14,76
Latossolos Amarelos	107,4	22,37	53,59	7,280	28,12	4,021	2,797	0,595							226,23	6,262
Latossolos Vermelho-			29,32	3,983	22,39	3,202	21,84	4,646							85,388	2,363
Neossolos Flúvicos	67,24	14,00	24,24	3,293	20,76	2,969					54,23	24,62			211,38	5,851
Neossolos											0,077	0,035			0,112	0,003
Neossolos Litólicos			10,02	1,361											11,381	0,315
Planossolos			18,00	2,445	38,33	5,480	66,08	14,05					64,06	18,38	208,46	5,770
Planossolos Háplicos			4,656	0,632	7,113	1,017	85,65	18,22					16,68	4,786	133,98	3,708
Total	480,1	100,0	736,1	100,0	699,4	100,0	470,0	100,0	58,3	100,0	220,2	100,0	348,5	100,0	3.612,8	100,0

Fonte: Elaboração própria.

4.2.1.8 Uso e ocupação do solo

A análise do uso e ocupação do solo na RH-VI, com base nos dados do projeto MapBiomas (Coleção 7, 2022) e estudos regionais, mostra como as atividades humanas moldam a paisagem e impactam os recursos hídricos. Abrangendo o período de 1985 a 2021, o levantamento indica que, em 2021, a pastagem, era o uso mais preponderante, ocupando 44,27% da região (1502,92 km²), apesar de apresentar uma redução de 8,11% desde 2001. As formações florestais, segunda maior classe, cobrem 25,84% (877,38 km²) e cresceram 5,67%, especialmente em áreas de conservação. As áreas urbanizadas aumentaram 42,4%, passando de 4,94% para 7,03% (238,57 km²), principalmente próximo à costa e lagoas, ameaçando manguezais e restingas. Mosaicos de usos (7,42%), corpos d'água (9,18%) e campos alagados (3,27%) também são relevantes, enquanto classes como aquicultura, mangues e mineração ocupam menos de 1% cada.

O Censo Agropecuário de 2017 sugere que algumas áreas mapeadas como pastagens podem estar subutilizadas, com vegetação herbácea natural ou usadas para agricultura, como citrus, cana-de-açúcar e arroz. Entre 2001 e 2021, o crescimento urbano foi mais intenso na UPH VI-d (aumento de 98%), impulsionado por áreas agrícolas como São Vicente de Paula, enquanto a VI-a, dominada por florestas (56%), teve urbanização mínima, mas perdeu vegetação perto de centros urbanos. A VI-b apresenta florestas ao norte e pastagens ao sul, com expansão urbana em Casimiro de Abreu. A VI-e, com 28% de florestas, e a VI-f, com 55% urbanizada, mostram crescimento urbano próximo a unidades de conservação e lagoas, com redução de 17% nas pastagens na VI-f. A VI-g, majoritariamente pastagens e mosaicos (60%), teve aumento urbano de 67% e perda florestal de 27%, com conflitos em áreas como a APA do Pau Brasil.

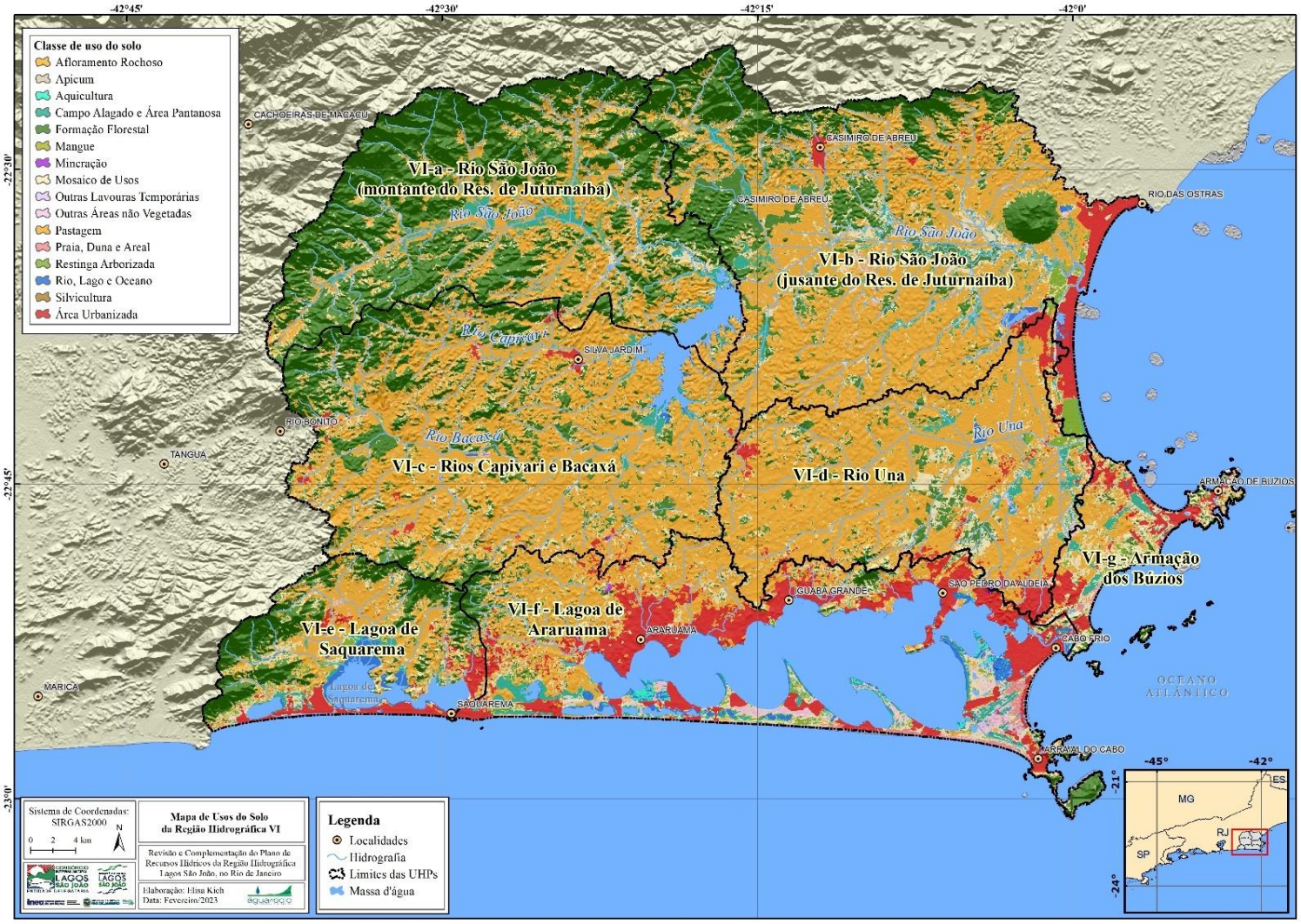


Figura 4.22 - Mapa de uso e ocupação do solo da RH-VI.
Fonte: MapBiomas (2022).

4.2.1.9 Erosão

A erosão hídrica, principal causa de degradação do solo em regiões tropicais e subtropicais, é um processo natural que envolve a desagregação e remoção de partículas do solo, principalmente pela chuva, resultando em perda de horizontes superficiais, movimentos de massa e deformação do terreno. A suscetibilidade à erosão pode ser avaliada por modelos matemáticos como a USLE (*Universal Soil Loss Equation*), que calcula a perda de solo (ton/ha.ano) com base em fatores como erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), topografia (LS) e manejo/cobertura do solo (CP).

Para a RH-VI, o fator R calculado, que avalia a capacidade da chuva erodir um local com solo desprotegido, resultou em 58,47% da área com erosividade forte e 8,60% muito forte, segundo a classificação proposta por Carvalho (2008). O fator K, que expressa a capacidade de cada tipo de solo em resistir à erosão hídrica, foi obtido através do Mapa de Solos do Rio de Janeiro e revisões bibliográficas, e variou de 0 a 0,045, com 59,78% da área na classe de risco médio. O fator LS, que combina comprimento e declividade do terreno, foi calculado com um Modelo Digital de Elevação (MDE) de 30 metros, mostrando 64,65% da área com baixo impacto topográfico.

O fator de manejo e cobertura do solo e práticas conservacionistas (CP) é resultado da combinação dos fatores C e P da metodologia USLE, representando a influência do uso do solo na erosão. O fator C expressa a variação da erosão em função do tipo de cobertura e manejo, enquanto o fator P se refere às práticas conservacionistas, como terraceamento e plantio em contorno. Na região estudada, devido à dificuldade em identificar práticas conservacionistas, adotou-se P = 1, condição que indica ausência dessas práticas e maior suscetibilidade à erosão.

Para a determinação do fator C, foram cruzados os dados de uso e cobertura do solo do MapBiomas (2021) com informações de Costa et al. (2005) para o estado do Rio de Janeiro, resultando em valores específicos para cada classe de uso. Os menores valores de C foram atribuídos a áreas com maior cobertura vegetal, como florestas e restingas, enquanto os maiores correspondem a solos expostos, mineração e áreas agrícolas. Os resultados foram espacializados em mapa, integrando os fatores R, K, LS e CP para a RH-VI (Figura 4.23).

A estimativa da erosão potencial (A), calculada pelo método USLE a partir dos fatores definidos anteriormente, indica a perda de solo em toneladas por hectare por ano. A classificação, baseada na FAO (1980), varia de muito baixa a muito alta vulnerabilidade. A Figura 4.24 mostra que

mais de 75% da área apresenta potencial muito baixo de erosão (0 a 5 ton/ha.ano). As classes baixo e médio correspondem a cerca de 6,5% e 11,5% da área, distribuídas por todas as UHPs. Já as áreas com perdas acima de 50 ton/ha.ano representam menos de 7% do território, localizando-se principalmente na região noroeste, além de pontos nos municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios, associadas à combinação de declividade e uso do solo.

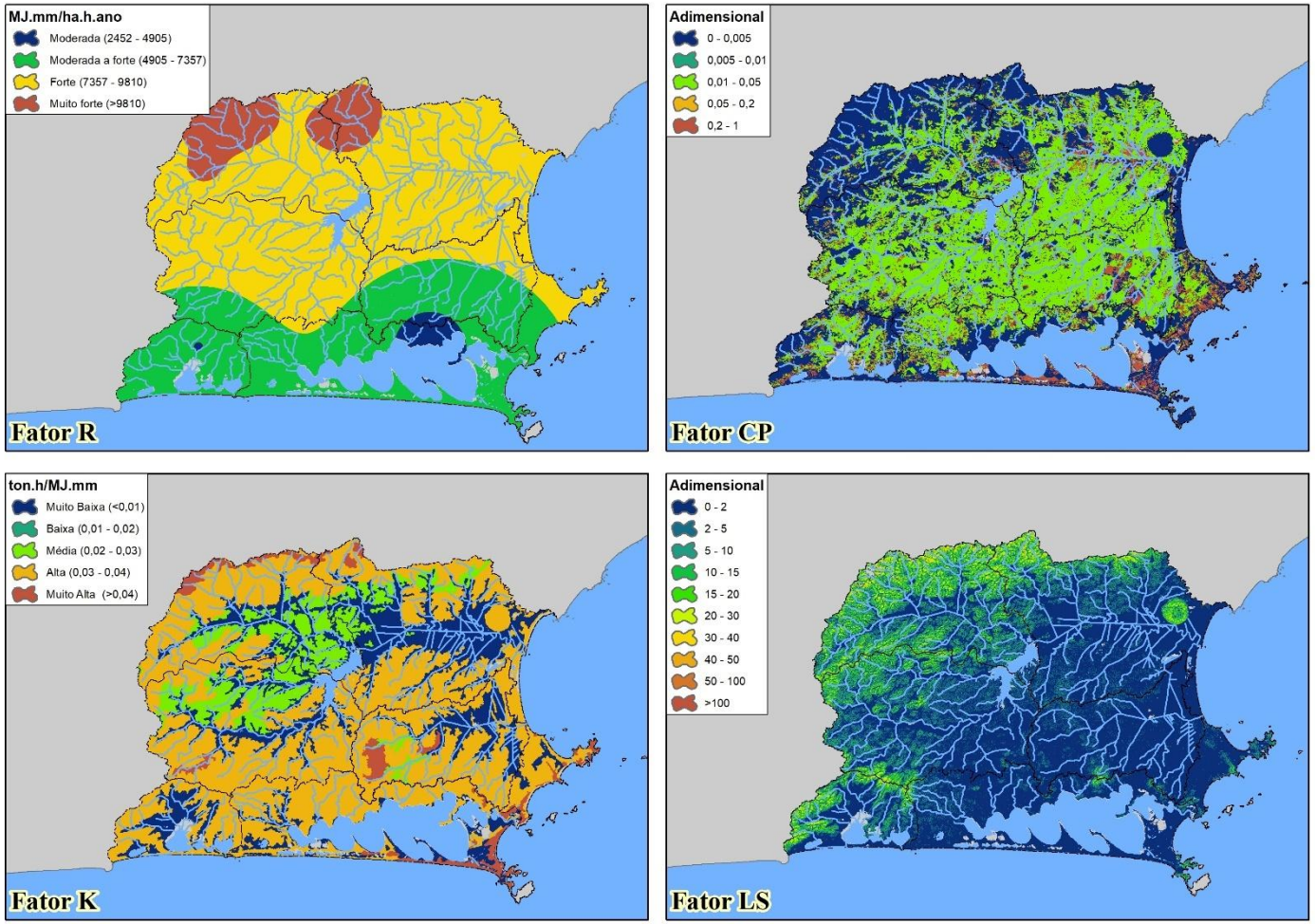


Figura 4.23 - Mapa dos fatores R, K, LS e CP da metodologia USLE para a RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 4.24 - Mapa de suscetibilidade à erosão da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

4.2.2 Variáveis bióticas

4.2.2.1 Vegetação Terrestre e Aquática

A RH-VI encontra-se integralmente na área de domínio ecológico do bioma Mata Atlântica. cobertura original dessa região era constituída por formações típicas das áreas aluviais (vegetação herbácea) e das praias, dunas e restingas (vegetação arbórea e herbácea). A Mata Atlântica é considerada atualmente como um dos mais ricos conjuntos de ecossistemas em termos de diversidade biológica do planeta.

Na RH-VI observa-se um mosaico de cobertura vegetal. O arranjo da cobertura vegetal varia de acordo com o tipo de solo, altitude e influência marinha. Onde as partes mais altas apresentam formações de floresta ombrófila, floresta estacional, savana estépica arborizada, restinga e mangues. A seguir, as UHPs são caracterizadas quanto a sua vegetação seguindo a classificação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). As UHPs VI-a/VI-b e VI-d/VI-g foram aglutinadas na avaliação, segue:

- UHPs do Rio São João (montante e jusante) – VI-a e VI-b: A vegetação consiste em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana e Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas na parte jusante da Bacia, em especial na área de Cabo Frio, bem como formações de restingas e mangue na porção a jusante;
- UHP dos Rios Capivari e Bacaxá – VI-c: A vegetação consiste em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Submontana;
- UHP da Lagoa de Saquarema – VI-e: A vegetação desta região consiste em fragmentos de florestais aluviais, restingas de diversos tamanhos, mangues e campos salinos;
- UHP da Lagoa de Araruama – VI-f: Essa região é composta predominantemente por vegetação baixa, como as restingas, a savana estépica arborizada e os mangues e campos salinos. A Área de Proteção Ambiental de Massambaba nos municípios de Saquarema, Araruama e Arraial do Cabo é umas das restingas mais preservadas da região, com grande diversidade de espécies (ARAUJO, 2009);
- UHPs do Rio Una e Armação de Búzios– VI-d e VI-f: Esta região consiste em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas, restinga arbórea, arbustiva e herbácea, Savana estépica arborizada, mangue e campos salinos. O local

apresenta alto grau de conservação nas áreas de floresta e restinga, sendo um local alto grau de endemismo e diversidade de espécies.

Aponta-se ainda, que as florestas próximas ao mar eram ricas em pau brasil (*Paubrasila echinata*), no entanto a espécie foi intensamente explorada, restando duas pequenas manchas, sendo uma na Serra das Emerências, com cerca de 300 árvores, e outra no Parque Municipal da Boca da Barra, junto à foz do canal de Itajuru. Esta última, com apenas 38 ha, abriga uma população de cerca de 100 árvores de pau-brasil (CBHLSJ, 2005).

Para a pesquisa de áreas endêmicas, utilizou-se o conceito de Centro de Diversidade para regiões geográficas prioritárias que abrigam concentrações de diversidade genética de uma ou mais espécies, sendo, portanto, territórios estratégicos para a manutenção do reservatório genético e assim determinantes na continuidade das populações.

A região de Cabo Frio, no Rio de Janeiro, é um Centro de Diversidade Vegetal (CDV) reconhecido pelo WWF/IUCN devido à alta concentração de espécies endêmicas e comunidades vegetais únicas, associadas a um clima seco e ambiente heterogêneo. Com cerca de 1.562 km², abrange oito municípios (Maricá, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios) e é delimitada pelo Rio São João e bacias de lagoas como Saquarema e Araruama. A vegetação de restinga, predominante na área, varia de arbustiva a arbórea, incluindo mangues e áreas inundáveis, com alta diversidade de espécies, abrigando 65% das endêmicas do estado e 26 das 32 espécies exclusivas das restingas fluminenses. A região, com altitude de até 500 metros, é um enclave fitogeográfico devido ao clima semiárido, influenciado pela ressurgência costeira e ventos locais.

Quanto as espécies ameaçadas, um estudo realizado no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio (CDVCF), que resultou no inventário florestal com a definição de padrões de distribuição geográfica com espécies arbóreas de Fabaceae (RIBEIRO e LIMA, 2009), indicou alta diversidade taxonômica, com 81 táxons de Fabaceae no CDVCF, superior a outras áreas da Mata Atlântica. Dentre as espécies, cinco estão na Lista Oficial das Espécies Ameaçadas do Brasil (2022): *Paubrasilia echinata* e *Swartzia glazioviana* (em perigo), *Amburana cearensis, Grazielodendron riodocensis* e *Melanoxylon brauna* (vulneráveis), com várias sendo endêmicas do Sudeste ou do Rio de Janeiro. A região também abriga 17 espécies de Cactaceae, com destaque para *Pilosocereus ulei* (cabeça-de-velho), endêmico, em perigo de extinção e com

tendências para o declínio populacional em função de sua restrita distribuição (~200 km²) em um ambiente que sofre perdas contínuas em sua extensão e da qualidade dos hábitats especialmente em função do avanço imobiliário (SANTIAGO e DESLANDES, 2011).

Figura 4.25 - O raríssimo Cacto Cabeça Branca ou Cacto Cabeludo (*Pilosocereus ulei*) que encontra-se em Perigo de Extinção (EN).
Fonte: Filipi Miranda Soares via Biodiversity4all (2021).

Figura 4.26 - Ramo florido de pau-brasil (*Paubrasilia echinata*).
Fonte: Haroldo Cavalcante de Lima via Flora do Brasil(2020).

Figura 4.27 - Inflorescência de *Swartzia glazioviana* (Taub.) Glaz., espécie endêmica conhecida somente em Cabo Frio, RJ, pelo menos algumas vezes encontrada em florestas secundárias em formações de Floresta Ombrófila e Restinga
Fonte: Vidal Mansano via Flora do Brasil (2018).

A RH-VI é uma região com alto grau de endemismo, porém tais registros estão sempre associados a vegetação terrestre. Em contraponto, os corpos hídricos de toda a região, são vitais para a manutenção dos habitats onde estas espécies terrestres e endêmicas são encontradas. Além disso, até o início do século passado, essas vegetações sofreram menos impactos antrópicos, mas a drenagem e o saneamento alteraram o regime hidrológico, alterando significativamente as formações vegetais aquáticas.

Figura 4.28 - A taboa (*Typha dominigensis*) espécie muito comum em áreas alagadas e que é característica de ambientes intensamente assoreados
Fonte: Javier Martin via Wikimidia (2009).

Figura 4.29 - As lentilhas d'água (*Lemna minor*) que são potencialmente invasoras e prolíficas em cursos hídricos antropizados
Fonte: Eduard Garin via Biodiversity4all (2013).

Figura 4.30 - Exemplar do gênero Gracilaria.
Fonte: Patrícia G. Araújo via Repositório UFPE (2005).

A presença e variação populacional de algumas espécies podem ser utilizadas como indicadores de impactos de atividades antrópicas. Um exemplo de tal avaliação é a retilinização de diversos afluentes e do Rio Una para a prática da agropecuária, que acarretou na redução da vazão do rio. Além disso o lançamento de efluentes neste rio faz com que o mesmo se encontre poluído. Estes fatores permitem a proliferação excessiva de macrófitas que reduzem a velocidade do fluxo de água, permitindo maior infiltração de água no solo e incrementam as perdas por evapotranspiração, o que reduz a vida útil dos mananciais. Estas plantas aquáticas, em quantidade exagerada, eutrofizam o ambiente e servem como bioindicadoras de ambientes degradados. Ao logo de todo o rio é comum a presença de *Nymphaea sp, Eichornia sp.* e *Typha angustifólia,* por vezes impedindo até a visualização da coluna d'água. A presença da última, pode ser interpretada como sinal de assoreamento e estágio final de degradação ambiental (SOFFIATI, 2021; GOMES e NEGRÃO, 2009).

De forma geral, entende-se que a RH-VI é um hotspot de biodiversidade aquática, com vegetações associadas a corpos d'água que, apesar de não apresentarem espécies aquáticas endêmicas, são cruciais para a manutenção de ecossistemas terrestres endêmicos. A degradação ambiental, como assoreamento e eutrofização, ameaça essas formações, enquanto a alta diversidade de macroalgas, impulsionada pela ressurgência costeira, oferece grande potencial comercial, especialmente para produtos como ágar-ágar e carragenana. No entanto, a exploração sustentável dessas algas requer estudos detalhados, considerando que a região está

em uma Unidade de Conservação, destacando a necessidade de equilibrar conservação e uso econômico.

4.2.2.2 Fauna Terrestre e Aquática

A RH-VI destaca-se pela rica fauna terrestre, especialmente em restingas, que abrigam a única ave endêmica de restinga do Brasil, *Formicivora littoralis*, criticamente ameaçada (CR) (GONZAGA e PACHECO, 1990; IUCN, 2023). A região possui corredores ecológicos para espécies como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), também ameaçado, e outras como guaxinins, pica-pau dourado, coruja buraqueira e diversas aves de brejos. Projetos como o da Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD) promovem a conservação através de projetos que já restauraram 62 hectares de Mata Atlântica na Reserva Biológica Poço das Antas e plantaram 20 mil mudas nativas com apoio da ExxonMobil (BNDES e Arteris Fluminense, 2020). A fauna de mamíferos, com cerca de 100 espécies, desempenha papéis ecológicos cruciais (herbivoria, polinização, dispersão de sementes), incluindo roedores (*capivaras*, *cutias*), marsupiais (*gambás*), primatas (*macaco-prego*, *bugio*), e carnívoros como *onça-parda* e *jaguatirica* (ALMADA, 2015).

A fauna aquática e semiaquática da região é favorecida por habitats variados (rios, lagoas, mangues, estuários e mar). Alterações hidrológicas, como a retificação do Rio São João (1950-1985), reduziram habitats de brejos e lagoas, impactando espécies endêmicas (PINTO e SEIXAS-FILHO, 2016; SANTOS, 2019). Atualmente, 102 espécies de peixes podem ser encontradas na bacia do rio São João, sendo 51 de água doce e 51 marinhos/estuarinos, com 13 ameaçadas ou endêmicas, como *Nematolebias catimbau* (CR), que só ocorre em um pequeno córrego que drena para a Lagoa de Saquarema, e *Brycon insignis* (EN) (SANTOS, 2019; BIZERRIL, 1995).

Outras espécies que merecem destaque são, o guaiamum, o caranguejo uçá e o jacaré-do-papo-amarelo. O guaiamum (*Cardisoma guanhumi*) é um caranguejo encontrado nas regiões de mangue da foz do rio São João e a sua captura faz parte da tradição local. Ele consta como "vulnerável" na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção (Brasil, 2022).

A área lagunar e marinha da RH-VI é conhecida por sua expressiva diversidade biológica, isto está associado ao fenômeno da ressurgência, que provoca o enriquecimento de nutrientes da coluna d'água dando base para toda a teia trófica.

A região costeira é constituída por diversas lagunas conectadas ao mar, por várias praias arenosas entrecortadas por costões rochosos e com batimetria variável. É justamente nos costões rochosos onde se concentram a maior diversidade faunística marinha. Eles são base para a formação de recifes, que por sua vez são a base da cadeia trófica e servem de aporte de diversas espécies para as lagoas da região. As unidades de conservação, especialmente a RESEXMar de Arraial do Cabo são fundamentais para a preservação das espécies associadas aos costões rochosos.

Assim, entende-se que a RH-VI é um *hotspot* de biodiversidade, com uma fauna terrestre e aquática excepcionalmente diversa, marcada por alto endemismo e espécies ameaçadas, como o *Formicivora littoralis* e o *mico-leão-dourado* (terrestres), e *Nematolebias catimbau* e *cavalo-marinho* (aquáticos). A interação entre fauna e flora, como plantas zoófilas e processos ecológicos (polinização, dispersão de sementes), é crucial para a manutenção dos ecossistemas. Contudo, impactos antrópicos, como retificação de rios, introdução de espécies exóticas e pressão de captura, ameaçam essa biodiversidade. Iniciativas como o Projeto Mico-Leão-Dourado e a RESEXMar de Arraial do Cabo são fundamentais para a conservação, mas a sustentabilidade exige maior proteção contra a degradação de habitats e manejo adequado de espécies invasoras, equilibrando preservação ecológica com atividades econômicas e culturais.

Figura 4.31 - O endêmico passeriforme formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*) considerado como criticamente em perigo de extinção.
Fonte: Guilherme Serpa via Wikiaves (2022).

Figura 4.32 - *Mico-Leão-Dourado*.
Fonte: Joël Sartore via National Geographic (2020).

Figura 4.33 - O *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) a maior espécie do gênero e que é comum no litoral norte-fluminense encontrado na mata semi-decidual.
Fonte: Wilson Uieda via Lume UFRGS (2009).

Figura 4.34 - O Veado-Mateiro (*Mazama americana*).
Fonte: Andres Piscitello via Biodiversity4all (2018).

Figura 4.35 - O jaguarundi (*Puma yagouaroundi*).
Fonte: Projeto Gatos do Mato – Brasil via ICMBio(2012).

Figura 4.36 - O cachorro do mato (*Cerdocyon thous*)
Fonte: Diego Carús via Biodiversity4all (2016).

4.2.2.3 Atividade de Pesca

A pesca na RH-VI destaca-se em Cabo Frio, com o maior porto da Região dos Lagos, e é predominantemente artesanal, apesar de haver a ocorrência de pesca industrial em mar aberto (SILVA, 2014). A pesca é realizada em ambiente lagunar e marítimo, utilizando trapiches e praias, com ênfase em Juturnaíba e na foz do Rio São João, onde espécies exóticas e pesca predatória impactam peixes nativos como o robalo (BRASIL, 2005; FONSECA, 2022).

Na foz do rio São João predominam a pesca de linha, mergulho, rede de espera, caída e arrasto de camarão, que é feita a partir da margem ou por embarcações de pequeno porte (até cinco metros). Além de peixes e camarões, também é tradicional da região a prática de catar guaiamuns, ostras, caranguejo-uçá, siris e pitús (isca para o robalo) (FONSECA, 2022).

Na Lagoa de Araruama, 5 mil famílias dependem da pesca de tainha, camarão e outros, para sobreviver (SILVA, 2014). Na Lagoa de Saquarema, os principais pescados são a tainha, o siri, o parati, a mistura, a corvina, o pargo-rosa e o camarão. Na área marinha, encontra-se a Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo (RESEXMAR-AC), criada com o objetivo de proteger a cultura tradicional da pesca artesanal em Arraial do Cabo. Esta UC é uma das áreas mais importantes da pesca artesanal do país, onde encontram-se variadas modalidades de pesca.

Para diminuir a pressão sobre as comunidades nativas de mexilhões e ostras, foi criada a Associação de Catadores de Mexilhões de Arraial do Cabo (ACRIMAC) que, dentre outros aspectos, proporcionou o cultivo desses animais na Praia do Forno em Arraial do Cabo. Atualmente, esses maricultores também cultivam vieiras, espécie que possui maior valor agregado (FONSECA, 2022).

A pesca na RH-VI é muito antiga e tradicional, sendo uma atividade fundamental para a economia e cultura, mas enfrenta ameaças como pesca predatória, assoreamento e turismo desordenado. Deve ser considerada como uso prioritário para avaliação do gerenciamento dos recursos hídricos na RH-VI.

4.2.3 Áreas protegidas

4.2.3.1 Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais

O Código Florestal brasileiro (Lei Federal 12.651/12) define Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais como instrumentos de proteção ambiental. As APPs são áreas com características especiais (margens de rios, lagoas, nascentes, encostas com declividade >45°,

restingas, manguezais, topos de morros, áreas acima de 1.800 m) destinadas a proteger recursos naturais, equilíbrio ecológico e bem-estar humano (BRASIL, 2012a). No Rio de Janeiro, a Constituição Estadual de 1989 no artigo Art.268 reforça tais diretrizes no âmbito do limite estadual (RIO DE JANEIRO, 1989). Reservas Legais, obrigatórias em propriedades rurais (20% da área da propriedade no RJ), visam conservar biodiversidade e recursos naturais, permitindo uso sustentável desde que haja um plano de manejo da área aprovado (BRASIL, 2012a).

Na RH-VI, as APPs totalizam 242,45 km² (6,6% da área total da região), com destaque para faixas marginais de rios (98,15 km²) e topos de morro (84,7 km²), que representam 76% das APPs (INEA, 2010; SERLA, 2003). A UHP VI-a (montante do reservatório de Juturnaíba) tem a maior proporção de APPs (15,47%), incluindo declividades e nascentes, seguida da UHP VI-b com 8,49 km², na qual destacam-se os manguezais, e da UHP VI-f com 4,29 km², em especial em faixas de proteção de lagoas, como Araruama. Reservas Legais na Mata Atlântica proíbem corte raso e apoiam controle de pragas e qualidade hídrica, mas a falta de planejamento e assistência técnica dificulta seu manejo adequado, levando a casos de descumprimento da legislação (VALENTE e GOMES, 2005; MARTINS e SILVA, 2007).

Com o propósito de identificar e representar as diversas categorias de Áreas de Preservação Permanente encontradas na RH, foi desenvolvido a Figura 4.37 utilizando técnicas de geoprocessamento e coleta de dados geoespaciais disponibilizados no portal GeoInea e SICAR, relativos ao estado do Rio de Janeiro, mapeadas na escala cartográfica 1:25.000. A Tabela 4.3 apresenta as extensões de APP em cada UHP.

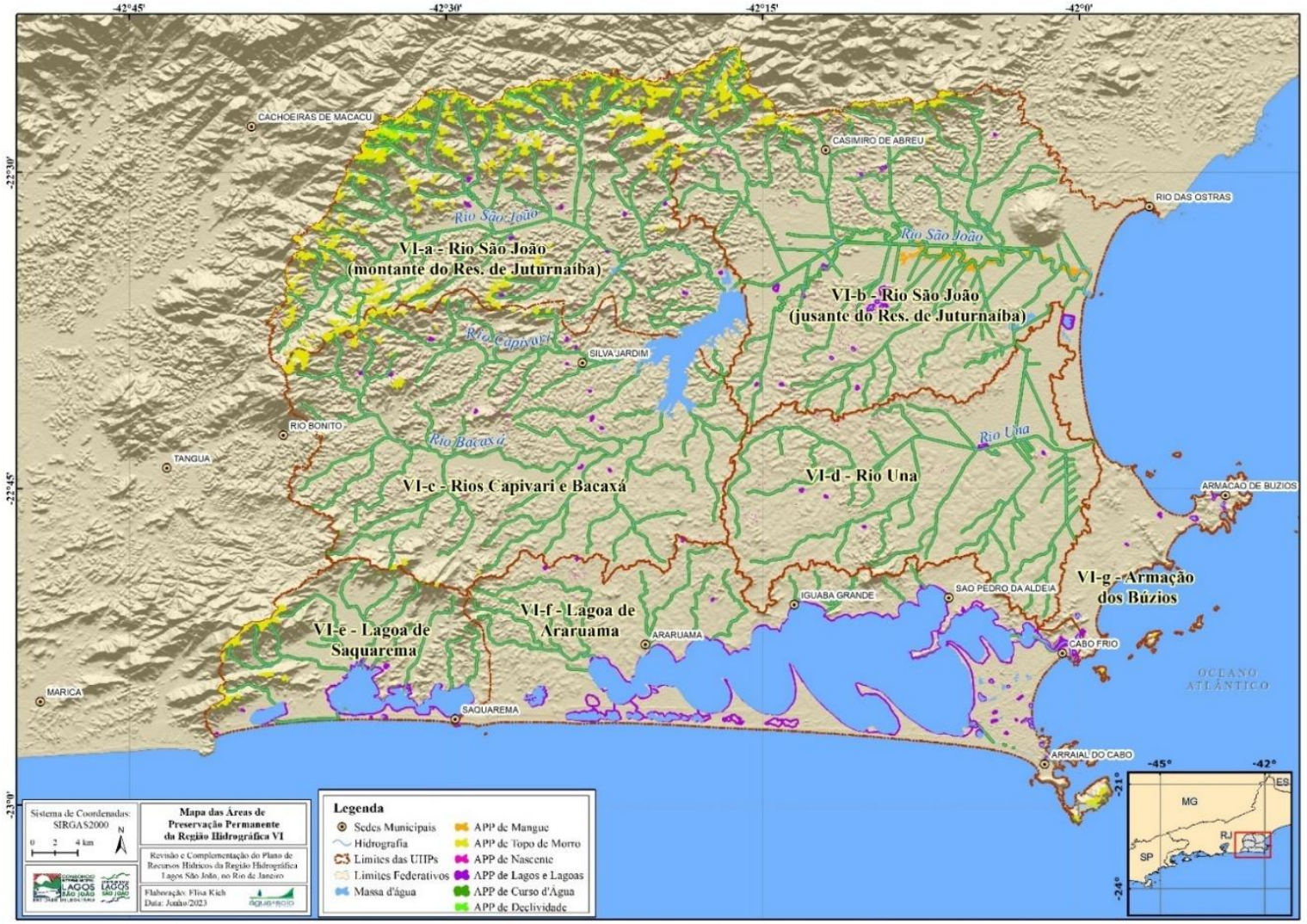


Figura 4.37 - Mapa das Áreas de Proteção Permanente na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.3 - Áreas de Preservação Permanente na RH-VI.

UHP	Área Total (km²)	Total (área APP/área total)	
		km²	%
VI-a	617,60	95,56	15,47
VI-b	807,18	68,53	8,49
VI-c	733,32	31,48	4,29
VI-d	462,85	15,52	3,35
VI-e	250,24	14,03	5,61
VI-f	676,93	16,77	2,48
VI-g	100,60	0,55	0,55
Total	**3.648,72**	**242,45**	**6,64**

Fonte: Elaboração própria.

4.2.3.2 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas protegidas instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei nº 9.985/2000) para preservar biomas, ecossistemas e espécies, com limites e regulamentações específicas. Na RH-VI, há 55 UCs (federais, estaduais, municipais e privadas, como RPPNs), cobrindo 2.889,01 km², sendo 1.902 km² dentro da região (52,13% da área total).

As UCs incluem 19 Áreas de Proteção Ambiental (APAs), 15 RPPNs, 13 parques (municipais, estaduais e nacionais), além de áreas de relevante interesse ecológico, reservas biológicas, extrativistas e refúgios de vida silvestre. A maioria (32) é municipal, totalizando 54.724 hectares. Dados detalhados, como decretos de criação, áreas e planos de manejo, estão nas Tabelas 3.42, 3.43 e 3.44, com localização na Figura 4.38. A APA Federal da Bacia do Rio São João (150.373 ha) é a mais extensa, cobrindo 41% da UHP VI-a, seguida pela Reserva Biológica de Poço das Antas (5.052 ha). As UCs protegem a Mata Atlântica e espécies como o mico-leão-dourado, mas enfrentam pressões antrópicas, como caça, pesca predatória, desmatamento, queimadas, uso de agrotóxicos, expansão urbana e turismo desordenado. Na UHP VI-a, 99,1% da área é ocupada por UCs, enquanto na UHP VI-d (Rio Una), apenas 6,1%. Zonas de Amortecimento (3 km) das UCs de Proteção Integral (como parques estaduais e refúgios) mostram pressão de áreas antropizadas, com 35% de pecuária e 16% de urbanização. O Parque Estadual da Costa do Sol é o mais impactado, com 82 km² de pastagem e 93 km² de áreas urbanizadas. A RH-VI, junto com a RH-I, destaca-se por abrigar 78% das florestas em UCs, apesar de 48% do território ser protegido. Unidades de Uso Sustentável buscam conciliar

conservação e uso de recursos, mas a expansão urbana e turística ameaça a biodiversidade, especialmente nas áreas costeiras de Arraial do Cabo e Cabo Frio.

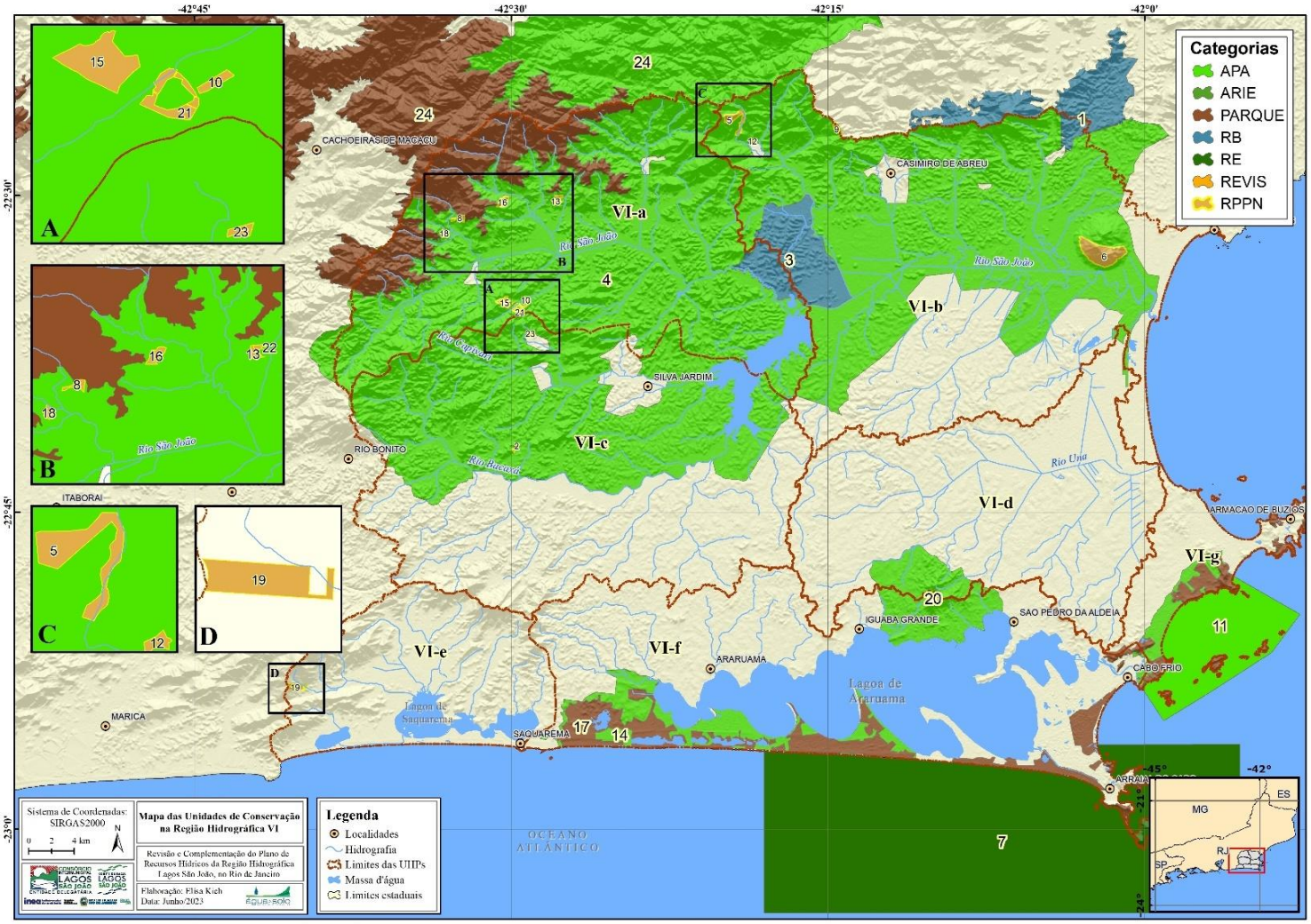


Figura 4.38 - Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e as RPPN.
Fonte: Elaboração própria.

4.2.3.3 Sítios Arqueológicos

De acordo com a Lei Federal nº 3.924/61, sítios arqueológicos e pré-históricos são áreas com vestígios de ocupação paleomeríndia ou de interesse arqueológico, como grutas, sambaquis e estruturas históricas, que devem ser protegidos, especialmente em relação aos recursos hídricos. A RH-VI possui 171 sítios arqueológicos registrados (IPHAN, 2023), concentrados principalmente em Cabo Frio (57), Arraial do Cabo (22) e Saquarema (22), especialmente na UHP VI-f (Lagoa de Araruama), devido à ocupação histórica de áreas costeiras.

Os sítios dividem-se em:

- **Sambaquis**: Formados por construtores de sambaquis (8.000 anos AP), localizados em áreas costeiras e lagunares, com camadas de conchas e materiais orgânicos.
- **Indígenas Ceramistas**: Sítios com cerâmicas Tupi (800-300 anos AP).
- **Líticos Lascados**: Associados a sambaquis ou ao povo Itaipu, com idades entre 4.200 e 700 anos AP.
- **Históricos/Contato**: Estruturas coloniais (séculos XVIII-XIX), como fortalezas e fazendas, ou sítios indígenas com influência europeia (ex.: torno cerâmico). Exemplos incluem Jaconé km 3 (Maricá), Carcará I-IV e Maracanã II (São Pedro da Aldeia), Sena, Pau D'alho (Silva Jardim) e Gouveia e Rio Dourado (Casimiro de Abreu), com vestígios como louças, faianças, moedas e fundações de pedra.

A quantidade de sítios registrados reflete limitações de pesquisa, financiamento e arqueologia de contrato, não representando a totalidade dos vestígios na RH-VI. A proteção desses sítios é essencial, mas a propriedade dos terrenos permanece inalterada.

4.3 Caracterização Socioeconômica

4.3.1 Caracterização demográfica

A RH-VI tem um histórico de desenvolvimento marcado por ocupação indígena, colonização portuguesa e exploração econômica. Antes da chegada dos portugueses no século XV, povos do Tronco Tupi, como os Guaranis, viviam em áreas de Mata Atlântica e litoral e falavam mais de 170 línguas. A colonização trouxe genocídio, escravidão e epidemias, dizimando muitos grupos indígenas. No século XVI, o Rio de Janeiro se tornou a maior metrópole escravista das

Américas, com o Cais do Valongo como principal porto de desembarque de africanos escravizados.

Os rios foram cruciais para o transporte de matérias-primas e para a expansão colonial, com desvio de cursos d'água para irrigar fazendas. A política de sesmarias, que concedia terras a colonos portugueses, impulsionou o povoamento, com famílias como Estácio de Sá consolidando poder. Cada um dos 13 municípios da RH-VI tem origens distintas, mas todos foram moldados por atividades econômicas específicas:

- **Araruama** (1799): Salinas e café, com destaque para a Lagoa de Araruama, maior lagoa hipersalina permanente do mundo, hoje impactada por eutrofização.
- **Armação dos Búzios** (1938): Óleo de baleia, com ocupação inicial por Tupinambás e presença de quilombos.
- **Arraial do Cabo** (1924): Pesca, conhecida como "Capital do Mergulho" devido às águas límpidas.
- **Cabo Frio** (1892): Salinas, pau-brasil e comércio de escravos, com conflitos contra franceses e ingleses.
- **Cachoeira de Macacu** (1647): Agropecuária e ferrovias, hoje com expansão de loteamentos.
- **Casimiro de Abreu** (1892): Agropecuária, com solo fértil e recuperação econômica no século XIX.
- **Iguaba Grande** (1954): Ferrovias e catequese jesuíta, com desenvolvimento urbano na década de 1990.
- **Maricá** (1755): Pesca e ocupação beneditina, com extensa orla e canais artificiais.
- **Rio Bonito** (1768): Agricultura (banana, goiaba) e relevo acidentado.
- **Rio das Ostras** (1970): Hotelaria e comércio, com crescimento impulsionado por rotas comerciais.
- **São Pedro da Aldeia** (1795): Salinas, pesca e turismo, beneficiado pela Laguna de Araruama.
- **Saquarema** (1755): Turismo e lavouras (cana, café), estabelecida por Martim Afonso de Souza.

- **Silva Jardim** (1890): Lavouras de café e cana, com extração de madeira.

4.3.2 Indicadores Sociais e de Renda

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), criado pelo PNUD, avalia o desenvolvimento humano a partir dos indicadores de saúde, educação e renda, variando de 0 a 1. Entre 2000 e 2010, o Brasil elevou seu IDHM de 0,612 para 0,727, passando à categoria de desenvolvimento alto, tendência também observada no estado do Rio de Janeiro, que subiu de 0,664 para 0,761.

Na RH-VI, todos os municípios apresentaram evolução no período, sendo classificados como de alto desenvolvimento humano em 2010, com exceção de Silva Jardim, que manteve índice médio. Rio das Ostras se destacou com o melhor desempenho (0,773), superando as médias estadual e nacional. Quanto às dimensões do índice, no Brasil a educação apresenta os melhores resultados, seguida de longevidade e renda, enquanto no estado do Rio de Janeiro e nos municípios da RH-VI a longevidade lidera, seguida de renda, sendo a educação o componente mais baixo em todos os casos.

O Índice de Gini mede a desigualdade na distribuição de renda, variando de 0 (igualdade total) a 1 (máxima desigualdade). Em 2010, o Brasil registrou 0,6, um dos maiores do mundo, mas apresentou redução para 0,54 em 2021. O estado do Rio de Janeiro acompanhou essa tendência, passando de 0,59 em 2010 para 0,56 em 2021. Nos municípios da RH, os dados de 2010 mostram níveis de desigualdade menores que os índices nacional e estadual. Entre eles, Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu e Rio Bonito se destacaram com os coeficientes mais baixos, evidenciando menor concentração de renda.

4.3.3 Estrutura e Dinâmica das Atividades Produtivas

A RH-VI apresenta significativo potencial industrial, com sete dos 13 municípios com mais de 30% do PIB proveniente do setor industrial, destacando-se Maricá (67,4%) e Saquarema (64,9%). Abaixo, destacam-se as principais características industriais de cada município, com base nos Planos Diretores, sites das prefeituras e reportagens locais:

- **Araruama**: Possui polo industrial diversificado (metalmecânico, químico, alimentício) e forte extração de sal. Incentiva a integração com a indústria petrolífera, com condomínio industrial em São Vicente de Paulo e destaque para a construção civil (Oriente Construção Civil).

- **Armação dos Búzios**: Apesar de 30% do PIB ser industrial, o Plano Diretor é genérico, sem delimitação clara de áreas industriais. Há estímulo à instalação de indústrias fora do centro, mas informações específicas são escassas.
- **Arraial do Cabo**: 47% do PIB vem da indústria, com histórico na empresa Álcalis (cloro e cal). O Plano Diretor restringe indústrias poluentes no litoral, exceto as ligadas a portos e pesca.
- **Cabo Frio**: Destaque em logística, moda praia, construção civil e petróleo. Possui área industrial em Tamoios (metalmecânico, químico, alimentício) e foco na qualificação de jovens. O Plano Diretor aponta o bairro Jardim Esperança e a região do aeroporto como polos industriais.
- **Cachoeiras de Macacu**: 21% do PIB é industrial, com investimentos esperados, como o complexo da Ambev. A área industrial está planejada na RJ-116, em Japuíba, com foco em agroindústrias.
- **Casimiro de Abreu**: 37% do PIB é industrial, com ênfase na exploração de petróleo da Bacia de Campos. Há plano para uma Zona Especial de Negócios (ZEN) na BR-101.
- **Iguaba Grande**: Baixo potencial industrial (7,7% do PIB), sem área industrial definida, condicionada a estudos de impacto ambiental.
- **Maricá**: Maior PIB da região, com 67,4% do setor industrial. Foco em gás natural, com projetos como o Parque Industrial e o Terminal Ponta Negra. Planos Diretores destacam polos em Ubatiba (petróleo e petroquímica) e no Centro (aeronáutico).
- **Rio Bonito**: Menor índice industrial (6,2% do PIB), sem dados claros sobre áreas industriais no Plano Diretor ou em fontes locais.
- **Rio das Ostras**: 38,1% do PIB é industrial, com forte setor petrolífero. A Zona Especial de Negócios (ZEN), criada em 2004, abriga 40 empresas e foca na ordenação de atividades industriais.
- **São Pedro da Aldeia**: Apenas 11% do PIB é industrial, mas houve aumento de 54% em novas empresas em 2021. Não há área industrial específica no Plano Diretor.
- **Saquarema**: 64,9% do PIB é industrial. O Polo de Sampaio Corrêa (950 mil m²) abriga 13 empresas (azeite, plásticos, papelão, etc.) e gera 543 empregos diretos, com mais cinco em implantação.

- **Silva Jardim**: Apenas 18,9% do PIB é industrial, sem áreas industriais definidas no Plano Diretor, que prioriza setores agropecuário e administração pública (44,4% do PIB).

De forma geral, a RH-VI tem forte vocação industrial, com destaque para Maricá, Saquarema, Cabo Frio e Rio das Ostras, que investem em setores como petróleo, gás, construção civil e metalmecânico. Alguns municípios, como Iguaba Grande e Rio Bonito, apresentam baixo potencial industrial, enquanto outros, como Araruama e Casimiro de Abreu, buscam diversificação e integração com a indústria petrolífera, respeitando normas ambientais e de sustentabilidade.

4.4 Caracterização da Infraestrutura

4.4.1 Transporte

A infraestrutura de transporte da RH-VI engloba os modais rodoviário, ferroviário, aeroportuário, marítimo e dutoviário, com mapeamento baseado em dados do IBGE (2018), EPL (2018a, b) e FUCKNER (2010). Não há hidrovias oficiais, mas rotas aquaviárias conectam Araruama a Praia Seca e Cabo Frio às suas ilhas pela Lagoa de Araruama.

O sistema rodoviário é predominante no Sul, próximo à Lagoa de Araruama e Cabo Frio, com a BR-101, que liga Campos dos Goytacazes ao Rio de Janeiro, atravessando Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito. As rodovias estaduais, como a RJ-106 (contornando sul e leste), RJ-124 (Rio Bonito-Iguaba Grande), RJ-102, RJ-140 e RJ-142, complementam a malha viária, mas a área entre o rio São João, RJ-124, Juturnaíba e Unamar carece de rodovias pavimentadas.

No setor ferroviário, a Ferrovia Centro-Atlântica, que liga Macaé ao Rio de Janeiro, é a principal estrutura, transportando grãos, líquidos, produtos industriais e minerais. A ferrovia segue paralela à BR-101, passando por Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito, contornando a Baía de Guanabara.

No transporte marítimo, o Porto do Forno, em Arraial do Cabo, localizado na Praia dos Anjos e gerido pela COMAP, é voltado para o escoamento de sal e apoio ao setor offshore de petróleo. Está prevista a construção do Terminal Ponta Negra (Porto de Jaconé) em Maricá, o maior terminal portuário privado do país, com infraestruturas terrestres e marítimas, prometendo impactos significativos na região.

O modal aeroportuário inclui oito aeródromos, com destaque para o Aeroporto Internacional de Cabo Frio, o Aeroporto Umberto Modiano (Búzios) e a Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia, todos no sudeste da RH-VI. Ao norte, há os menores Aeroporto Casimiro de Abreu e Aeródromo Jorge Mussi, mas o centro, oeste e norte da região não possuem aeródromos.

O sistema dutoviário, localizado ao norte (UHPs VI-a e VI-b), conta com cinco dutos: quatro paralelos (dois para gás natural e dois para petróleo) e um separado (gás natural), conectando o Terminal de Cabiúnas (Macaé) à Refinaria Duque de Caxias, denominados GASDUC I, II, III e OSDUC I, II.

4.4.2 Infraestrutura hídrica

A infraestrutura hídrica da RH-VI é composta por pontos de captação de água, aquedutos, canais retificados e estruturas de reservação, com destaque para a barragem e o reservatório de Juturnaíba, principal fonte de abastecimento humano da região. Não há termelétricas ou hidrelétricas (CGHs, PCHs ou UHEs) instaladas na RH-VI, conforme dados do IBGE (2018) e FUCKNER (2021).

A região apresenta predominância de áreas agropecuárias e florestais, com agricultura ocupando pouco espaço, embora Araruama e Cabo Frio sejam relevantes em área irrigada, especialmente para cana fertirrigada. O estado do Rio de Janeiro tem baixa área irrigada quando comparado com os demais estados brasileiros, e a RH-VI carece de dados consolidados sobre sistemas de irrigação. Foram identificados 22 pontos de captação de água superficial, sendo 9 em operação e 13 em projeto, concentrados no oeste do estado, principalmente em Sampaio Corrêa (Saquarema). Canais retificados, construídos pelo DNOS nas décadas de 1940 e 1970, alteraram rios como o São João (reduzido em 40 km) e o Una, visando controle de enchentes e aumento de terras agricultáveis. Esses canais, localizados principalmente na UHP VI-a, funcionam como drenagem ou irrigação.

As estruturas de reservação incluem açudes, lagos artificiais e a barragem de Juturnaíba. Foram identificadas 852 pequenas estruturas, majoritariamente entre a Lagoa de Araruama e Juturnaíba, e a oeste, em Silva Jardim, usadas para dessedentação animal, irrigação e áreas urbanas. Além de Juturnaíba, cinco barragens menores, não detalhadas, são usadas para abastecimento público, operadas pela Águas do Rio 1 SPE AS e pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos.

A barragem de Juturnaíba, construída entre 1978 e 1984 pelo DNOS, é a principal estrutura hídrica, localizada entre Araruama e Silva Jardim. Projetada para abastecimento humano, industrial e irrigação, além de controle de cheias, possui um dique de terra de 3.460 m e um vertedouro de concreto com 710 m. O reservatório de Juturnaíba, formado pela barragem, é o maior do estado para abastecimento humano, com 43 km², 10 milhões de m³ de água e profundidade média de 2,3 m. Operado pelas concessionárias PROLAGOS S/A e Águas de Juturnaíba S/A, conta com duas estações de tratamento de água (ETAs) na margem sudeste.

4.5 Saneamento Ambiental

4.5.1 Planos Municipais de Saneamento

A Lei Federal nº 11.445/2007 instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico, estabelecendo os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs) como instrumentos de planejamento estratégico para universalizar os serviços, melhorar as condições de vida da população e garantir qualidade ambiental. Esses planos definem metas, ações e critérios que orientam futuros projetos e investimentos no setor.

Na Região Hidrográfica Lagos São João, a maioria dos municípios elaborou seus PMSBs em 2013, com exceção de Maricá, que o aprovou em 2015, e Casimiro de Abreu e Rio das Ostras, que não possuem planos. De acordo com a Lei nº 14.026/2020, todos os municípios que já dispõem de PMSB deverão revisá-los a cada dez anos, o que torna obrigatória a atualização em 2023, ou seja, estão desatualizados.

Todos os PMSBs seguem as diretrizes e metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), e servem de base para a caracterização dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios da bacia.

4.5.2 Abastecimento de Água

O abastecimento de água da RH-VI é estruturado, em grande parte, a partir do reservatório de Juturnaíba, que alimenta dois grandes sistemas integrados: o Sistema Águas de Juturnaíba, com capacidade nominal de 1.100 l/s, e o Sistema PROLAGOS, que após obras de ampliação, tem capacidade nominal de 1.800 l/s, conforme documento de averbação emitido em 2024 que atualizou a Licença de Operação da empresa. Segundo dados do Diagnóstico Anual de Água e Esgoto 2021 (ano base de 2020) a Concessionária PROLAGOS S/A atende a cinco municípios da região: Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da

Aldeia, atendendo cerca de 420.000 pessoas, totalizando 98% de cobertura. Já a Concessionária Águas de Juturnaíba S/A atende três municípios: Araruama, Saquarema e Silva Jardim, totalizando cerca de 228.000 pessoas. Juntas, as duas concessionárias atendem mais de 650.000 habitantes da região com as águas do reservatório de Juturnaíba (SNIS, 2021), e 98,6% de cobertura. Considerando a população flutuante da região, o reservatório atende mais de 1 milhão de pessoas (IKEMOTO e NAPOLEÃO, 2018).

Além desses, municípios como Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Cachoeiras de Macacu e Maricá possuem sistemas independentes de captação e tratamento, localizados fora da RH-VI ou complementares ao reservatório. Destaca-se que Rio Bonito conta com captação superficial dentro da bacia, enquanto Silva Jardim, Araruama, Saquarema e Maricá utilizam também mananciais subterrâneos.

A análise geral do abastecimento revela disparidades significativas. Considerando apenas os municípios com sede na bacia do Lago São João, a taxa média de atendimento com água é de 61,6%, evidenciando déficits relevantes frente à meta legal de 99% até 2033. Outro ponto crítico é o índice médio de perdas, que chega a 42%, acima do limite de 25% estabelecido pelo Marco Regulatório. O consumo per capita médio é de 140 l/hab.dia, destacando-se valores elevados em Araruama e Armação dos Búzios, influenciados pela sazonalidade turística.

Em termos de qualidade, os indicadores de turbidez e cloro residual variam entre municípios e concessionárias, havendo registros de não conformidade em alguns casos, embora a maioria atenda aos padrões mínimos.

Assim, o diagnóstico aponta a centralidade do reservatório de Juturnaíba para o abastecimento regional, mas também ressalta a heterogeneidade dos sistemas municipais, os desafios quanto à cobertura universal, a necessidade de reduzir perdas e a importância de compatibilizar a gestão dos mananciais frente à pressão da população flutuante.

4.5.3 Esgotamento Sanitário

Os sistemas de esgotamento sanitário (SES), no Brasil, passaram muito tempo sem investimentos. O caso do Estado do Rio de Janeiro não é diferente, a grande maioria dos municípios não possui SES adequados. Para mostrar o panorama do esgotamento sanitário na RH-VI, apresenta-se a Tabela 4.4 com informações do SNIS 2021. A Figura 4.39 apresenta a localização das ETAs e ETEs na RH-VI.

Apenas 37% da população total dos municípios inseridos na RH-VI e 42% da população urbana possuem destinação adequada dos seus efluentes domésticos. De acordo com o marco regulatório do saneamento, até o ano de 2033, todos os municípios deverão ter coleta e tratamento adequado para, no mínimo de 90% do total da população, isto é, nos próximos 10 (dez) anos, deverão ser atendidos 1,1 milhões de pessoas com coleta e tratamento (BRASIL, 2020a). Este cenário é plenamente exequível sendo que em todos os municípios, com exceção de Maricá, foram feitas Concessões para a iniciativa privada exatamente porque a companhia estadual (CEDAE) e autarquias não tinham capacidade de investimento. O sistema de esgotamento sanitário de Maricá ainda é da prefeitura municipal que vem investindo com recursos próprios.

Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da RH-VI possuem os melhores índices de atendimento do estado do Rio de Janeiro e as metas de atendimento estabelecidas pelo novo marco regulatório do saneamento estão sendo atendidos, logo se concluí que houve avanço desde a última versão do Plano de Bacias em 2005.

Tabela 4.4 - Informações referente à cobertura dos serviços de esgotamento sanitário (SNIS, 2021).

Município	Prestador	Tipo de serviço	População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE):	População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE):	População total atendida com esgotamento sanitário	Índice de coleta de esgoto	Índice de tratamento de esgoto
Araruama	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	136.109	129.399	105.229	62,25	100
Armação dos Búzios	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	35.060	35.060	28.090	71,14	100
Arraial do Cabo	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	30.827	30.827	24.699	100,00	100
Cabo Frio	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	234.077	176.583	187.542	88,65	100
Casimiro de Abreu	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Água e Esgoto	45.864	37.007	26.744	67,00	100
Iguaba Grande	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	29.344	29.344	23.510	100,00	100
Maricá (área inserida na bacia)	Prefeitura Municipal	Esgoto	-	-	0	0	0
Rio Bonito	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Esgotos	60.930	45.254	44.100	0	0
Rio das Ostras	BRK Ambiental Rio das Ostras S.A	Esgotos	159.529	150.817	150.817	100,00	100

Município	Prestador	Tipo de serviço	População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE):	População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE):	População total atendida com esgotamento sanitário	Índice de coleta de esgoto	Índice de tratamento de esgoto
São Pedro da Aldeia	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	107.556	100.546	86.173	74,77	100
Saquarema	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	91.938	87.259	67.975	74,09	100
Silva Jardim	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	21.775	16.443	10.285	83,36	100

Fonte: Elaboração própria.

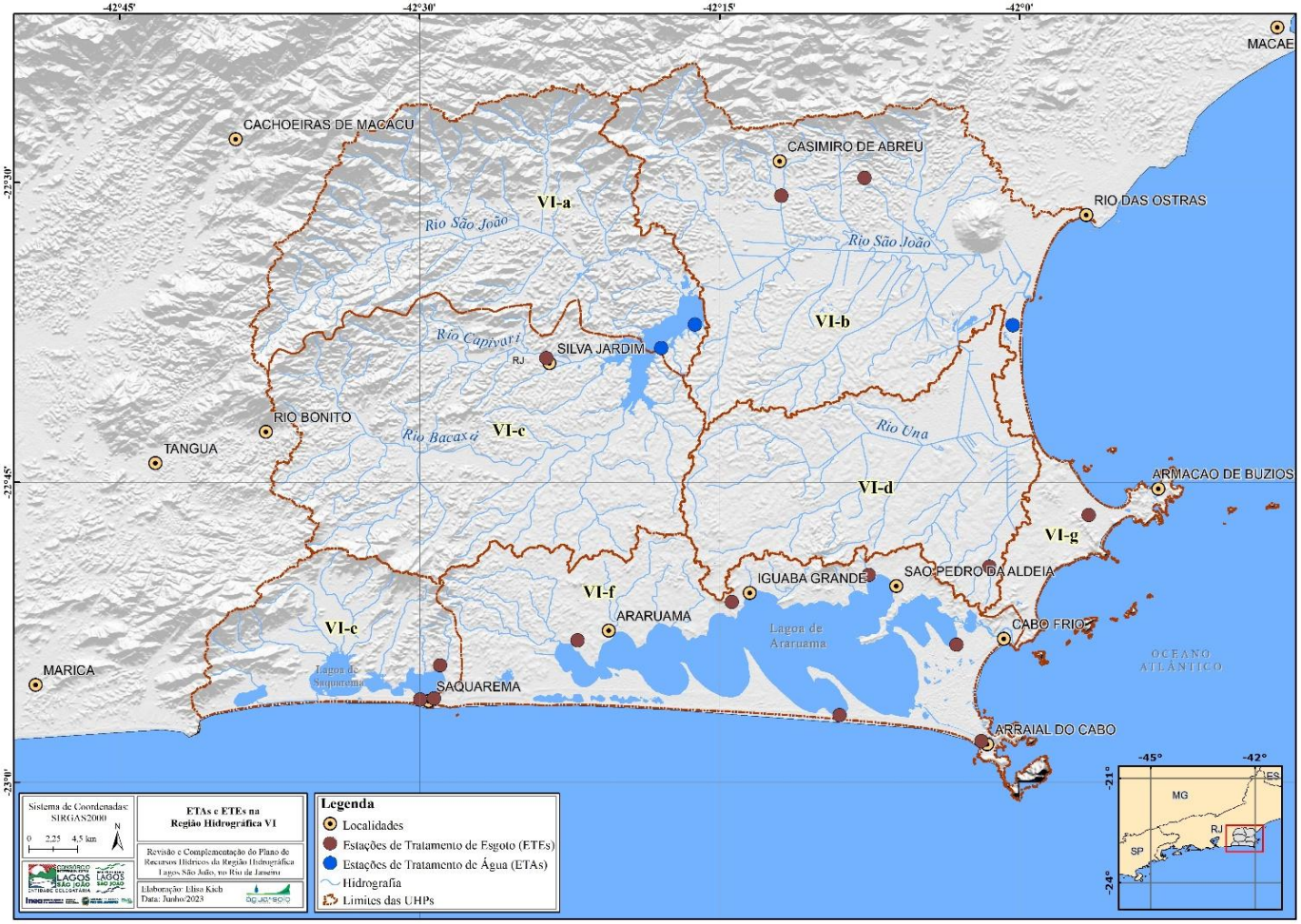


Figura 4.39 - ETAs e ETEs na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

4.5.4 Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos na RH-VI está estruturada conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que define a gestão integrada como um conjunto de ações voltadas à busca de soluções considerando dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Cada município deve organizar a coleta, o tratamento e a destinação final adequada de resíduos, abrangendo tanto os de competência do poder público quanto os da iniciativa privada, garantindo limpeza urbana e destinação ambientalmente correta. Para potencializar essa gestão, o Estado do Rio de Janeiro instituiu, em 2013, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), que estabelece metas, orientações e instrumentos para gestores públicos e privados, considerando aspectos institucionais, ambientais, sanitários, econômicos, financeiros, sociais e normativos. O plano incorpora metas nacionais e estaduais, bem como políticas transversais, contemplando curto, médio e longo prazo, com destaque para os subprogramas “Lixão Zero” e “Pacto pelo Saneamento”, que adiantaram o cumprimento de metas previstas pela PNRS.

Em relação à população atendida, o Plano Estadual estabelece meta de 100% de cobertura de coleta regular. Em 2021, municípios como Arraial do Cabo, Cabo Frio, Rio Bonito, Rio das Ostras, Saquarema e Silva Jardim não atingiram essa meta. O serviço regular, definido como coleta mínima de uma vez por semana, mostra que Araruama, Armação dos Búzios, Iguaba Grande e Maricá alcançam cobertura plena da população urbana, enquanto Cabo Frio atende 90% da população urbana e Silva Jardim 98%. O serviço porta-a-porta também apresenta variações, com municípios como Cabo Frio (68%) e Casimiro de Abreu (75%) com cobertura parcial, enquanto Armação dos Búzios e Iguaba Grande alcançam 100%. Quanto à frequência de coleta, Cabo Frio se destaca com 80% da população atendida diariamente, e Silva Jardim e Rio Bonito com 86% atendidos de 2 a 3 vezes por semana.

O volume total de resíduos domiciliares e públicos urbanos (RDO e RPU) coletados varia conforme o porte populacional e turístico: Cabo Frio (109.820 t/ano) e Maricá (106.598 t/ano) são os maiores geradores. A destinação final desses resíduos ocorre predominantemente em aterros de municípios vizinhos, como São Pedro da Aldeia, Saquarema, Itaboraí, Macaé e São Gonçalo, evidenciando dependência de infraestruturas externas.

A coleta seletiva e a organização de catadores são ainda incipientes, sendo Casimiro de Abreu o único município com alguma iniciativa formal. Incentivar cooperativas e associações de

catadores é essencial, não apenas para reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros, mas também para gerar empregos e fomentar a economia circular.

Em termos de cobrança pelos serviços, alguns municípios não cobram taxa específica (Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, São Pedro da Aldeia e Silva Jardim), enquanto outros aplicam taxa no IPTU ou na conta de água e esgoto, estratégia crescente nacionalmente para aumentar a eficácia da arrecadação.

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) apresentam grande disparidade nos gastos municipais, variando de R$ 0,72/habitante em Saquarema a R$ 9,95/habitante em Iguaba Grande, refletindo diferenças significativas na gestão e alocação de recursos.

No que se refere aos resíduos da construção civil (RCC), apenas três municípios — Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu e Casimiro de Abreu — realizam coleta diferenciada, enquanto os demais misturam esses resíduos aos domiciliares, sobrecarregando aterros e desperdiçando oportunidades de reciclagem e reaproveitamento. Municípios como Armação dos Búzios, Maricá e São Pedro da Aldeia contam com agentes autônomos ou empresas especializadas ("caçambeiros") para a coleta de RCC, enquanto outros dependem exclusivamente de serviços municipais ou não realizam coleta específica.

Em síntese, a gestão de resíduos sólidos na RH-VI apresenta avanços estruturais com planos estratégicos, metas estaduais e programas específicos, mas enfrenta desafios significativos na cobertura da coleta, frequência, coleta seletiva, gestão de RSS, destinação adequada e manejo de RCC. O fortalecimento da reciclagem, incentivo a cooperativas de catadores e implementação de políticas integradas são essenciais para consolidar um sistema de gestão sustentável e eficiente

4.5.5 Drenagem Urbana

A gestão da drenagem urbana e manejo de águas pluviais na bacia apresenta avanços limitados e desafios estruturais significativos. De acordo com os dados do SNIS (2021), apenas sete municípios dispõem de sistemas de alerta hidrológico, deixando localidades com domicílios em áreas de risco sem monitoramento, como Cabo Frio, Rio das Ostras e Silva Jardim. O cadastro ou a demarcação de marcas históricas de inundações é ainda mais restrito, presente em apenas dois municípios, enquanto o mapeamento de áreas de risco de inundação é conhecido apenas por Araruama e Cachoeiras de Macacu, sendo parcial nesses casos. No total, dos 510.758

domicílios em 2021, apenas 4.832 (menos de 1%) situavam-se em áreas de risco, evidenciando que a exposição direta da população é limitada, embora os eventos hidrológicos recentes tenham provocado 12.261 desabrigados nos cinco anos anteriores ao levantamento.

Quanto ao planejamento e projetos de drenagem, apenas três municípios possuem plano diretor de macrodrenagem, enquanto os demais dependem de planos municipais de saneamento básico de 2013, com mais de dez anos de defasagem. Metade dos municípios possui cadastro técnico de sistemas de micro e macrodrenagem, dificultando ações de gestão eficientes, e apenas quatro municípios têm obras em andamento para macro ou microdrenagem.

No que se refere à infraestrutura de drenagem e pavimentação, apenas três municípios possuem rede exclusiva para águas pluviais, sendo que a maioria utiliza sistemas unitários ou combinados, nos quais esgoto e águas de chuva compartilham a mesma rede, comprometendo a eficiência do manejo e aumentando o risco de poluição dos cursos d'água. A pavimentação urbana apresenta disparidades significativas: quatro municípios possuem vias totalmente pavimentadas, porém sem superfícies permeáveis que favoreçam a infiltração da água da chuva, enquanto nos demais municípios a cobertura é parcial, exigindo futuras intervenções com métodos de pavimentação sustentável e incentivos fiscais para lotes com superfícies permeáveis.

As intervenções nos sistemas de drenagem concentram-se principalmente em dragagem e desassoreamento de canais abertos, limpeza de margens de cursos d'água e lagos, desobstrução de redes e canais fechados, manutenção de sarjetas e recuperação estrutural de redes. A exceção é Arraial do Cabo, que não realizou qualquer tipo de manutenção ou intervenção. Municípios maiores ou mais populosos, como Cabo Frio, Maricá e Casimiro de Abreu, apresentam a maior diversidade de intervenções, refletindo maior esforço operacional.

Em síntese, a drenagem urbana na bacia enfrenta limitações em planejamento, monitoramento e infraestrutura. A ausência de alertas em áreas de risco, a defasagem dos planos de saneamento, a limitada existência de redes exclusivas para águas pluviais e a baixa pavimentação sustentável comprometem a eficácia da gestão das águas pluviais. Investimentos em mapeamento integral de áreas de risco, modernização dos planos diretores, expansão de redes exclusivas e uso de pavimentos permeáveis são medidas estratégicas prioritárias para reduzir vulnerabilidades e aumentar a resiliência urbana frente a eventos hidrológicos.

4.6 Avaliação Qualiquantitativa das Águas

4.6.1 Disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica superficial na RH-VI foi estimada utilizando o modelo hidrológico chuva-vazão MGB-IPH, que converte precipitação em vazão com base em processos hidrológicos calibrados para a bacia do rio São João. Dados pluviométricos de 20 estações (8 dentro da RH-VI) e fluviométricos da estação Correntezas – Nova (1983-2019) foram obtidos de fontes como ANA, INMET, INEA e CAJ, complementados por medições in loco nos rios Capivari e Bacaxá (2016-2023) realizadas pela Concessionária Águas de Juturnaíba. O modelo, calibrado para a UHP VI-a (Rio São João Montante) entre 1992-2009 e validado entre 1984-1989, apresentou desempenho satisfatório, com métricas de Nash-Sutcliffe e erro de volume classificadas como boas a satisfatórias. Para UHPs sem dados diretos, como VI-g (Armação de Búzios), utilizou-se regionalização de vazões com base na área de drenagem.

A RH-VI foi dividida em 1.169 minibacias, com 11 Unidades de Resposta Hidrológica definidas por mapas de uso do solo (MapBiomas) e tipo de solo (EMBRAPA). As vazões de referência (Q95) variam de 1,16 m³/s (VI-g) a 17,33 m³/s (VI-b, Rio São João Jusante), com até 40% da Q95 outorgável no Rio de Janeiro, conforme norma do INEA. As sub-bacias apresentam vazões médias anuais entre 2,94 m³/s (VI-e) e 55,69 m³/s (VI-b), com picos máximos de 860,81 m³/s na VI-b. A Lagoa de Araruama (VI-f) requer levantamentos in loco para simulações mais precisas devido à sua complexidade. A metodologia, apesar de limitações como escassez de dados fluviométricos e desconexão entre sub-bacias, fornece uma base robusta para o balanço hídrico e gestão de recursos hídricos na RH-VI.

A disponibilidade hídrica subterrânea foi avaliada com base em dados do INEA (2023), SIAGAS (CPRM), projeto RESUB (2001) e informações de concessionárias. O banco de outorgas do INEA registra 451 poços, sendo 77 outorgados (17,1%, vazão total de 445,89 m³/h) e 299 de uso insignificante (66,3%, 332 m³/h), com vazão média de 777,89 m³ por hora (média de 2,24 m³/h por poço). A UHP VI-f (Lagoa de Araruama) concentra 58,5% dos poços e 44,5% da vazão, seguida por VI-e (Lagoa de Saquarema, 20,7%, 27,0%).). A finalidade principal é lavagem (60,4% dos poços, 32,5% da vazão), com destaque para agrícola/aquicultura em Casimiro de Abreu (108 m³/h em um poço). A profundidade dos poços varia de 3 a 200 m (média de 42,4 m), e o nível estático é raso (média de 2 m), mas 86,7% e 95,5% dos poços

carecem desses dados, respectivamente. A capacidade específica (Q/s) é baixa (média de 0,277 m³/h/m), e 91% dos poços não informam a unidade aquífera (fissural, sedimentar ou misto).

A base SIAGAS registra apenas 12 poços, enquanto o projeto RESUB identificou 477 pontos, 60,4% cacimbas, majoritariamente para uso doméstico (64,8%), concentrados nas UHPs VI-d e VI-f. Concessionárias confirmaram apenas dois poços em Silva Jardim para abastecimento público. A reserva reguladora, estimada por Recarga Potencial Direta, é de 15,99 m³/s, com disponibilidade explotável de 6,08 m³/s. Por vazões mínimas (Q7,10 e Q95%), a reserva reguladora varia de 25,90 a 42,66 m³/s, e a explotável, de 12,95 a 21,33 m³/s. A utilização é baixa (1,4% da reserva reguladora por RPD, 1,6% da explotável), mas maior nas UHPs VI-e (17,8%) e VI-f (23,4%).). Aquíferos cristalinos (fissuráticos) têm baixa produtividade devido à heterogeneidade, enquanto aquíferos sedimentares litorâneos, apesar de mais permeáveis, sofrem com salinidade. A falta de dados detalhados, monitoramento e estudos geológicos impede mapas potenciométricos e diagnósticos precisos, destacando a necessidade de aprimorar bases, estudar soluções alternativas e proteger áreas como o reservatório de Juturnaíba, essencial na estiagem.

4.6.2 Qualidade das águas

As análises qualitativas dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos apresentaram lacunas devido ao delineamento amostral existente na RH-VI. Há um monitoramento de qualidade da água superficial recente operado pelo CBHLSJ, mas que ainda necessita de tempo para apresentar séries consistentes que possam ser analisadas. Em síntese, os pontos monitorados apresentam limitações quanto a:

- Continuidade do monitoramento: Séries que possuem alteração na frequência de amostragem ao longo do tempo. Em alguns casos observados as séries apresentam longas pausas por anos antes do monitoramento ser retomado. Durante a retomada do programa de monitoramento a frequência de amostragem se altera, impedindo uma análise consolidada da série histórica do parâmetro neste ponto de monitoramento;
- Localização dos postos: Alguns pontos de monitoramento se alteram ao longo do tempo, sendo criados novos pontos em locais próximos, mas não nas mesmas localizações;

- Parâmetros monitorados: Em consequência das limitações apresentadas anteriormente, o conjunto de parâmetros de qualidade da água monitorados se alteram durante as alterações de amostragem e localização dos pontos de coleta;
- Integração hidrológica: Os monitoramentos de parâmetros de qualidade da água não são integrados com monitoramentos de quantidade de água (vazão, níveis piezométricos, profundidades, marés) o que limita a análise crítica referente a características físicas dos ambientes aquáticos da RH-VI;
- Delineamento amostral: Há diversos programas de monitoramento de qualidade da água superficial e subterrânea funcionando simultaneamente na RH-VI. Estes programas precisam ser padronizados para que um mesmo conjunto de pontos seja coletado em todos, permitindo que análises críticas sejam realizadas sem limitações de espaço e tempo;

Algumas características de qualidade da água pontuais foram observadas mesmo com as limitações apresentadas. Em resumo, os pontos críticos de qualidade da água apresentam as seguintes características:

- Elevada presença de fósforo nas águas superficiais, o que pode impactar diretamente processos de eutrofização e floração de algas em ambientes lênticos, como lagoas e reservatórios;
- Ambientes lóticos, como os rios que escoam ao longo da RH-VI, apresentam características de corpos hídricos de baixa qualidade na maior parte do tempo nos locais onde o monitoramento é realizado;
- Rios próximos a conglomerados urbanos apresentaram maior persistência em condições consideradas de baixa qualidade da água;
- As águas subterrâneas apresentam elevada concentração de Ferro e Manganês em regiões interiores, ou seja, longe do impacto de cunhas salinas decorrentes da proximidade com a linha de costa (demarcado pelo oceano atlântico);
- Na região costeira, as águas subterrâneas apresentam elevada concentração de salinidade, o que pode limitar seus usos pela população;

- Águas subterrâneas diagnosticadas como contaminadas pelo INEA (com contaminantes orgânicos, como BTEX e PAHs);

A avaliação da qualidade da água superficial levou em consideração as classes apresentadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Cada uma delas permite um conjunto específico de usos das águas, nos quais as classes de menor qualidade apresentam usos menos restritivos enquanto as de melhor qualidade podem ser utilizadas para usos diversos conforme apresenta a Figura 4.40. Os usos perimidos por cada classe também variam de acordo com a salinidade do local, conforme apresentam a Figura 4.40, Figura 4.41, e Figura 4.42.

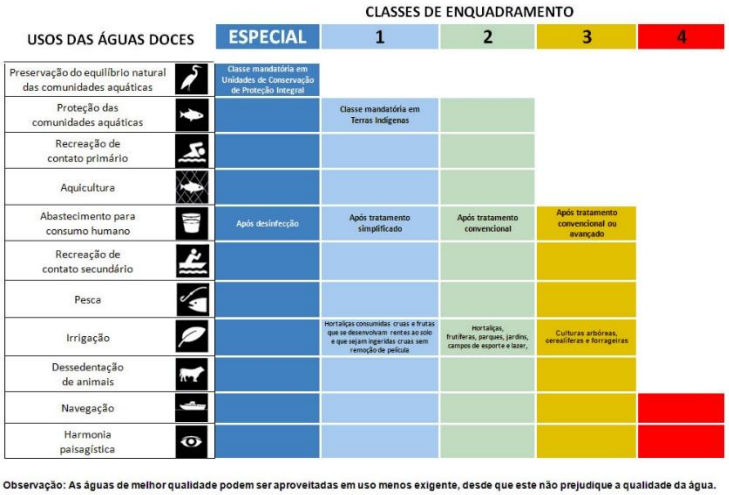


Figura 4.40 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

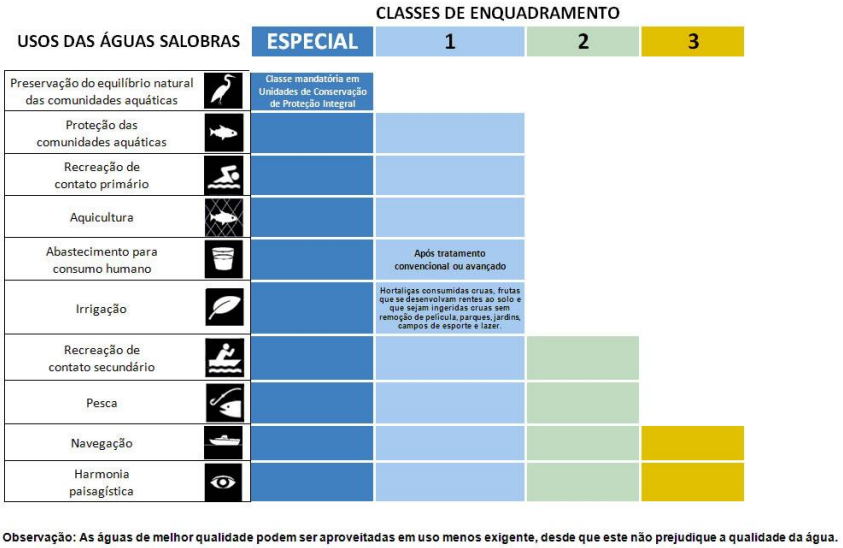


Figura 4.41 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

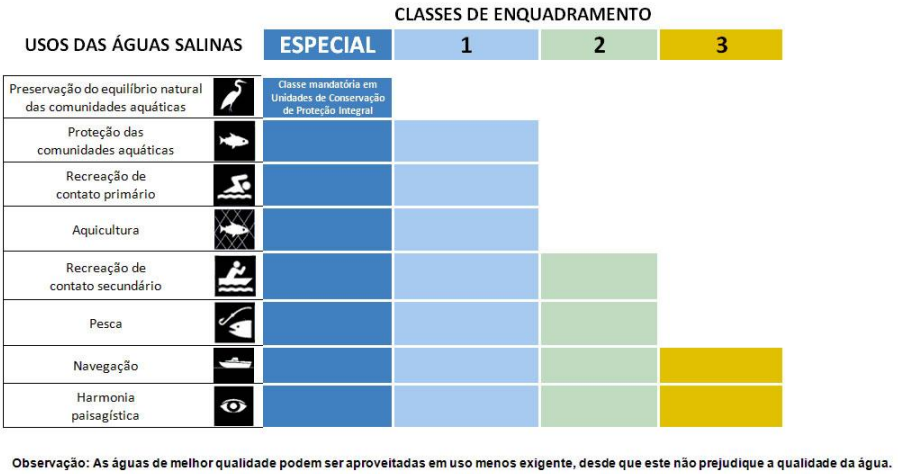


Figura 4.42 - Usos das águas salinas permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

Considerando que a RH-VI possui águas doces, salobras e salinas e que os usos existentes são diversos, é importante avaliar a qualidade dos recursos hídricos e verificar os usos realizados na região. O planejamento deve considerar os usos essenciais e relevantes para cada local e estipular metas de qualidade que permitam a adequada relação entre classe e uso.

Para cada UHP delimitada na RH-VI foram analisados os parâmetros de qualidade da água confrontados com classes de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, salobras e salinas. Ambientes lóticos e lênticos foram separados em duas classes e analisados de forma distinta, bem como seus respectivos índices (IQA para ambientes lóticos e IET para ambientes lênticos). O conjunto de parâmetros analisados foi escolhido com base em parâmetros de qualidade da água representativos e presentes em todas as campanhas de monitoramento. Abaixo segue mapas exemplificando a apresentação de informações que foram elaboradas para cada UHP para cada parâmetro avaliado.

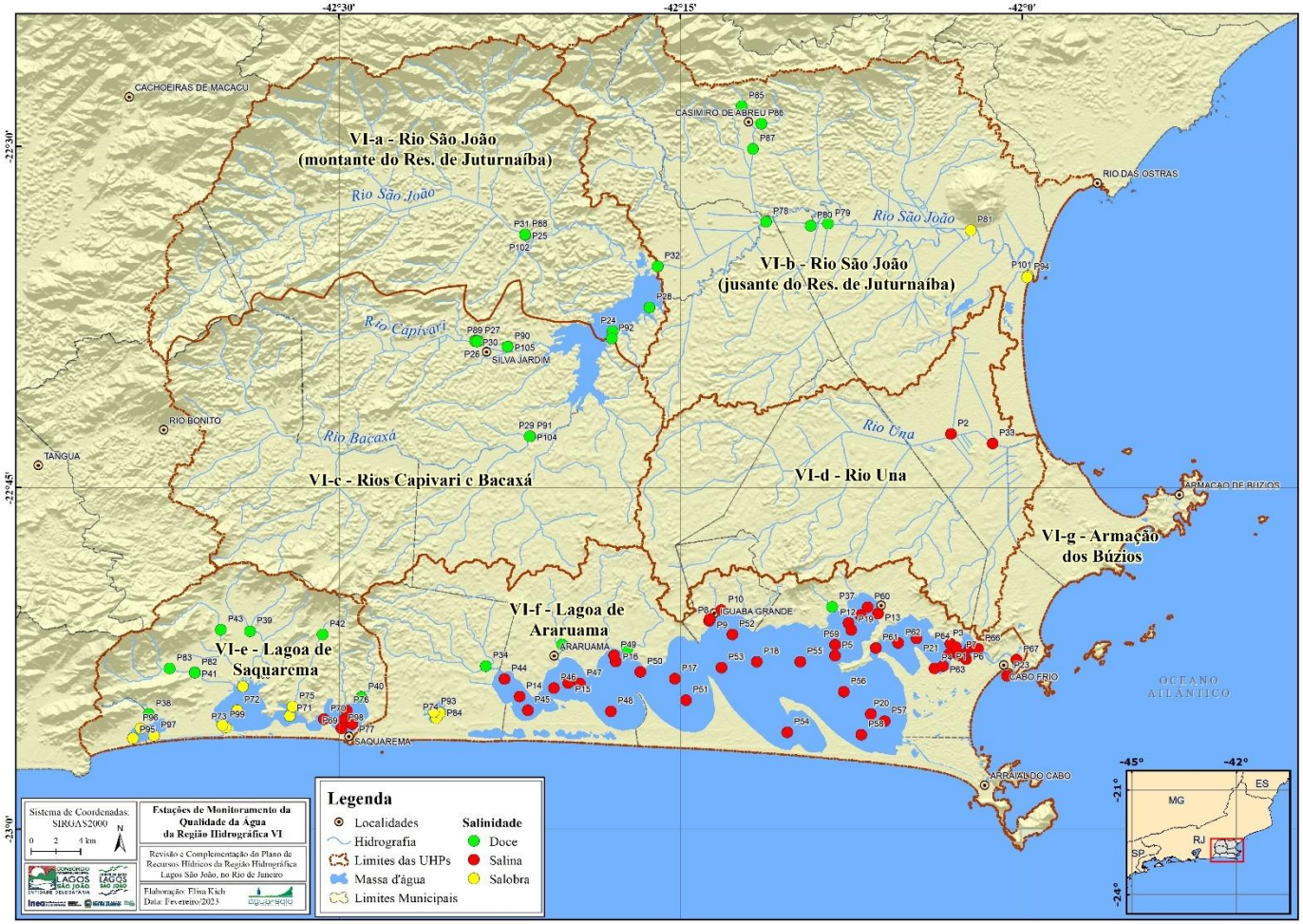


Figura 4.43 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

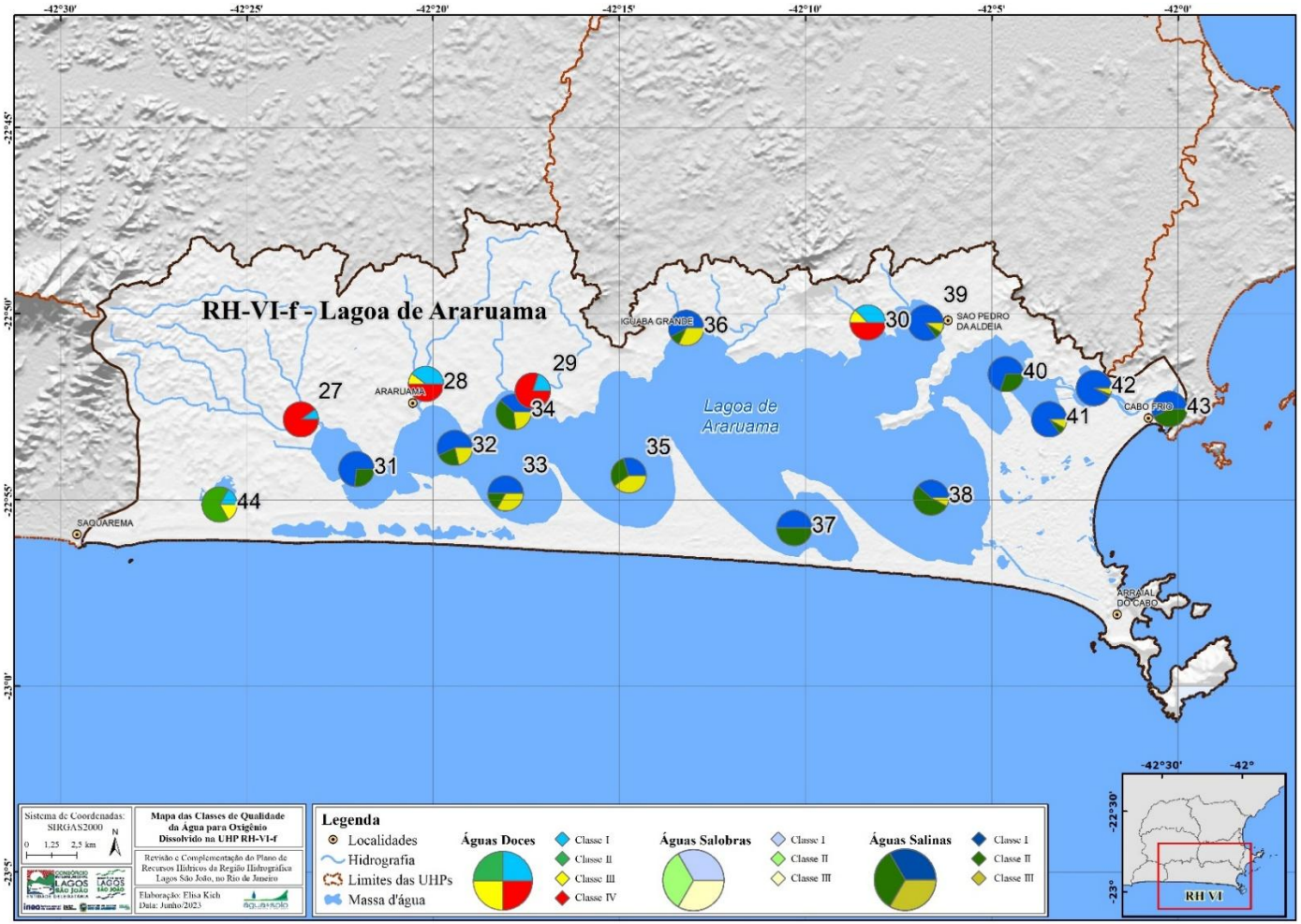


Figura 4.44 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria

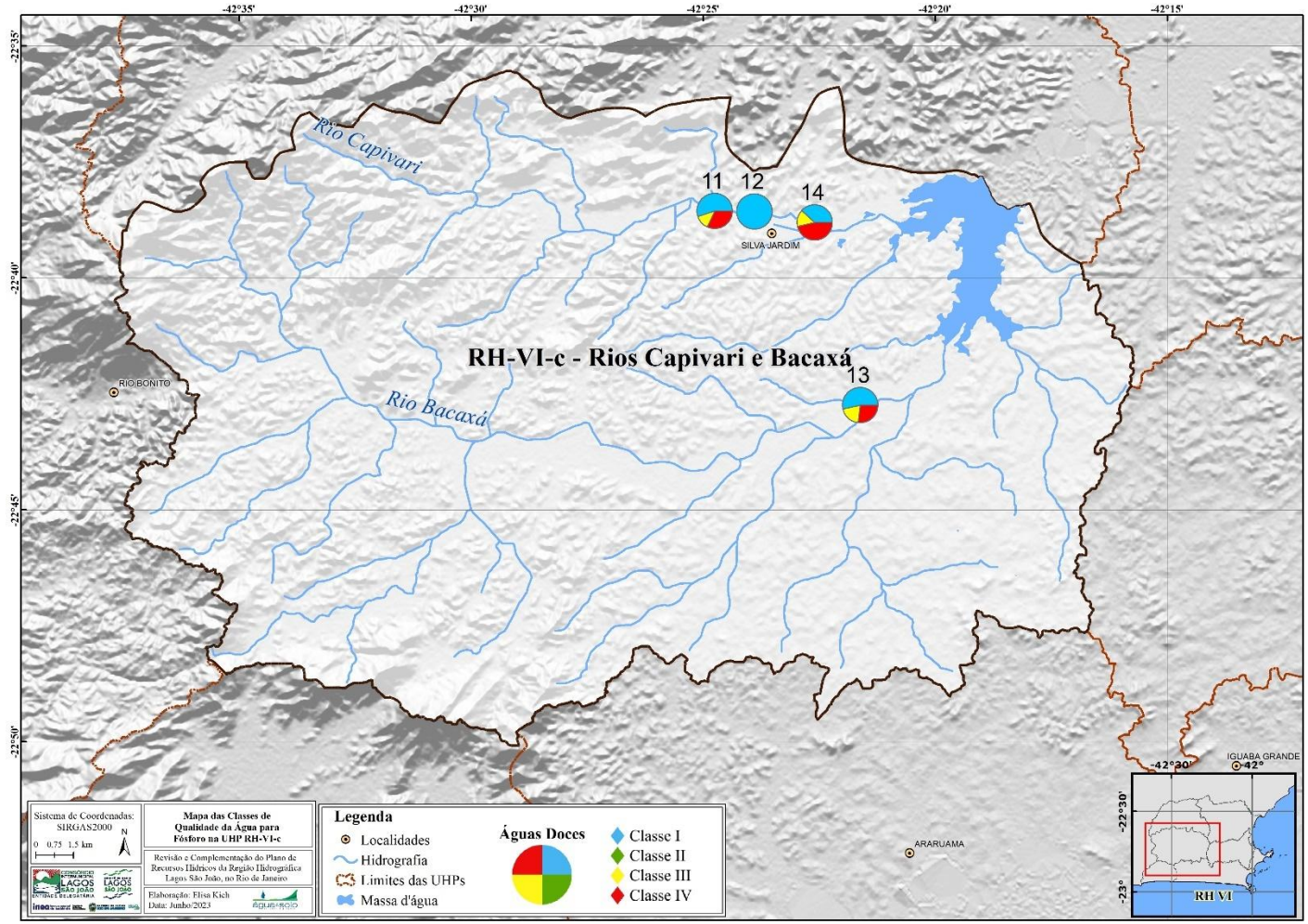


Figura 4.45 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria .

A análise da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na RH-VI indicou ainda que alguns pontos podem ser melhorados com objetivo de evoluir a qualidade das águas existentes:

- Controle de áreas de potencial contaminação de águas superficiais e subterrâneas, como os lixões desativados e postos de combustíveis;
- Melhoria na eficiência de tratamento dos efluentes domésticos e industriais, com foco em redução de nutrientes, como o fósforo;
- Monitoramentos específicos para avaliação de poluição devido a atividade agrícola (uso de fertilizantes e lançamento de cargas orgânicas elevadas);
- Melhoria nos processos construtivos de poços existentes na região;
- Avaliação de sistemas de tratamento de efluentes domésticos não cadastrados ou sem eficiência adequada para lançamento nos corpos hídricos da região;

A qualidade da água na RH-VI apresenta pontos de boa qualidade, indicando que o sistema não está comprometido de forma irrecuperável. A baixa pluviometria aliada a elevada taxa de evaporação é um desafio a renovação das águas, principalmente nas regiões costeiras de Saquarema e Araruama, mas que não podem ser consideradas impeditivas para a construção de sistemas de controle de qualidade das águas nestes ambientes. A manutenção e recuperação da qualidade das águas na RH-VI passa pela melhoria nos programas de monitoramento (padronizações e consistências já mencionadas), melhoria nas capacidades de tratamento dos efluentes (quando tratados) e redução das cargas orgânicas *in-natura* ainda lançadas nos corpos superficiais e a construção de um plano integrado para manejo das regiões costeiras, principalmente devido a elevada salinidade e talvez limitação de usos de suas águas devido as condições de qualidade observadas nesta avaliação.

A análise integrada dos dados existentes buscou consolidar as informações obtidas em diferentes fontes, que permitissem inferir sobre a dinâmica da qualidade da água na RH-VI. A partir desta análise foram identificadas lacunas de informação em função de diferenças entre as bases de dados. As lacunas foram avaliadas de forma espacial e temporal, permitindo identificar e propor um **plano de coleta complementar** ao monitoramento já em execução na bacia. Este monitoramento complementar permite melhor compreensão da dinâmica de qualidade da água na RH-VI.

A construção do plano de coleta de dados complementares se baseou-se em preencher possíveis lacunas nas informações existentes de monitoramento da qualidade da água da RH-VI e, portanto, melhorar a representatividade espacial e temporal de pontos com limitações pela análise de relações entre as variáveis de interesse. O Plano Complementar de Monitoramento foi executado com êxito e seu detalhamento e resultados são retomados no item PROGRAMA COMPLEMENTAR DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE.

4.6.3 Demandas e usos de recursos hídricos

As estimativas de demandas hídricas podem ser realizadas por duas abordagens: direta, baseada nas outorgas de direitos de uso de água, e indireta, baseada no porte do usuário, como número de habitantes para abastecimento, quantidade de animais na pecuária, área irrigada ou empregados na indústria. Na abordagem direta, as outorgas frequentemente superestimam a demanda real, pois grandes usuários — como as concessionárias de abastecimento público na RH-VI — dimensionam suas necessidades com folga para evitar solicitar aumentos futuros, ao mesmo tempo em que não consideram usos de pouca expressão, que podem somar volumes significativos. Na abordagem indireta, os cálculos dependem de coeficientes técnicos específicos, sujeitos a erros na avaliação do porte do usuário ou na aplicação desses coeficientes. A forma mais adequada de estimar a demanda é combinar ambas as abordagens, permitindo identificar divergências e compensar possíveis erros, desde que o banco de outorgas esteja atualizado e consistente.

4.6.3.1 Estimativa direta: banco de outorgas do INEA

Adotando a abordagem direta, a análise do **banco de outorgas do INEA** revela diversas inconsistências que comprometem sua adequação para estimativas precisas de uso corrente da água. Entre os problemas identificados estão: a subcontabilização de usos de pouca expressão, superestimação de demandas futuras em grandes usuários como o abastecimento público, usos não outorgados por evasão ou desconhecimento, e erros na indicação do local de captação, como observado no acúmulo de outorgas em Araruama. Além disso, várias outorgas carecem de informações sobre vencimento ou finalidade de uso, incluindo casos de concessionárias de abastecimento público — Águas de Niterói, Águas de Juturnaíba e Prolagos — em diferentes municípios da RH-VI, onde frequentemente apenas a vazão máxima está registrada, sem indicar a vazão média ou o ponto exato de captação versus estação de tratamento ou local de uso. O

grande reservatório de Juturnaíba, principal manancial da região, evidencia ainda que muitas captações não estão corretamente registradas.

Diante dessas inconsistências, o banco de outorgas do INEA foi utilizado apenas como referência para **verificação das estimativas de demanda hídrica** realizadas de forma indireta pela ANA e posteriormente atualizadas e complementadas pelo plano. Posteriormente, os valores acumulados de outorgas, médias e máximas foram comparados com essas estimativas por município, garantindo uma análise mais confiável da situação hídrica na RH-VI.

4.6.3.2 Estimativa indireta: metodologia da ANA

Seguindo a abordagem indireta, utilizou como fonte a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que desenvolveu a Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água (BD-Usos) no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Lançado em 2019, o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil consolida estimativas de demandas hídricas setoriais, cobrindo 5.570 municípios desde 1931, com projeções até 2040, alinhadas ao Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2022-2040). A BD-Usos é atualizada periodicamente, incorporando dados de 2021 do Atlas de Irrigação, Atlas da Água (abastecimento urbano) e Evaporação Líquida de Reservatórios.

A metodologia de cálculo para cada setor é resumida a seguir:

- População: Projeções populacionais até 2040 utilizam curvas logísticas para municípios com crescimento e projeções geométricas para decréscimo, ajustadas às estimativas do IBGE. Taxas de urbanização e uso de água por habitante (urbana: 151-191 l/hab/dia; rural: 125 l/hab/dia) determinam demandas hídricas;
- Agricultura Irrigada: Baseada no Atlas de Irrigação (2021), considera áreas irrigadas por município (ex.: arroz, café, cana-de-açúcar), com projeções até 2040, utilizando balanços hídricos por microbacias e coeficientes técnicos;
- Criação Animal: Estimativas utilizam dados do IBGE (PPM 2021) e coeficientes de consumo (ex.: bovinos 50 l/cab/dia), com projeções baseadas em incrementos históricos;
- Indústria: Demandas calculadas com base em coeficientes por empregado (ex.: fabricação de bebidas, 8.713 l/empregado/dia), utilizando dados do RAIS e taxas de crescimento até 2040;

- Mineração: Consumo estimado por tipo de mineral (ex.: areia 0,04 m³/t), com projeções baseadas em taxas de crescimento anteriores;
- Termelétricas: Não consideradas na RH-VI por ausência de usinas.

As demandas são apresentadas por setor (retirada, consumo, retorno) em planilhas, com projeções tendenciais até 2040, servindo como base para diagnósticos e planejamentos hídricos. Na RH-VI, destacam-se demandas agroindustriais e de mineração associadas à construção civil, com baixo consumo hídrico relativo.

4.6.3.3 Usos consuntivos de água

Quanto aos dados de usos consuntivos, utilizou-se a Base Hidrográfica da ANA, com 418 ottobacias definidas a partir de cartas topográficas (1:100.000) e modelos digitais de elevação, para espacializar as demandas hídricas consuntivas, acumuladas por município e projetadas para 2023, com base no BD-Usos da ANA.

Assim, os dados são apresentados por municípios, por ottobacias e por UHPs de acordo com os tópicos a seguir.

<u>Usos por Município:</u>

- - População Flutuante: Considerada em municípios turísticos (Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema, Silva Jardim), com aumento expressivo na demanda urbana (ex.: Arraial do Cabo, +182,3%). Dados de SERENCO (2014) e Censo 2010 foram usados, com ajustes para população urbana.
- - Correção Censo 2022: Comparou-se a população estimada pela ANA (2021) com o Censo 2022, ajustando demandas urbanas (ex.: Maricá, subestimada em 30,89%; Cabo Frio, superestimada em 10,83%). A população rural foi considerada estável.
- - Demandas Totais (ANA, 2023): Com correções, o total de usos consuntivos na RH-VI é de 3,005 m³/s, sendo 83% para abastecimento humano urbano. Outros usos (rural, irrigação, animais, indústria, mineração) representam ~4% cada, com mineração a 0,09%. Municípios costeiros (Cabo Frio, Armação dos Búzios, Araruama) dominam as demandas.

Usos por Ottobacias:

As demandas são detalhadas em 448 ottobacias, com maior resolução espacial. De acordo com a espacialização dos dados, observa-se:

- Urbano: Concentrado em áreas litorâneas (Lagoa de Araruama, zonas marítimas);
- Rural: Maior entre as fozes dos rios São João e Una, próximo a áreas urbanas;
- Indústria: Concentrada na costa entre rios São João e Una;
- Mineração: Espalhada, com destaque no litoral nordeste da Lagoa de Araruama;
- Criação Animal: Dispersa, mais intensa ao norte das lagoas;
- Irrigação: Presente no litoral marítimo e entorno das lagoas;
- Total: Maior no litoral marítimo e Lagoa de Araruama.

Usos por UHP:

Na análise dos usos por UHP, a UHP VI-f (Lagoa de Araruama) tem o maior uso (1,1032 m³/s), dominado pelo abastecimento urbano. A UHP VI-a (Rio São João Montante) tem o menor uso (0,0293 m³/s), com predominância rural. A UHP VI-e (Lagoa de Saquarema) destaca-se pela irrigação.

4.6.3.4 Comparação entre outorgas e estimativas de demandas consuntivas

A partir da avaliação dos dados de uso, foi possível comprar as outorgas (INEA) com estimativas da ANA (2021, ajustadas por Censo 2022 e população flutuante). Observa-se que Araruama apresenta outorgas (médias e máximas) muito acima das demandas estimadas, enquanto em Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio e São Pedro da Aldeia as demandas superam as outorgas. Há discrepâncias nas categorias de uso entre INEA e ANA.

Conclui-se, portanto, que o abastecimento humano urbano é o uso que predomina na RH-VI, especialmente em áreas turísticas, com ajustes significativos quando considera-se a população flutuante. A análise por ottobacias e UHPs refina a distribuição espacial, destacando a concentração de demandas no litoral e discrepâncias entre outorgas e estimativas de cada UHP.

4.6.3.5 Usos não consuntivos de água

O principal uso não consuntivo de água na RH-VI Lagos São João é a atividade de recreação, lazer, incluindo esportes náuticos, além da contemplação cênica. Também se destaca a atividade de pesca e maricultura, seja no sistema lagunar e nos corpos de água regionais, como no oceano.

Embora não ocorra consumo de água, todos estes usos são demandantes de boa qualidade de água, tornando-os vulneráveis à poluição hídrica, proveniente de esgotos domésticos não coletados e tratados, e lançados nos corpos hídricos.

Cabe enfatizar que a recreação, lazer, esportes náuticos e a contemplação cênica, sustentam a economia regional. E que a pesca também oferece significativas contribuições à economia, além de ser atividade tradicional de pescadores artesanais. Além das colônias de pescadores e dos pescadores artesanais existentes (Z4 – Cabo Frio; Z5 – Arraial do Cabo; Z6 – São Pedro da Aldeia; Z24 – Saquarema; Z28 – Araruama; Z29 - Iguaba; Associação de Pescadores Artesanais da Praia da Baleia e Associação de Pescadores da Praia da Pitória), ainda existem aqueles que fazem da pesca sua subsistência direta.

Uma iniciativa que agrega ambas as atividades é o Turismo de Base Comunitária (TBC) da pesca artesanal da Lagoa de Araruama, em desenvolvimento pela Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Pitória (APAAPP).

4.6.4 Balanço Hídrico Quantitativo

O balanço hídrico foi realizado para as UHPs a partir dos resultados de disponibilidade hídrica, provenientes da modelagem de vazão gerados com o modelo MGB e por regionalização, em conjunto com os resultados da avaliação das demandas de água na região, obtidas através dos metadados da ANA.

Obteve-se o resultado do balanço hídrico generalizado para cada UHP e discretizado por trechos de rio. Para a realização do balanço hídrico foi utilizado o pacote de ferramentas WARM-GIS (Kayser e Collischonn, 2013; HGE, 2017), de forma integrada ao software QGIS, versão 3.4.11. O modelo foi aplicado para as UHPs, com exceção da UHP VI-g, pois na mesma não há drenagem aparente, e, portanto, essa análise não foi aplicada.

O balaço hídrico na RH-VI demostra que na maior parte da bacia não há comprometimento significativo da disponibilidade hídrica, mesmo para o cenário da máxima vazão outorgável, como nas UHP VI-a Rio São João Montante, UHP VI-b Rio São João Jusante, UHP VI-c Rios

Capivari e Bacaxá e a UHP VI-e Lagoa Saquarema, onde o índice de estresse hídrico é considerado baixo.

Já para sub-bacia UHP VI-d Rio Una é possível visualizar no balanço discretizado por trechos de rio, que em alguns trechos a disponibilidade é bastante comprometida considerando a vazão de referência Q95. Ao analisar o cenário de máxima vazão outorgável se identificam trechos que já atingem esse valor máximo (captando 100% dessa vazão outorgável) e trechos que estão próximos desse máximo. No entanto, os maiores níveis de comprometimento hídrico acontecem nos afluentes, quando se analisa o curso principal pode-se perceber que o rio consegue se recuperar quantitativamente.

Pela análise do balanço hídrico realizado por UHP nota-se valores significativos de comprometimento das disponibilidades das sub-bacias UHP VI-f e UHP VI-g. A UHP VI-f é onde existe o maior volume de demanda, principalmente para abastecimento urbano. Considerando apenas a análise de balanço realizada percebe-se um alto grau de comprometimento em diversos trechos na UHP VI-f.

4.7 Quadro Institucional e Legal da Gestão de Recursos Hídricos

4.7.1 Premissas

Algumas premissas a serem adotadas para propor um arranjo institucional para o Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI – Lagos São João (RH-VI), voltado à implementação de seu Plano de Recursos Hídricos, são:

> Premissa 1 – O arranjo institucional deve considerar em suas análises o arranjo previsto na Lei no. 3.239/1999 da Política Nacional de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro que prevê, além dos órgãos gestores, os Comitês de Bacia Hidrográfica e Agências de Água.

O arranjo da Política Estadual de Recursos Hídricos deve ser considerado, avaliado e testado quando a sua funcionalidade na Região Hidrográfica Lagos São João, visando à promoção da implementação de seu Plano de Recursos Hídricos.

> Premissa 2 - A discussão sobre o arranjo institucional deve estar embasada nas diretrizes da organização macro governamental do Estado do Rio de Janeiro.

Embora um arranjo institucional seja resultado da livre discussão e das convergências das preferências dos atores sociais estratégicos, deve ser enfatizado o papel relevante da

organização macro governamental. Isto demanda que discussões mais abrangentes devem se antecipar à modelagem da estrutura, devendo responder a algumas perguntas:

a) Quais as funções a serem atribuídas ao arranjo institucional?

b) Estas funções são necessárias?

c) Elas podem ser mais bem executadas fora do aparato governamental, mediante termos de parceria ou de concessões?

d) Ou dentro do aparato governamental, mas em outras instâncias?

Premissa 3 - O arranjo institucional deve observar as restrições legais, políticas, orçamentárias, e de recursos pessoais e materiais existentes nos entes participantes.

Devem ser sempre observados que podem existir distâncias razoáveis entre o arranjo institucional que se deseja ter e o arranjo institucional que se pode ter. Busca-se uma proposta factível, que seja a melhor possível considerando as limitações existentes, e não propostas utópicas e muitas vezes irrealizáveis.

Premissa 4 - Qualquer proposta formal de definição de um arranjo institucional requer um desenho ou projeto lógico da estrutura, com base no "funcionamento desejado da organização", qual seja, dos entes integrantes do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI.

Este funcionamento da organização deve ser claramente enunciado a partir dos seus objetivos e suas metas, da definição de sua estratégia e dos seus processos de trabalho – ou, ainda, da definição do porquê fazer, o que fazer, como fazer e com quem fazer para seguir o rumo que a estratégia determina.

Premissa 5 – O "funcionamento desejado da organização" será definido a partir das expectativas do conjunto de atores que integram o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI.

Como, segundo a doutrina da legislação brasileira sobre Gerenciamento de Recursos Hídricos, esta é uma responsabilidade coletiva, é fundamental que os objetivos e metas que caracterizarão o "funcionamento da organização" sejam o fruto das demandas e dos interesses de todos os atores envolvidos. Cabe alertar que o Instituto Estadual do Ambiente – INEA, como órgão estadual gestor dos recursos hídricos, a exemplo de outros órgãos da administração pública brasileira, espelham o olhar dos gestores públicos a cada período de governo, e não

necessariamente o que a sociedade/cliente necessita ou demanda. Esta integração de Sistemas de Governo e de Estado deve buscar superar esta situação. Abaixo se define e estabelece as diferenças e complementariedade entre Estado e Governo.

Tabela 4.5 – Definições

Definição de Estado e Governo
Estado é o conjunto de instituições públicas de um determinado país, responsáveis por regular todas as atividades que nele ocorrem, sendo, portanto, uma organização política. Assume caráter intemporal, mantendo-se independentemente do Governo que esteja no poder. Sendo assim, o Estado deve ser considerado como uma organização permanente que atua de forma independente, de acordo com regras e leis previamente aprovadas.
Governo é um conjunto de instituições e indivíduos que, tendo chegado ao poder por uma determinada via, se encarregam de administrar e dirigir um Estado. Sendo assim, o Governo é um dos elementos constitutivos, ou parte do Estado, juntamente com a população e o território, que fazem parte do Estado, mas não do Governo. Cada Estado deve contar com um Governo, ao qual cabe, além de representá-lo, gerenciá-lo e dirigi-lo.

Fonte: Elaboração própria.

Premissa 6 – O arranjo institucional deve prever mecanismos de participação pública.

Para que sejam efetivamente obtidos aperfeiçoamentos, o envolvimento dos participantes da organização - entendidos como sendo os Poderes Públicos (União, Estados e Municípios), Usuários de Água e as Organizações da Sociedade Civil - deve se dar através da utilização de metodologia específica que garanta a informação, a mobilização e a participação dos usuários no processo de identificação dos objetivos e das metas da organização. Esta premissa, inclusive, faz parte de um dos fundamentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei no. 3.329/1999: "Art. 2º A Política Estadual de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: II - da descentralização, com a participação do Poder Público, dos usuários, da comunidade e da sociedade civil".

Premissa 7 - A implementação de um arranjo institucional deve ser feita gradualmente

Uma vez legalmente aprovada a proposta do arranjo institucional, a implementação deverá ser feita gradualmente. Isto pois organizações ou reorganizações implicam a alocação e a realocação de pessoas, e demandam esforços de capacitação, adaptação, gestão de resistências, realinhamento de competências (principalmente competências gerenciais), programas de desenvolvimento de pessoas (aplicável ao quadro funcional como um todo, de modo a integrá-lo ao desenho organizacional proposto), e a própria gestão de processos, devida à concomitante implementação de melhorias.

Premissa 8 – Processos de implantação de arranjos institucionais demandam a efetiva coordenação da cúpula da organização

Todos os processos de transformação organizacional demandam a firme liderança da cúpula da organização na condução do processo e no chamamento à participação. Esta liderança da cúpula da organização é necessária para que todos sejam, de diferentes formas, envolvidos e engajados no desenho proposto. A cúpula da organização envolve, em especial, o Governo do Estado do Rio de Janeiro por meio do seu órgão gestor de recursos hídricos: o Instituto Estadual do Ambiente – INEA, por meio de sua Gerência de Instrumentos de Recursos Hídricos e Governança das Águas. E, também, o Comitê das Bacias Hidrográficas das Lagoas de Araruama e Saquarema, e dos Rios São João e Una ou, de forma abreviada, Comitê de Bacia Lagos São João - CBHLSJ.

> Premissa 9 – A participação dos quadros funcionais existentes no processo de implementação e aprimoramento do arranjo institucional é relevante para conhecer o seu ambiente e para serem realizadas propostas plausíveis de implementação.

O conhecimento da situação da organização no presente, para identificar carências, resistências, preferências, será alcançado com envolvimento dos quadros funcionais atuais ao longo de todo processo de implantação e aprimoramento do arranjo institucional. As possibilidades de aperfeiçoamento devem ser igualmente avaliadas considerando as preferências, peculiaridades e restrições destes quadros funcionais envolvidos.

> Premissa 10 - Seja qual for a circunstância, será sempre possível melhorar o grau de racionalidade do arranjo institucional corrente, apesar das dificuldades existentes.

Ou seja, é possível propor aprimoramentos à atual estrutura de governança da RH-VI. Porém, deve ser observado que não raro, existem dificuldades a serem superadas na busca de aprimoramentos por vários fatores, entre os quais podem ser destacados:

a) demora no trâmite legal para aprovação da proposta de aprimoramento nas diversas instâncias;

b) resistências internas e externas decorrentes de receios e das dinâmicas de poder internas às organizações;

c) limitações impostas pelos padrões pré-estabelecidos pelos tipos e disponibilidade de cargos que compõem as estruturas governamentais;

d) sujeição a formalismos adotados pelas organizações públicas.

Portanto, estas limitações deverão ser consideradas nas propostas a serem apresentadas e buscadas formas de superá-las, por meio de um diálogo constante com atores sociais estratégicos. Será importante que a Consultora seja entendida como facilitadora do processo de discussão e que o arranjo institucional proposto seja entendido como resultado de convergências das preferências dos atores sociais estratégicos.

4.7.2 O Princípio da congruência

A questão central do arranjo institucional é orientar-se para os resultados servindo de ponte entre as Estratégias e os Processos que as implementam. Nesse sentido é fundamental atender ao Princípio da Congruência (NADLER e TUSHMAN. 1997) segundo o qual *quanto maior for o grau de congruência ou alinhamento dos vários componentes da estrutura organizacional melhor será o desempenho da organização*.

Em linha com esta função-ponte (entre estratégia e plataforma implementadora dos processos) do arranjo institucional deve ser proposta uma metodologia de definição da estrutura institucional. Esta metodologia busca em última análise integrar o planejamento (a agenda estratégica dos governos usualmente expressa em programas) e a gestão (a estrutura organizacional ou as estruturas implementadoras). a partir da definição de uma matriz de programas e entidades como mostra a Figura 4.46. Esta definição é necessária porque programas não são auto executáveis nem entidades são auto orientadas para resultados.

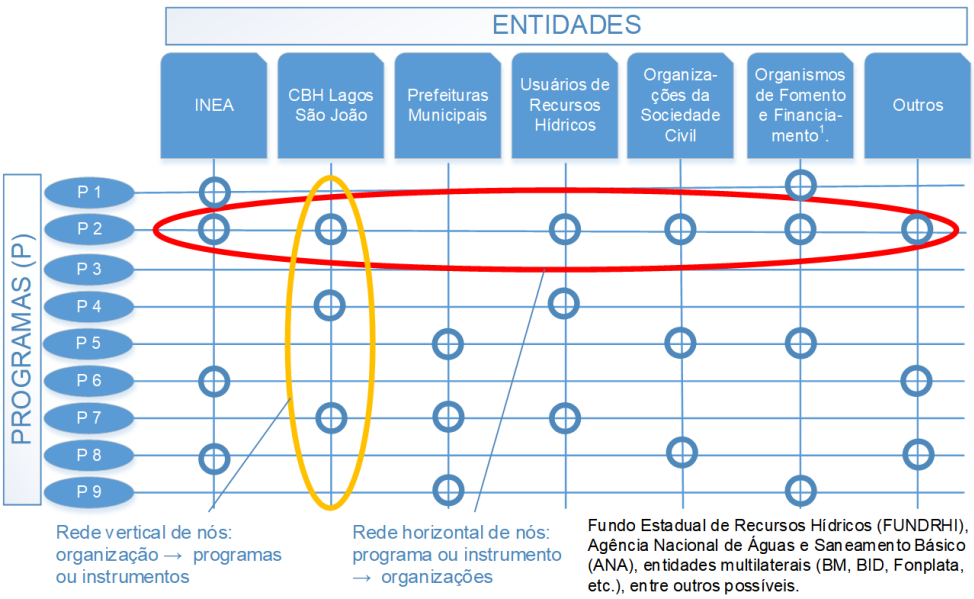


Figura 4.46 - Alinhamento matricial: exemplo hipotético.
Fonte: Elaboração Própria.

A matriz busca equacionar uma questão crítica da gestão pública contemporânea (e dos modelos de gestão por programas em particular): "como assegurar que o desenho dos arranjos institucionais seja congruente com a agenda prioritária de governo expressa nos programas?". Para que isso ocorra é necessário que se estabeleça um alinhamento entre os programas e as entidades - não apenas as organizações da estrutura do governo, mas também outras tais como entes federativos, federais, estaduais e municipais, órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente, usuários de água, ONGs, colegiados de estado (Conselhos de Recursos Hídricos, Comitês de Bacia Hidrográfica, organismos multilaterais), etc.

O que se pretende com isso é verificar a convergência (ou não) entre as agendas de governo (expressa nos programas prioritários nas linhas horizontais) e as das entidades que podem participar da implementação destes programas que normalmente possuem agenda própria representados nas linhas verticais.

Embora os resultados estejam previstos nos programas é pelo arranjo institucional que eles são executados pois é nele que estão alocados os recursos e a estrutura de poder. Deste modo é preciso construir dois alinhamentos: um horizontal (alinhar os pontos de implementação das distintas organizações no âmbito de cada programa definindo-se arranjos específicos de coordenação); e um vertical (alinhar as entidades com os resultados dos programas que as perpassam). A Figura 4.46 ilustra estes alinhamentos matriciais no conjunto em linha vermelha e no em linha amarela respectivamente.

No hipotético do alinhamento horizontal da Figura 4.46 em vermelho pode-se exemplificar como um programa governamental de interesse às três esferas de poder (União, Estados e Municípios) a compatibilização dos balanços hídricos quantitativos. Existirá a alocação de fundos para execução dos programas por parte dos governos federal e estadual sendo que os municipais poderiam adequar o planejamento territorial aportar informações e ceder infraestrutura para reuniões capacitações etc. Os órgãos gestores de recursos hídricos mediante as outorgas de direitos de uso de água executariam o programa com usuários de água se submetendo e sendo capacitados para o uso eficiente de água por organizações da sociedade civil. Aos colegiados de recursos hídricos caberiam propor e aprovar prioridades de uso de água e as organizações multilaterais financiariam parte dos investimentos especialmente nas áreas de maior interesse na fixação de vazões para manutenção da integridade ecológica (vazões ecológicas).

No alinhamento vertical em amarelo cada entidade participante do arranjo institucional estabeleceria seus interesses e possibilidades de participação nos programas governamentais. A construção de uma estrutura matricial consiste assim no desenho de uma rede que considera a matriz de relações entre programas e entidades. Os passos a serem seguidos são:

1) o estabelecimento das relações (identificação dos nós) entre as unidades programáticas de resultado (os programas) e as respectivas plataformas implementadoras (as entidades);

2) construção das redes horizontais (vermelhas) com elaboração da estrutura organizacional dos programas ou o modelo de gestão das redes de governança formadas pelos nós das respectivas entidades implementadoras;

3) construção das redes verticais (amarelas) com a elaboração da organização institucional propriamente dita das entidades implementadoras dos programas a partir:

- do alinhamento de suas agendas. de modo a incorporar as contribuições dadas para a promoção dos resultados dos programas que deverão se envolver, e;
- do traçado de uma articulação condizente com a promoção dos resultados visados.

A rede obtida resulta na sobreposição (integradora) de dois tipos de estrutura:

1) uma delas orgânica, fluida, virtual, em rede (horizontal), vinculada aos programas (elementos da estratégia de implementação); e
2) a outra mais concreta, uma vez que "fixamente associada" a uma dada entidade (rede vertical).

Nenhuma das duas estruturas é capaz de gerar isoladamente o necessário alinhamento para que os resultados programados aconteçam; por isto, devem operar sistemicamente.

Isto mostra que um arranjo institucional:

1) Deve envolver várias entidades, que partilham das responsabilidades de implementação de programas;
2) O alinhamento destas responsabilidades (quem faz o que, quando, com que qualidade e quantidade, em que tempo etc.) é a parte mais complexa do arranjo institucional;
3) Cada programa deverá ter seu alinhamento específico de responsabilidades, de acordo com suas finalidades, metas e processos;

4) O arranjo institucional deve ser flexível suficientemente para se adaptar a qualquer programa que deverá ser por ele implementado.

Embora um arranjo institucional possa ser sintetizado por um organograma, a dinâmica de funcionamento deverá ser estruturada para cada programa, evidenciando quais entidades participam da implementação e com que responsabilidades.

4.7.3 O Sistema de gerenciamento de recursos hídricos

O arranjo institucional atual do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI – Lagos São João pode ser esquematizado estaticamente pelo organograma da Figura 4.47. Existem as entidades no âmbito do estado do Rio de Janeiro, que são basicamente o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/RJ e o Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

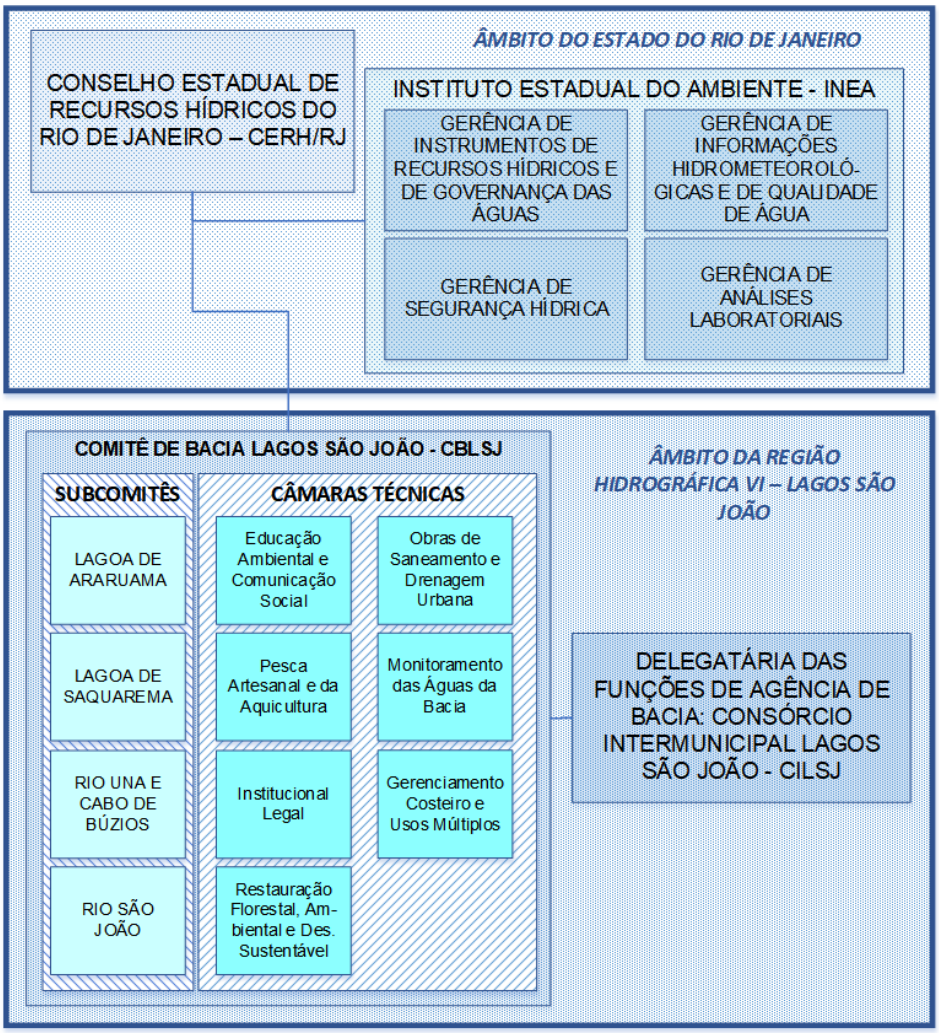


Figura 4.47 - Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH-VI - Lagos São João.
Fonte: Elaboração Própria.

4.7.3.1 CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

É o órgão colegiado máximo do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, com atribuições normativas, consultivas e deliberativas, encarregado de supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos (Art. 44 da Lei Estadual 3.239/1999 da Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro).

4.7.3.2 INEA – Órgão Estadual Gestor de Recursos Hídricos

O INEA tem competências de executar as políticas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e recursos florestais. Na área de recursos hídricos tem 4 gerências, dentro as quais se destaca a de Instrumentos de Recursos Hídricos e de Governança das Águas, por suas vinculações diretas com as questões gerenciais. A Gerência de Segurança Hídrica tem sua relevância nos aspectos e infraestrutura hídrica. A Gerência de Informações

Hidrometeorológicas e de Qualidade de Água é dedicada à geração de informações hídricas e a das Análises Laboratoriais vincula-se à análise de amostras de água coletadas, entre outros serviços.

4.7.3.3 CBHLSJ – Órgão deliberativo e de integração participativa do gerenciamento de recursos hídricos

O Comitê da Bacia Lagos São João – CBLSJ tem as atribuições que lhe foram concedidas pela Lei Estadual nº. 3.239/1999 em seu Art. 55:

I. "propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), a autorização para constituição da respectiva Agência de Água;

II. aprovar e encaminhar ao CERHI a proposta do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH), para ser referendado;

III. acompanhar a execução do PBH;

IV. aprovar as condições e critérios de rateio dos custos das obras de uso múltiplo ou de interesse comum ou coletivo, a serem executadas nas bacias hidrográficas;

V. elaborar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos de sua bacia hidrográfica;

VI. propor o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica, em classes de uso e conservação, e encaminhá-lo para avaliação técnica e decisão pelo órgão competente;

VII. propor os valores a serem cobrados e aprovar os critérios de cobrança pelo uso da água da bacia hidrográfica, submetendo à homologação do CERHI;

VIII. encaminhar, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direito de uso de recursos hídricos, as propostas de acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

IX. aprovar a previsão orçamentária anual da respectiva Agência de Água e o seu plano de contas;

X. aprovar os programas anuais e plurianuais de investimentos, em serviços e obras de interesse dos recursos hídricos, tendo por base o respectivo PBH;

XI. ratificar convênios e contratos relacionados aos respectivos PBH`s;

XII. implementar ações conjuntas com o organismo competente do Poder Executivo, visando a definição dos critérios de preservação e uso das faixas marginais de proteção de rios, lagoas e lagunas; e

XIII. dirimir, em primeira instância, eventuais conflitos relativos ao uso da água".

O CBLSJ é constituído por representantes de (Art. 54, Lei Estadual nº. 3.239/1999):

I. "os usuários da água e da população interessada, através de entidades legalmente constituídas e com representatividade comprovada;

II. as entidades da sociedade civil organizada, com atuação relacionada com recursos hídricos e meio ambiente;

III. os poderes públicos dos Municípios situados, no todo ou em parte, na bacia, e dos organismos federais e estaduais atuantes na região e que estejam relacionados com os recursos hídricos".

O CBLSJ tem suas funções descentralizadas em quatro subcomitês, e é subsidiado por sete Câmaras Técnicas, como mostra a Figura 4.47.

4.7.3.4 CILSJ – Órgão de apoio técnico e administrativo do CBHLSJ

O CBLSJ é assistido técnica e administrativamente pelo Consórcio Intermunicipal Lagos São João – CILSJ que recebeu a delegação das funções de Agência da Bacia Hidrográfica Lagos São João em 2012. Estas funções são (Art. 59, Lei Estadual nº. 3.239/1999):

I. manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos;

II. manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III. efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV. analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança do uso dos recursos hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V. acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

VI. implementar o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI), em sua área de atuação;

VII. celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços, para desempenho de suas atribuições;

VIII. elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação dos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH`s);

IX. promover os estudos necessários à gestão dos recursos hídricos;

X. elaborar as propostas dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBH`s), para apreciação pelos respectivos CBH`s; e

XI. propor, aos respectivos CBH`s:

a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI);

b) os valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos;

c) o plano de aplicação dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e

d) o rateio dos custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

O CILSJ foi criado em 1999 com personalidade jurídica de Associação Civil sem finalidades lucrativas, visando a promoção de políticas públicas de forma compartilhada entre o Governo do Estado e os 13 municípios que o formaram: Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Maricá, Rio Bonito, Rio das Ostras, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim.

O Consórcio Intermunicipal é uma das figuras jurídicas que podem ser reconhecidas como Organização Civil de Interesse dos Recursos Hídricos (Art. 62 da Lei Estadual no 3.239/1999). De acordo com o Art. 1º. da Lei Estadual nº 5.639/2010, que dispôs sobre os contratos de gestão entre o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos (ou seja, INEA), e entidades delegatárias de funções de agência de água relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado, "o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos poderá firmar contratos de gestão, por prazo determinado, com entidades sem fins lucrativos com obrigatoriedade de investimento de seus excedentes financeiros - no desenvolvimento das próprias atividades, vedada a sua distribuição - entre os seus associados, conselheiros, diretores ou doadores que se enquadrem no disposto pelos incisos I, II, III e V do art. 62 da Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que receberem delegação do Conselho Estadual de Recursos

Hídricos para exercer funções de competência da Agência de Água, definida no art. 56 e com competências estabelecidas no art. 59 da mesma lei, enquanto estas não estiverem constituídas".

O Consórcio Intermunicipal, sendo Associação Civil regida pelo Código Civil, pode ter como associados outros entes que não as pessoas políticas, como prefeituras municipais. Por exemplo, empresas usuárias de recursos hídricos e organizações não governamentais. Portanto, a expressão "Consórcios Intermunicipais" não tem a ver com a natureza jurídica dessa associação.

A missão original principal do CILSJ foi promover ações para a recuperação da Lagoa de Araruama, que se encontrava na época com alto grau de contaminação. A partir de 2012 passou a atuar como parte do Sistema Estadual de Gestão dos Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, com atribuições de Entidade Delegatária das funções de Agência de Água do CBLSJ e, igualmente, do CBH Macaé e das Ostras. Como Entidade Delegatária das funções de Agência de Água atua, de acordo com o que dispõe a Lei Estadual nº 3.239/1999, complementada pela Lei Estadual nº 5.639/2010, como:

- Secretaria executiva dos CBHs;
- Apoio à implementação das suas Políticas de Recursos Hídricos.

Além destas, o CILSJ exerce as seguintes funções:

- Apoio técnico às prefeituras para gestão ambiental municipal;
- Representação regional na Agência Reguladora de Energia e Saneamento;
- Apoio à gestão das unidades de conservação inseridas em sua área de atuação;
- Articulação institucional para o desassoreamento de canais e lagoas costeiras;
- Fomento a estudos e projetos técnicos científicos;
- Apoio aos Planos Municipais de Saneamento Básico;
- Apoio aos Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica;
- Monitoramento da Qualidade da Água em sua área de atuação.

A organização do CILSJ é esquematizada na Figura 1.3. O Conselho de Associados toma as decisões estratégicas, passando a execução à Comissão Executiva que as implementa por meio

da Secretaria Executiva; o Plenário das Entidades serve de conselho consultivo e o Conselho Fiscal realiza o controle fiscal.

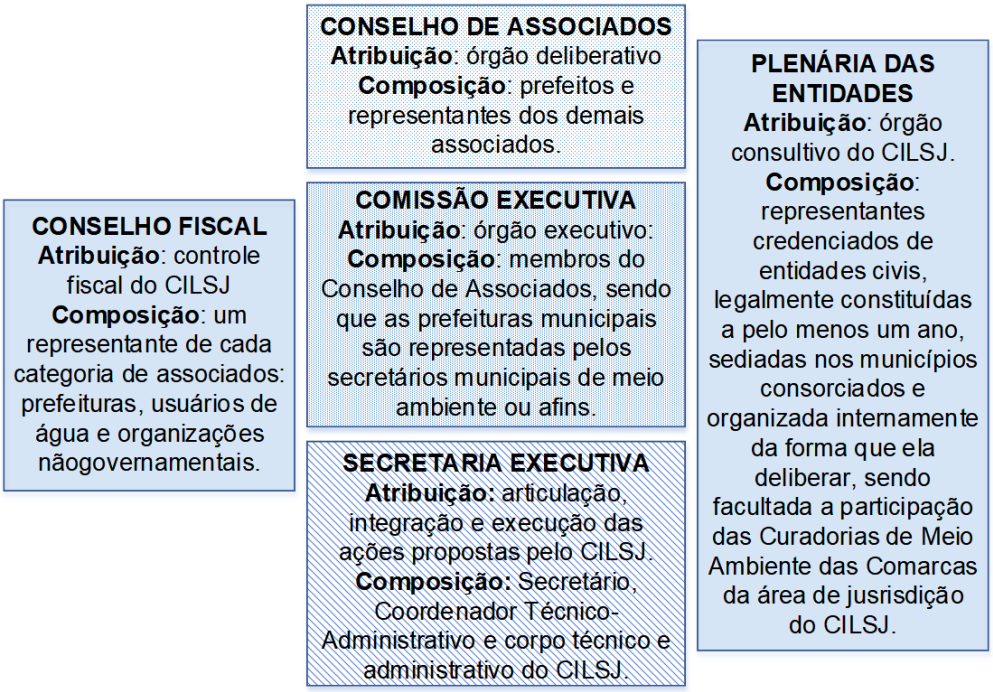


Figura 4.48 - Esquema da organização do CILSJ.
Fonte: Estatuto Sétima Alteração Estatutária do Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos do Rio São João e Zona Costeira.

A equipe do CILSJ é relativamente pequena: existe uma Coordenação de Projetos assistida por um assistente administrativo e um secretário executivo para todas as suas atividades. Especificamente para as funções de Agência de Água do CBLSJ conta com apenas dois Analistas Técnicos, assessorados por dois Assistentes Administrativos.

Atualmente, participam Conselho de Associados do CILSJ, além dos municípios instituidores, as entidades listadas na Tabela 4.6.

4.7.3.5 Fonte principal de recursos

A fonte de recurso principal para execução dos programas do CBLSJ é a cobrança pelo uso de água, de acordo com os preceitos aprovados pela Lei no. 4.247/2003 que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro. De acordo com o INEA (2023c) os valores cobrados em 2023 são os que constam na Tabela 4.7. Na Tabela 4.8 os valores são acumulados por categoria de usuários de água e o gráfico da Figura 4.49 ilustra os resultados. Eles mostram a origem dos recursos, destacando o Saneamento (serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário) como o maior contribuinte, com mais de 94% do valor total. São 32 faturas de cobrança que incidem sobre 27 usuários de água

apenas, sendo que a maior parte delas se encontra na categoria 'Outras', com 9 faturas, seguida pelo saneamento, indústria e irrigação, com 5 faturas cada.

Tabela 4.6 - Entidades participantes do Conselho dos Associados do CILSJ. além dos municípios da bacia.(CONSELHO DE ASSOCIADOS)

Organizações não governamentais
Associação das Mulheres Empreendedoras Acontecendo em Saquarema - AMEAS
Instituto de Pesquisa e Educação para o Desenvolvimento Sustentável - IPEDS
Organização Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável - OADS
Associação de Defesa da Lagoa de Araruama - Viva Lagoa
Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Baleia
Movimento de Mulheres de Iguaba Grande - MOMIG
Associação de Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Pitória
Concessionária Águas de Juturnaíba
Concessionária Prolagos
Construtora Mil/Villa Rio
Tosana Agropecuária S/A.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.7 - Valores cobrados pelo uso de água em 2023 na RH-VI - Lagos São João (INEA, 2023c).

Razão Social	No CNARH	Finalidade	Valor (R$/ano)
Agrisa - Agroindustrial São João S/A	330022511807	Indústria	14.197.29
Água de Canaã - Comercio e Transporte Ltda	330027377408	Outras	6.404.82
Águas do Rio 1 S.A. RIO BONITO - RH VI	330038809541	Saneamento	127.435.20
Águas do Rio 1 S.A. SAQUAREMA	330038808812	Saneamento	60.363.21
Armando Favoreto 07130350725	330027179878	Outras	3.013.02
Artelagos Artefatos de Concreto Ltda.	330005507325	Indústria	165.29
Autopista Fluminense S.A.	330006909680	Outras	1.886.82
Autopista Fluminense S/A	330005193550	Cons. humano	564.73
Autopista Fluminense S/A	330005155895	Outras	4.669.88
Beba Brasil Indústria de Bebidas Ltda	330032460822	Outras	5.589.59
Biovert Florestal e Agrícola Ltda	330027391400	Irrigação	38.70
Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	330005059071	Saneamento	927.517.58
Guaralagos Distribuidora de Produtos Alimentícios Ltda.	330006166793	Indústria	780.78
Itograss Agricola Ltda	330027086004	Outras	9.747.26
José Carlos Scarambone - Almte Amorim Do Vale	330026832926	Cons. Humano	205.08
José Carlos Scarambone - Itaperuna	330026833060	Cons. Humano	266.14
José Carlos Scarambone - Jardim Bom Retiro	330026590221	Cons. Humano	285.42
King Grass Agrícola Ltda.	330005800464	Irrigação	744.17
Marcelo Lara Matte	330029225486	Irrigação	699.27
Paper Box Saq Indústria de Embalagens Ltda	330027985963	Outras	694.36
Passagem Indústria e Comércio de Gelo Eireli	330027487424	Indústria	1.445.01
Posto Nunes e Costa Ltda	330005055750	Outras	63.70
Prefeitura Municipal Casimiro de Abreu	330029837090	Aquicultura	11.392.55
Prolagos S/A Concessionaria de Serviços Públicos de Água e Esgotos	330005058938	Saneamento	1.791.630.80
Rancho Águas Vivas Ltda	330031533605	Outras - Carro-pipa	2.997.71
Renato de Souza Barbalho	330005055912	Irrigação	154.35
Saae Casemiro de Abreu	330028906463	Saneamento	144.850.58
São Lázaro Mineração Ltda	330005056056	Mineração	3.302.23
Sartori Árvores Nativas e Reflorestamento LTDA. - ME	330006959432	Irrigação	9.94

Razão Social	No CNARH	Finalidade	Valor (R$/ano)
Serafin Domingo P. Q. Cespo	330005056137	Aquicultura	112.702.14
TALCEP Mineradora Indústria e Comércio Ltda - ME	330009965875	Indústria	3.931.13
Tosana Agropecuária Ltda	330008477354	Outras	202.77
Total			3.237.951.52

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.8 - Valores cobrados em 2023 por categoria e número de faturas (INEA, 2023c).

Categoria	Valor (R$/ano)	Faturas
Saneamento	R$ 3.051.797.37	5
Aquicultura	R$ 124.094.69	2
Outras	R$ 32.272.22	9
Indústria	R$ 20.519.50	5
Mineração	R$ 3.302.23	1
Outras - Carro-Pipa	R$ 2.997.71	1
Irrigação	R$ 1.646.43	5
Consumo humano	R$ 1.321.37	4
TOTAL	R$ 3.237.951.52	32

Fonte: Elaboração própria.

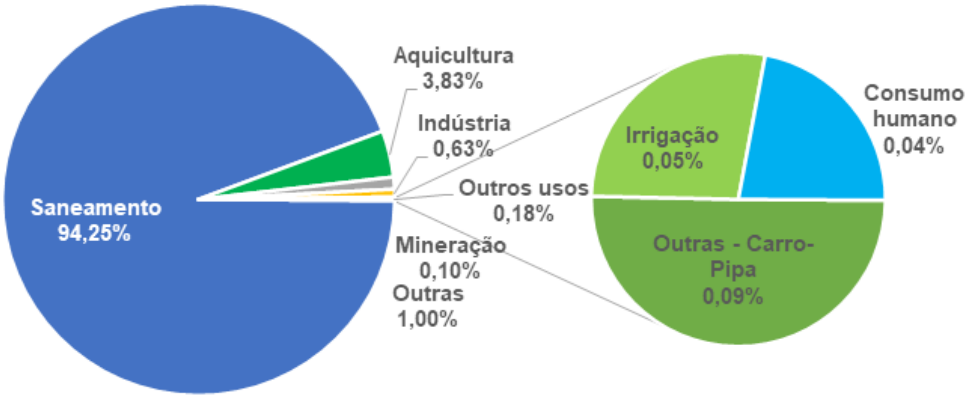


Figura 4.49 - Distribuição dos valores cobrados em 2023 entre as categorias.
Fonte: INEA (2023c).

4.7.3.6 Projetos existentes no âmbito do CBHLSJ

De acordo com as informações do sítio eletrônico do CILSJ os projetos já finalizados, atualmente implantados ou considerados para implantação com recursos da cobrança são listados na Tabela 4.9. Na Tabela 4.10 está a situação da contratação, segundo a página do CILSJ consultada em março de 2023.

Tabela 4.9 – Projetos executados pelo CILSJ na RH-VI (CILSJ).

Descrição	Detalhamento
Projeto Aqua	Projeto de Pesquisa da Qualidade da Água do Manancial Rio São João na RH-VI do Estado do Rio de Janeiro requerido pelo Consórcio Intermunicipal Lagos São João para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira (CILSJ) através do Contrato: 01/2016, processo 258/2015 e executado ao longo dos 12 meses do ano de 2016.
Acordo de Cooperação Técnica	Acordo de Cooperação Técnica que entre si celebraram os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, tendo como interveniente o CILSJ. Foi firmado em 2019, visando estabelecer a gestão integrada da Lagoa de Araruama para o cumprimento da Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA Nº 2, de 16 de maio de 2013, que define os critérios para a pesca e o período de defeso da Lagoa de Araruama.
Monitoramento da Água Superficial nas Lagunas de Saquarema e Jaconé – RH-VI do Estado do Rio de Janeiro	Regulamentado pelas Resoluções CBHLSJ nº 59/2015, 71/2018, 84/2019 e nº 102/2019, teve como objetivo realizar atividades de coleta e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em (06) seis pontos específicos na laguna de Saquarema e (01) um ponto na Laguna de Jaconé, totalizando (07) pontos de monitoramento.
Fundo de Boas Práticas Socioambientais em Microbacias (FUNBOAS)	Consistindo em um mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) do CBHLSJ. Seu objetivo principal foi contribuir para as ações de conservação e recuperação ambiental da área de abrangência do comitê, protegendo os recursos hídricos e incentivando a manutenção da produção dos serviços ambientais prestados pelas microbacias da região. O projeto contemplou diversos municípios da RH-VI. Em 2020 foram aprovados novos recursos para realização do projeto no município de Saquarema/RJ.
Revivendo Águas Claras	Tendo como objetivo principal a melhoria da qualidade socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio São João, o projeto contou com a criação de um banco de áreas para replantio de vegetação nativa e ações reflorestamento nascentes da Bacia, restaurando a mata ciliar da represa de Juturnaíba e promovendo a educação socioambiental. O projeto, em parceria entre as Concessionárias Águas de Juturnaíba e Prolagos, o CBHLSJ e CILSJ, já reflorestou mais de 10 hectares e atingiu mais de mil pessoas com ações educativas.
Material Didático do Projeto Revivendo Águas Claras, constituído por Livro, Folhetos para Colorir e mapa	Material didático constituído de livro, folheto para colorir e mapa. Este material teve como objetivo a aproximação da população com a temática da preservação das águas e florestas, com foco o manancial pelo qual são abastecidos, o Reservatório de Juturnaíba, os municípios que compõem a bacia hidrográfica e, mais especificamente sobre o Programa Revivendo Águas Claras.
Apoio à Fiscalização da Lagoa de Araruama	Aquisição de embarcação com motor, materiais, equipamentos, óleo de motor, além de combustíveis e kit alimentação para incentivo a ações de fiscalização na Lagoa de Araruama, principalmente durante o período de defeso. O apoio foi fornecido diretamente às guardas ambientais envolvidas nas ações de fiscalização, beneficiando diretamente os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia.
Programa de Monitoramento da RH-VI	Monitoramento sistemático com realização de campanhas de amostragem e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em corpos hídricos da RH-VI, em 29 pontos estratégicos de corpos hídricos. O Projeto contemplou a Lagoa de Jacarepiá, o Rio São João e Reservatório de Juturnaíba, o Rio Roncador, a Lagoa de Saquarema e a Lagoa de Jaconé.

Descrição	Detalhamento
Estudo de Áreas Suscetíveis a Inundação em Silva Jardim	Elaboração de modelos hidrodinâmicos para caracterização do Rio Capivari e seus afluentes, visando o mapeamento das áreas inundáveis e medidas de mitigação e melhorias das condições ambientais. O projeto tem como área de interesse o município de Silva Jardim.
Sistema de Informações Geográficas (SIG)	Portal de armazenamento de dados geoespaciais e de informações de recursos hídricos, visa facilitar o acesso às informações sobre os recursos hídricos da RH-VI, bem como orientar o planejamento e gerenciamento do uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, sendo seu objetivo principal a coleta, tratamento, armazenamento e disponibilização de dados a todos interessados em obter informações sobre a bacia hidrográfica.
Programa de Educação Ambiental em Sobara, Araruama	Dentro do projeto de implantação do saneamento na comunidade quilombola de Sobara, está inserido o programa de educação ambiental, promovido pelo CBHLSJ e parceiros. Durante a realização das ações do projeto, as crianças aprendem sobre a importância do saneamento básico e dos cuidados com o meio ambiente.
Projetos de Educação Ambiental e Comunicação Social	Visando a utilização dos recursos da rubrica de educação ambiental, o CBHLSJ aprovou diversos projetos para sensibilização da população de sua área de atuação, entre eles: Projeto Gênero, Água e Saneamento – projeto que visava aproximar a mulher da gestão dos recursos hídricos, discutindo questões relativas a gênero; Curso de capacitação em recursos hídricos – visa promover uma capacitação sobre o gerenciamento de recursos hídricos, com o intuito de possibilitar que os membros, técnicos, e comunidade da RH-VI, possam se aprofundar no entendimento das matérias que norteiam a gestão descentralizada das águas; Produção de vídeos educativos sobre recursos hídricos; e Ações de comunicação social, para complementação aos serviços não contemplados pela sua assessoria de comunicação.
Plano de Bacia Hidrográfica da Região dos Lagos e do Rio São João	Objetiva a revisão e complementação do Plano de Recursos Hídricos do CBHPSJ, integrado aos planos de ordenamento da Lagoa de Araruama e de abordagem ecossistêmica na gestão costeira. Sua principal motivação foi a defasagem das informações do Plano de Bacia atual, que foi publicado em 2005. O Plano previsto, unindo as informações dos três planos, trata-se de uma ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos de todos os municípios que compõem a RH-VI. Para ter acesso a mais informações sobre o Plano de bacia, clique aqui.
Reflorestamento na Bacia do Rio São João	Considerando a importância da área da Bacia do Rio São João e sua importância para o abastecimento de água e para os ecossistemas da RH VI, o CBHLSJ aprovou recursos para a implementação de ações para conservação de seu sistema hidrológico. O reflorestamento dos mananciais do Rio São João visa proporcionar a melhoria das condições hídricas nesta Bacia Hidrográfica, contribuindo para o uso múltiplo das águas. Os projetos contemplam os municípios de Silva Jardim e Cachoeira de Macacu.
Projetos de Saneamento	Com o objetivo de garantir a quantidade e a qualidade das águas, é previsto que no mínimo 70% (setenta por cento) dos recursos arrecadados, decorrentes da cobrança pelo uso da água, sejam investidos em saneamento. Para atendimento a isso, o CBHLSJ aprovou recursos para Projetos Esgotamento Sanitário em diversos municípios da RH-VI, sendo eles: Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Rio das Ostras, Saquarema, Silva Jardim e São Pedro da Aldeia.

Descrição	Detalhamento
Aplicativo de Monitoramento de Estatística Pesqueira nas Lagoas de Araruama e Saquarema	O conhecimento da produção de pescado capturado nas lagunas costeiras da região, através de programas estatísticos pesqueiros, pode identificar a produção desembarcada bem como as oscilações sazonais das espécies alvo que ocorrem nesses ecossistemas e proporcionar o melhor desempenho na atividade de pesca. Assim, o presente projeto tem como objetivo contribuir para otimização do gerenciamento de estoques e desembarques pesqueiros nas Lagoas de Araruama e Saquarema, por meio da implantação de aplicativo para coleta de dados em dispositivos móveis.
Enquadramento do Rio São João	O enquadramento dos corpos de água em classes, conforme a legislação ambiental, tem como base os seus usos preponderantes, tendo como objetivo assegurar a qualidade da água compatível com os usos prioritários, e diminuir os custos de combate à poluição das águas através de medidas preventivas permanentes, estabelecendo, desta forma, metas de qualidade da água a serem atingidas. Atualmente, os esforços estão concentrados na consolidação de uma base de dados geográficos (SIG), que possibilitará um diagnóstico mais preciso do uso e ocupação dos solos, etapa fundamental para elaboração da proposta de enquadramento. Em paralelo, o CBHLSJ aprovou recursos para contratação de empresa especializada para realização da consolidação da proposta de enquadramento para o Rio São João, corpo hídrico escolhido devido a sua importância para o abastecimento de água e para os ecossistemas da RH-VI.
Estudos para fundamentação da revisão do mecanismo da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Região Hidrográfica Lagos São João – RH-VI	Tem como objetivo o aperfeiçoamento do mecanismo da cobrança estabelecido para o Estado do Rio de Janeiro, considerando as especificidades da RH-VI, por meio da elaboração de estudos que fundamentem aplicação do instrumento sobre novos setores usuários, avaliem o impacto dos valores praticados sobre os diferentes setores, e respaldem a revisão da metodologia da Cobrança na área de atuação do CBHLSJ, principalmente no que tange a atualização da fórmula atualmente aplicada pela cobrança no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4.10 – Projetos em andamento na RH-VI – Lagos São João.

#	Projetos		Status resumido	Valor solicitado em carta	Valor recebido em conta	Valor Contratado	Valor desembolsado pelo projeto
117	Esgotamento Sanitário em	Arraial do Cabo	Execução	957.261,02	957.261,02	54.270,00	0
118		Silva Jardim	Execução	927.572,15	927.572,15	51.950,00	0
119	Monitoramento Estatístico do Estoque Pesqueiro	Laguna de Araruama	Execução	124.000,00	124.000,00	0	0
120		Bacia do Rio São João	Execução	100.000,00	100.000,00	0	0
121	Curso de Capacitação em Recursos Hídricos na RH-VI		Contratação	172.000,00	172.000,00	0	0
112	Esgotamento Sanitário em	Araruama - Sítio Benfica	Contratação	980.000,00	980.000,00	29.000,00	29.000,00
113		Iguaba Grande	Contratação	1.053.574,85	1.053.574,85	31.600,00	31.600,00
123		Saquarema	Contratação	768.026,93	768.026,93	0	0
131		Lagoa de Araruama	Contratação	150.000,00	150.000,00	0	0

#	Projetos		Status resumido	Valor solicitado em carta	Valor recebido em conta	Valor Contratado	Valor desembolsado pelo projeto
127	Monitoramento da Qualidade da Água	Lagoa de Jacarepiá	Contratação	70.000,00	0	0	0
130		Lagoa de Saquarema	Contratação	150.000,00	0	0	0
126		Rio Roncador	Contratação	60.000,00	0	0	0
128		Lagoa de Jaconé	Contratação	70.000,00	0	0	0
129		Rio São João e Lagoa de Juturnaíba	Contratação	230.000,00	0	0	0
125	Monitoramento RH-VI - Contratação conjunta		Contratação	0	580.000,00	128.596,00	0
122	Projeto Gênero, Água e Saneamento		Contratação	30.000,00	30.000,00	0	0
115	Reflorestamento de Mananciais na RH-VI	Cachoeira de Macacu	Contratação	183.302,07	183.302,07	0	0
116		Nascentes do Rio São João	Contratação	350.000,00	350.000,00	0	0
114		Silva Jardim	Contratação	183.302,07	183.302,07	0	0
124	Revisão Plano de Recursos Hídricos e Ordenamento Usos Múltiplos Lagoa de Araruama		Execução	800.000,00	800.000,00	0	0
	TOTAL			7.359.039,09	7.359.039,09	295.416,00	60.600,00

Fonte: Elaboração própria.

4.7.4 Principais conflitos identificados

O principal conflito de uso da água na RH-VI está associado à capacidade limitada de assimilação de águas servidas, sobretudo oriundas do abastecimento humano em áreas urbanas. Essa limitação compromete usos que demandam maior qualidade, como recreação, pesca e contemplação cênica, além de afetar a integridade ecológica do sistema lagunar, com destaque para a Lagoa de Araruama.

No reservatório de Juturnaíba, há relatos de eutrofização, atribuída ao baixo índice de coleta e tratamento de esgotos em Silva Jardim e aos aportes de poluentes provenientes dos rios São João e Bacaxá. Essa degradação ameaça tanto o abastecimento humano quanto a pesca esportiva, atividade importante para o município. Além disso, na foz do Rio São João foram identificados problemas de poluição decorrentes da expansão urbana.

Como alternativas, destacam-se soluções baseadas em coleta e tratamento de esgotos e em uma destinação adequada dos efluentes. Para a Lagoa de Araruama, uma proposta seria direcionar os efluentes tratados ao rio Una, onde poderiam aumentar a disponibilidade hídrica para irrigação agrícola, reduzindo a carga poluidora. Apesar dos estudos indicarem baixo risco de impactos nas praias de Búzios, persistem preocupações locais. Outra alternativa, o emissário submarino, foi descartada por custos elevados e riscos ambientais, especialmente sobre a pesca oceânica.

A expansão urbana amplia esses conflitos, gerando ocupação de áreas protegidas, antigas salinas e unidades de conservação. A Restinga de Massambaba é um exemplo crítico, com loteamentos ilegais, desmatamentos e exploração de dunas, o que confirma a análise da ALERJ sobre a gravidade da favelização em áreas de conservação, impulsionada por especulação imobiliária e pela conivência de autoridades públicas.

No âmbito quantitativo, surgem conflitos pelo atendimento a núcleos urbanos que não captam no reservatório de Juturnaíba, como Casimiro de Abreu, que possui manancial considerado vulnerável (ANA, 2021a). Existe também a possibilidade de destinação das águas de Juturnaíba para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, hipótese em análise no Plano de Segurança Hídrica estadual. Além disso, há situações de excesso hídrico, como as cheias do rio Capivari em Silva Jardim, já objeto de estudos de prevenção e mitigação.

De forma geral, a raiz dos conflitos da RH-VI está na falta de integração entre o ordenamento territorial e a gestão de recursos hídricos. A região depende fortemente de seus atrativos naturais baseados na água para sustentar sua economia, mas a pressão da ocupação desordenada ameaça comprometer a qualidade e a disponibilidade hídrica. A conclusão é clara: políticas públicas de uso do solo e de saneamento devem reconhecer os limites de provisão de serviços essenciais, sob pena de comprometer a sustentabilidade regional — uma situação metaforicamente comparada à perda da "galinha dos ovos de ouro".

4.7.5 Esboço de congruências

No item 4.7.2, foi definido como "quanto maior for o grau de congruência ou alinhamento dos vários componentes da estrutura organizacional, melhor será o desempenho da organização". Este princípio deverá ser considerado neste Plano na fase em que seus programas forem propostos em conjunto com o arranjo institucional para implementá-los. Cabe, porém, avaliar a congruência entre os projetos implementados por decisão do CBHLSJ com os atores identificados no item 4.7.3. Isto é esquematizado na Tabela 4.11.

Cabem alguns esclarecimentos sobre os critérios adotados. Inicialmente, no que se refere aos poderes públicos, sejam eles estaduais ou municipais, buscou-se estabelecer as maiores congruências, não sendo consideradas aquelas mais acessórias. Por exemplo, o INEA, como órgão gestor estadual de recursos hídricos, tem congruência em seus interesses com todos os projetos. Porém, foram destacados apenas aqueles mais diretamente vinculados às suas atribuições, como a rede de monitoramento de qualidade de água, a capacitação e o Plano de Recursos Hídricos. Outros estes do poder público estadual estarão congruentes com os demais projetos, sejam os de monitoramento de estoques pesqueiros (no qual acha-se envolvido o INEA ligado ao licenciamento ambiental), esgotamento sanitário e o Projeto Gênero, Água e Saneamento, que envolvem outros entes estaduais.

Entendeu-se que os interesses principais das prefeituras municipais têm congruência com os projetos de esgotamento sanitário e de reflorestamento de mananciais, além do Plano.

As Organizações da Sociedade Civil, devido às suas diversidades de interesses, foram congruentes com todos os projetos, embora cada uma, de acordo com suas atividades, selecionará aqueles com maior congruência, e que se proporão a acompanhar e contribuir.

Trata-se, portanto, de um esboço das congruências, que deverão ser detalhados quando da implementação dos projetos, e quando aqueles que forem propostos neste Planos forem aprovados.

Tabela 4.11 – Congruências entre projetos atualmente considerados e as categorias envolvidas no arranjo institucional.

Projetos		Poder Púb. Estadual		Poder Púb. Municipal	Usuários de água						Org. Soc. Civil
		INEA	Outros	Prefeituras	Saneamento	Aquicultura	Outras	Indústria	Irrigação	Consumo humano	ONGs
Monitoramento da Qualidade da Água	Lagoa de Araruama	X									X
	Lagoa de Jacarepiá	X									X
	Lagoa de Saquarema	X									X
	Rio Roncador	X									X
	Lagoa de Jaconé	X									X
	Lagoa de Juturnaíba	X									X
	RH-VI - Contratação conjunta	X									X
Monitoramento Estatístico do Estoque Pesqueiro da	Laguna de Araruama		X								X
	Bacia do Rio São João		X								X
Esgotamento Sanitário em	Arraial do Cabo		X	X	X			X			X
	Silva Jardim		X	X	X			X			X
	Araruama - Sítio Benfica		X	X	X			X			X
	Iguaba Grande		X	X	X			X			X
	Saquarema		X	X	X			X			X
Reflorestamento de Mananciais na RH-VI	Cachoeira de Macacu		X	X		X					X
	Nascentes do Rio São João		X	X		X					X
	Silva Jardim		X	X		X					X
Curso de Capacitação em Recursos Hídricos na RH-VI							X				X
Projeto Gênero, Água e Saneamento			X				X				X
Revisão do PRH e Ordenamento dos Usos Múltiplos Lagoa de Araruama		X		X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Elaboração própria.

4.7.6 Proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional

O arranjo institucional existente. que foi ilustrado na Figura 4.47 e detalhado na Figura 4.48 no que se refere à Entidade Delegatária das atribuições de uma Agência de Água para a RH-VI Lagos São João, tem sido adotado em diferentes bacias hidrográficas tanto em território fluminense. como de outras unidades federadas - além de ser também o arranjo adotado para diversas bacias hidrográficas interfederativas. como a dos rios Paraíba do Sul. Doce. São Francisco. Piracicaba. Capivari e Jundiaí etc. Embora sejam emitidas críticas pontuais a este arranjo. elas geralmente se dirigem à baixa capacidade de implementação dos programas devido à baixa arrecadação da cobrança conjugada com as dificuldades operacionais da Entidade Delegatária.

O financiamento desta entidade técnica e administrativa de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica é distinto no estado do Rio de Janeiro em relação ao que ocorre no restante do país; neste último caso. o custeio da Agência de Água. ou da Entidade Delegatária. é limitado a um percentual da arrecadação da cobrança pelo uso de água. geralmente 7.5%.

No Rio de Janeiro existe uma limitação de aplicação de 10% da arrecadação da cobrança. porém destinada a outras finalidades de interesse geral e aplicadas pelo órgão gestor dos recursos hídricos. o INEA. de acordo com o Art. 49 da Lei N° 3.239/1999:

“Art. 49 - A aplicação dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) deverá ser orientada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e pelo respectivo Plano de Bacia Hidrográfica (PBH). e compatibilizada com o Plano Plurianual. a Lei de Diretrizes Orçamentárias e o Orçamento Anual do Estado. observando-se o seguinte: I - os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos. inscritos como receita do FUNDRHI. serão aplicados na região ou na bacia hidrográfica em que foram gerados. e utilizados em: a) - financiamento de estudos. programas. projetos e obras incluídos nos respectivos PBH's. inclusive para proteção de mananciais ou aquíferos; b) - custeio de despesas de operação e expansão da rede hidrometeorológica e de monitoramento da qualidade da água. de capacitação de quadros de pessoal em gerenciamento de recursos hídricos e de apoio à instalação de Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) (alteração feita pela Lei N° 4.247/2003); e demais ações necessárias para a gestão dos recursos hídricos; ou c) - pagamento de perícias realizadas em ações civis públicas ou populares. cujo objeto seja relacionado à aplicação desta Lei e à cobrança de passivos ambientais. desde que previamente ouvido o respectivo CBH; II -

as despesas previstas nas alíneas "b" e "c". do inciso I deste artigo estarão limitadas a 10% (dez por cento) do total arrecadado e serão aplicadas no órgão gestor dos recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro" (alteração feita pela Lei N° 4.247/2003).”

Para custeio das ED a legislação fluminense não fixa um limite de utilização da arrecadação com a cobrança pelo uso de água. A Lei nº. 5.639/2010 (art. 5º, §2º[1]) delega ao CERHI o estabelecimento de tal limite, o que aparentemente não ocorreu até esta data. Segundo a Nota Técnica n° 001/2022/ Geragua/ DIRSEG/ INEA (INEA, 2022b) “este dispositivo vem sendo observado na medida em que o valor de cobrança aplicado no custeio da ED é definido no PAP[2], aprovado pelo respectivo CBH e referendado pelo CERHI-RJ”. Ou seja, pode-se interpretar que o CBH aprova o valor de custeio da ED em seu PAP, e o submete ao CERHI que delibera finalisticamente.

Segundo a NT acima referenciada o valor da arrecadação com a cobrança pelo uso da água repassado ao custeio da ED em 2022 foi de R$ 765.495,25, o que é cerca de 30% da previsão de arrecadação com a cobrança em 2022, da ordem de R$ 2,6 milhões. Ou seja, cerca de 4 vezes maior do que costuma ser permitido como limite nas águas das demais Unidades Federadas e em águas da União.

Porém, os recursos da cobrança destinados ao custeio das ED são julgados insuficientes na maioria das Regiões Hidrográficas fluminenses. Devido a isto, 50% da receita da Contribuição Financeira pelo Uso de Recursos Hídricos – CFURH, paga pelo setor elétrico pelo uso de água na produção de energia elétrica, é destinado para complementar o custeio administrativo das EDs. Isto ocorre nas bacias classificadas como de “baixa arrecadação” com a cobrança, que são aquelas que arrecadam menos que 20% do total arrecadado com a cobrança em todo estado. Entre elas se encontra a RH-VI.

[1] Art. 5º Poderão ser destinados às entidades delegatárias recursos orçamentários, bem como autorizado o uso de bens públicos e pessoal necessários ao cumprimento dos contratos de gestão, observada a legislação estadual sobre patrimônio público.
§ 1º São asseguradas à entidade delegatária as transferências do órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos dos recursos financeiros disponibilizados no Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI, na subconta da respectiva Região Hidrográfica.
§ 2º Os limites de custeio administrativo da entidade delegatária, serão estabelecidos através de Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

[2] PAP: Plano de Aplicação Plurianual, definido pelo Comitê de Bacia Hidrográfica para execução dos Contratos de Gestão vinculados aos projetos a serem executados na respectiva bacia.

Existe, porém, um impasse, alertado pela Nota Técnica N° 001/2022/ Geragua /DIRSEG/ INEA (INEA, 2022b), com a redução do percentual da CFURH destinado aos Estados, instituído pela Lei Federal nº 13.661/2018. Esta redução impossibilitou que os 50% da CFURH destinada ao Rio de Janeiro fossem suficientes para manter a complementação anterior do custeio das EDs. Contudo, existe uma reserva de recursos da CFURH não aplicados. Esta reserva, porém, será esgotada em 2024, como alerta a Nota Técnica referenciada.

Desta forma, presume-se que o melhor caminho para promover a funcionalidade do arranjo institucional adotado seria pelo aumento da arrecadação da cobrança do uso da água, algo que poderá ser promovido por meio de três alternativas que não se excluem:

1. Aumentar o número de usuários de água pagantes;
2. Alterar o mecanismo de cobrança pelo uso de água fixado pela Lei nº. 4.247/2003;
3. Aumentar os preços público unitários cobrados.

Eles serão analisados na sequência.

4.7.6.1 Aumento dos usuários de água pagantes

Esta alternativa passa por um sistema mais abrangente de cadastro de usuários de água. buscando identificar aqueles com usos de maior expressão que não tenham ainda sido outorgados. Ou aprovar novas categorias de utilização de água que ainda não sejam cobradas.

A primeira alternativa não parece, a princípio, ter capacidade de aumento expressivo da arrecadação. Isto pois a economia da bacia não apresenta atividades intensivas no uso de água, a não ser o abastecimento público e esgotamento sanitário, que já representa 94% da arrecadação, com cobrança de 5 faturas a 4 usuários, dos quais dois se destacam: a Prolagos S/A e a Concessionária de Águas de Juturnaíba S/A. O meio industrial, que pode ser fonte importante de arrecadação, nesta RH-VI não tem grande expressão.

Os demais usos, especialmente os do meio rural, são em grande parte sujeitos a limitações relacionadas ao impacto da cobrança. Isto ocorre no que se refere ao meio agropecuário e à aquicultura, onde os preços públicos unitários foram fixados em valores que correspondem a 1/40 e 1/50 dos aplicáveis aos demais usos, respectivamente. Além disto, a parcela correspondente ao lançamento de cargas orgânicas (medidas pela DBO) foram consideradas nulas, exceto para o caso da suinocultura.

Isto leva naturalmente à segunda opção, de alteração do mecanismo de cobrança pelo uso de água.

4.7.6.2 Alterar o mecanismo de cobrança pelo uso de água

Esta opção é mais complexa. pois envolve a alteração da legislação. Porém. existe a ressalva da Lei N° 4.247/2003 em seu Art. 22. que pode ser interpretado como permissão para se realizar alterações:

"Art. 22 - Os critérios e valores de cobrança estabelecidos nos arts. 19 e 20 desta lei são de caráter provisório. condicionando-se a sua validade até a efetiva implantação dos demais comitês de bacia. bem como respectivos planos de bacia hidrográfica."

O mecanismo de cobrança que foi adotado no estado do Rio de Janeiro foi inspirado na primeira versão adotada em águas da União na bacia do rio Paraíba do Sul. iniciada em março de 2003 e que foi alterada a partir de 2007. em uma formulação mais completa. Porém. o Estado. ao aprovar o mecanismo em lei. permaneceu com a versão de 2003. que pode ser aperfeiçoada. como ocorreu no Paraíba do Sul. e que será aqui discutido. Ela é expressa por uma equação simples. que propõe a cobrança pela captação e pelo consumo de água. e pelo lançamento de cargas orgânicas em meio hídrico. A equação é:

$$\$ = Q_cap.[K_0 + K_1 + (1 - K_1).(1 - K_2.K_3)].PPU$$

Equação 4.7-1

Onde: $ é o valor cobrado em determinado intervalo de tempo Δt; Q_{cap} é volume de água captada durante este intervalo de tempo (m3/Δt); K_0 é o multiplicador de preço unitário para captação. Inferior à unidade a ser fixado pelo órgão gestor de recursos hídricos; K_1 é o coeficiente de consumo da utilização de água. ou seja. a relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário ou o índice correspondente à parte do volume captado que não retorna ao manancial; K_2 é o percentual do volume de efluentes tratados em relação ao volume total de efluentes produzidos ou o índice de cobertura de tratamento de efluentes doméstico ou industrial. ou seja. a relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta; K_3 é o nível de eficiência de redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na Estação de Tratamento de Efluentes; PPU é o Preço Público Unitário correspondente à cobrança pela captação. pelo consumo e pela diluição de efluentes. para cada m3 de água captada (R$/ m3).

Alguns aspectos que cabe considerar:

1. Foi adotado apenas um PPU. aplicável à captação. ao consumo e ao lançamento de cargas orgânicas.

Por meio dos coeficientes K é possível alterar os valores de PPU. mas sempre proporcionalmente: assim. o que se paga pela captação será $K_0.Q_{cap}.PPU$; o pagamento pelo consumo será $K_1.Q_{cap}.PPU$. ou seja. o volume consumido $K_1.Q_{cap}$ multiplicado pelo PPU. Portanto. sendo $K_0 < 1$ o preço da água captada será menor que o preço da água consumida.

2. A carga orgânica. medida pela Demanda Bioquímica de Oxigênio. não foi efetivamente estimada.

O mecanismo adotado calcula as vazões não consumidas. dadas por $(1 - K_1).Q_{cap}$ e supõe que toda ela seja lançada no meio hídrico; porém. estabelece um abatimento. proporcional a $K_2.K_3$ ou seja. proporcional à parcela do volume tratado multiplicado pela eficiência de redução de DBO na ETE. Se não houver tratamento e $K_2 = 0$. o pagamento seria ao preço igual ao aplicado no consumo: $(1 - K_1).Q_{cap}.PPU$. Se todo volume não consumido for tratado com eficiência de 100%. nada pagará. Qualquer percentual de volume tratado e de eficiência de tratamento menor que 100%. resultará em abatimento da cobrança pela água não consumida. Mas em nenhum momento existe a tentativa de estimar a carga orgânica. Caso dois lançamentos idênticos quanto ao volume não consumido. mas com concentrações distintas de DBO tratarem o mesmo percentual deste volume e com a mesma eficiência de remoção de DBO. ambos terão a mesma cobrança. mesmo que um deles lance maior carga.

3. Cobra-se apenas pelo abatimento de DBO.

Em mecanismos mais recentes de cobrança. como o da bacia do rio São Francisco. buscou-se cobrar outros poluentes além da carga orgânica. atendendo às críticas que as formulações baseadas apenas na DBO privilegiariam indústrias de transformação cuja carga poluente não é orgânica. Porém. esta possibilidade de se cobrar por cargas não orgânicas tem pouco potencial de aumentar a arrecadação da RH-VI. pois suas indústrias ou tem cargas pequenas de lançamento proporcionalmente à captação:

a) Passagem: fábrica de gelo;

b) Talcep: águas envasadas.

Ou por terem destacadamente cargas orgânicas:

c) Agrisa: produção de etanol;

d) Guaralagos: Sucos Concentrados de Frutas. Hortaliças e Legumes.

Resta. apenas. a Artelagos. com produção de artefatos de cimento para uso na construção. que poderá ter cargas de sólidos. que não é cobrada. mas cuja cobrança em 2023 é de apenas R$ 165.29.

Uma outra possibilidade de alteração do mecanismo de cobrança. sem, porém, alterar a lei. é aumentar os usos cobrados. De acordo com o Art. 4º da Lei N° 4.247/2003. alterada pela Lei nº 5234/2008. "serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga. assim entendidos:

i. derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo d'água;

ii. extração de água de aquífero;

iii. lançamento. em corpo de água. de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos. tratados ou não. com o fim de sua diluição. transporte ou disposição final;

iv. aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

v. outros usos que alterem o regime. a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo hídrico".

Uma possibilidade seria a cobrança pela impermeabilização do solo, uma vez que altera o regime e a qualidade da água existente no corpo hídrico receptor. Existem diferentes equações matemáticas na hidrologia que buscam estimar o runoff gerado pelas diferentes formas de ocupação do solo, e que podem ser empregadas para avaliar as alterações de quantidade de água. No que se referee à qualidade, o tipo de ocupação poderá indicar o processo de poluição estabelecido.

Finalmente. existe a possibilidade de serem adotados as possibilidades de ajustes de cobrança previstas pela Lei N° 4.247/2003. visando atender a alguns objetivos que são estabelecidos em seu Art. 2º.. em especial:

i. "reconhecer a água como bem econômico e como recurso limitado que desempenha importante papel no processo de desenvolvimento econômico e social.

proporcionando aos usuários indicações de seu real valor e dos custos crescentes para sua obtenção;

ii. incentivar a racionalização do uso da água;

iii. incentivar a localização e a distribuição espacial de atividades produtivas no território estadual;

iv. fomentar processos produtivos tecnologicamente menos poluidores".

As formas de se alcançar estes objetivos são previstas no Art. 8º.:

"Art. 8º - Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos. devem ser observados os seguintes aspectos:

I - nas derivações. captações e extrações de água e nos aproveitamentos hidrelétricos:

a) a natureza do corpo d'água - superficial e subterrâneo;

b) a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água no local do uso ou da derivação;

c) a disponibilidade hídrica local;

d) o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;

e) o volume captado. extraído ou derivado e seu regime de variação;

f) o consumo segundo o tipo de utilização da água;

g) a finalidade a que se destinam;

h) a sazonalidade;

i) as características dos aquíferos;

j) as características físico-químicos e biológicas da água no local;

k) a localização do usuário na Bacia;

l) as práticas de conservação e manejo do solo e da água.

II - No lançamento para diluição. transporte e assimilação de efluentes:

a) a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água receptor no local;

b) o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;

c) a carga lançada e seu regime de variação. ponderando-se os parâmetros orgânicos e físico-químicos dos efluentes;

d) a natureza da atividade;

e) a sazonalidade;

f) a vulnerabilidade dos aquíferos;

g) as características físico-químicas e biológicas do corpo receptor no local do lançamento;

h) a localização do usuário na Bacia;

i) as práticas de conservação e manejo do solo e da água".

Estas considerações podem ser realizadas por meio do coeficiente K1 e dos valores diferenciados de PPU, sem alterar os dispositivos legais, salvo melhor juízo.

Estes aprimoramentos no mecanismo de cobrança serão considerados adiante neste Plano, quando o tema dos instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos for considerado

4.7.6.3 Aumentar os preços público unitários cobrados

Esta última possibilidade já foi aplicada com a correção dos valores de cobrança pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA do IBGE a partir de 2017. Não é medida de fácil aprovação por parte de um Comitê de Bacia Hidrográfica este aumento. como tem mostrado o histórico nacional. mesmo sendo das atribuições do comitê[3]. Geralmente. os aumentos ocorrem por correções da inflação. como ocorreu no Estado do Rio de Janeiro. ou alterações em todo mecanismo de cobrança. como nas bacias do São Francisco e Doce.

Pode-se criticar a forma com que os valores de cobrança são fixados: verifica-se que valores de cobrança costumam ser estabelecidos. em função das 1) negociações realizadas no Comitê; 2) e com base na estimativa de arrecadação. priorizam-se os projetos que podem ser implementados. Julga-se que seria mais adequado a alteração na ordem das decisões. ficando: 1) o CBH hierarquiza os projetos prioritários; 2) que seriam implementados na ordem

[3] Lei Nº 3.239/1999, Art. 55 - Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's) têm as seguintes atribuições e competências: *(...) VII - propor os valores a serem cobrados e aprovar os critérios de cobrança pelo uso da água da bacia hidrográfica, submetendo à homologação do CERHI.*

hierárquica até que os recursos necessários para suas implementações alcançassem a capacidade de pagamento dos usuários de água. Com isto haveria ligação entre os bônus representados pelos projetos com os ônus da cobrança. facilitando a aceitação pelos usuários de água.

4.8 Conclusão

Ao concluir a etapa de Diagnóstico da RH-VI, é possível descrever a região do ponto de vista da gestão de recursos hídricos:

- A divisão em Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) mostrou-se benéfica, dada a heterogeneidade nas características hidrológicas, antrópicas e econômicas, facilitando a elaboração de cenários e a revisão do plano de ações;
- A atuação significativa do CILSJ na solução de problemas, especialmente no saneamento básico, e seu papel como agência delegatária destacam-no como um ator institucional e regional diferenciado;
- A extensa área da bacia ocupada por Unidades de Conservação cria limitações ao uso excessivo da água ou a alterações significativas no uso do solo, proporcionando estabilidade na Região Hidrográfica;
- Os usos de água efetivamente cobrados evidenciam a predominância do abastecimento urbano na RH-VI, gerando pressão adicional nos meses de verão devido à demanda turística;
- A carência de dados hidrológicos na RH-VI destaca a necessidade de melhor avaliação das disponibilidades hídricas;
- O balanço hídrico por UHP revela uma situação entre regular e crítica, com trechos de alta criticidade na UHP do Rio Una e ausência de rede de drenagem em Arraial do Cabo;
- A qualidade da água superficial apresenta problemas relacionados ao esgotamento sanitário e poluição difusa, enquanto a qualidade das águas subterrâneas requer complementações no monitoramento;
- O uso de água para abastecimento humano e os efluentes lançados são condicionantes centrais para a atividade econômica, principalmente no setor turístico;

- Conflitos evidentes entre pesca e turismo, abastecimento urbano e irrigação, esgotamento sanitário e pesca, e esgotamento sanitário e turismo foram identificados;
- O arranjo institucional encontrado apresenta boa congruência, acelerando a implementação do novo Plano de Ações proposto nas próximas etapas do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI.

Após a exposição durante a oficina de mobilização e aprovação do Diagnóstico, teve início a fase do Prognóstico. Nos próximos capítulos, serão apresentados os estudos setoriais cujo principal propósito foi enriquecer as informações e promover discussões aprofundadas sobre os temas cruciais para a gestão de recursos hídricos na RH-VI.

5 PROGNÓSTICO – ESTUDOS SETORIAIS (PROG01)

Este capítulo dedica-se à síntese do prognóstico dos estudos setoriais elaborados sobre as temáticas mais relevantes no contexto da Revisão do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João. Os estudos setoriais têm como principal objetivo fornecer uma base sólida para as discussões relacionadas aos desafios mais relevantes identificados na bacia, visando assegurar a elaboração adequada do Plano de Ações.

5.1 Vegetação Nativa e Biodiversidade

Apesar de a RH-VI possuir diversas áreas de proteção, sua integridade ambiental tem sido comprometida por diferentes tipos de perturbações, especialmente aquelas de origem antrópica. Diante desse cenário, tornam-se importantes avaliações voltadas a essa temática, com o objetivo de identificar e destacar as áreas que demandam maior atenção e ações de manejo. A seguir, são apresentados dados e análises desenvolvidos para subsidiar a discussão sobre a preservação da vegetação nativa e da biodiversidade na bacia.

5.1.1 Status da preservação da vegetação

A RH-VI situada no bioma Mata Atlântica — um dos hotspots mundiais de biodiversidade — enfrenta intensa degradação, com cerca de 87,6% da sua área degradada, conforme relatório da Fundação SOS Mata (2021). A ocupação histórica, a agricultura e a urbanização causaram fragmentação da vegetação, redução de habitats e impactos negativos na fauna, flora, clima e produtividade dos ecossistemas, incluindo o aumento de temperatura, redução de evapotranspiração e aumento da erosão do solo. Para avaliar a conservação da vegetação nativa, foi realizada uma análise comparativa do uso do solo entre 1985 e 2021, utilizando dados do Mapbiomas. A preservação de corredores ecológicos é destacada como essencial para a conectividade de habitats, sobrevivência de espécies e manutenção da diversidade genética. O estudo incorporou índices listados no catálogo de metadados do INDE, que estão diretamente relacionados à preservação dos ambientes naturais. Estes índices incluem o Índice Relativo de Áreas Protegidas Municipais, o Índice de Conectividade Estrutural de Remanescentes de Floresta, o Índice de Ameaça à Fitofisionomia e as Áreas de Importância Ecológica. Os itens a seguir apresentarão a metodologia e os resultados alcançados.

A análise da vegetação preservada versus suprimida na Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI) utilizou dados do MapBiomas (1985 e 2021), processados via Google Earth Engine e

classificador Random Forest, com imagens Landsat (resolução 30x30m). As classes de uso do solo foram agrupadas em áreas vegetadas (Floresta, Formação Natural Não Florestal) e não vegetadas (Agropecuária, Área Urbana, etc.).

Os dados mostraram que, em 1985, 31,12% da RH-VI era vegetada (102.856,45 ha), caindo para 29,45% em 2021 (97.331,46 ha). A análise por Unidades Hidrográficas de Planejamento (UHPs) mostrou que a UHP-a teve a maior proporção de área preservada (60,42%), enquanto a UHP-d teve a maior área não conservada (89,60%), dominada por pastagem. A UHP-e apresentou o maior índice de área recuperada (8,49%), e a UHP-g, a maior supressão (19,80%), com predomínio de área urbana e agropecuária. O resultado obtido está apresentado na Figura 5.1.

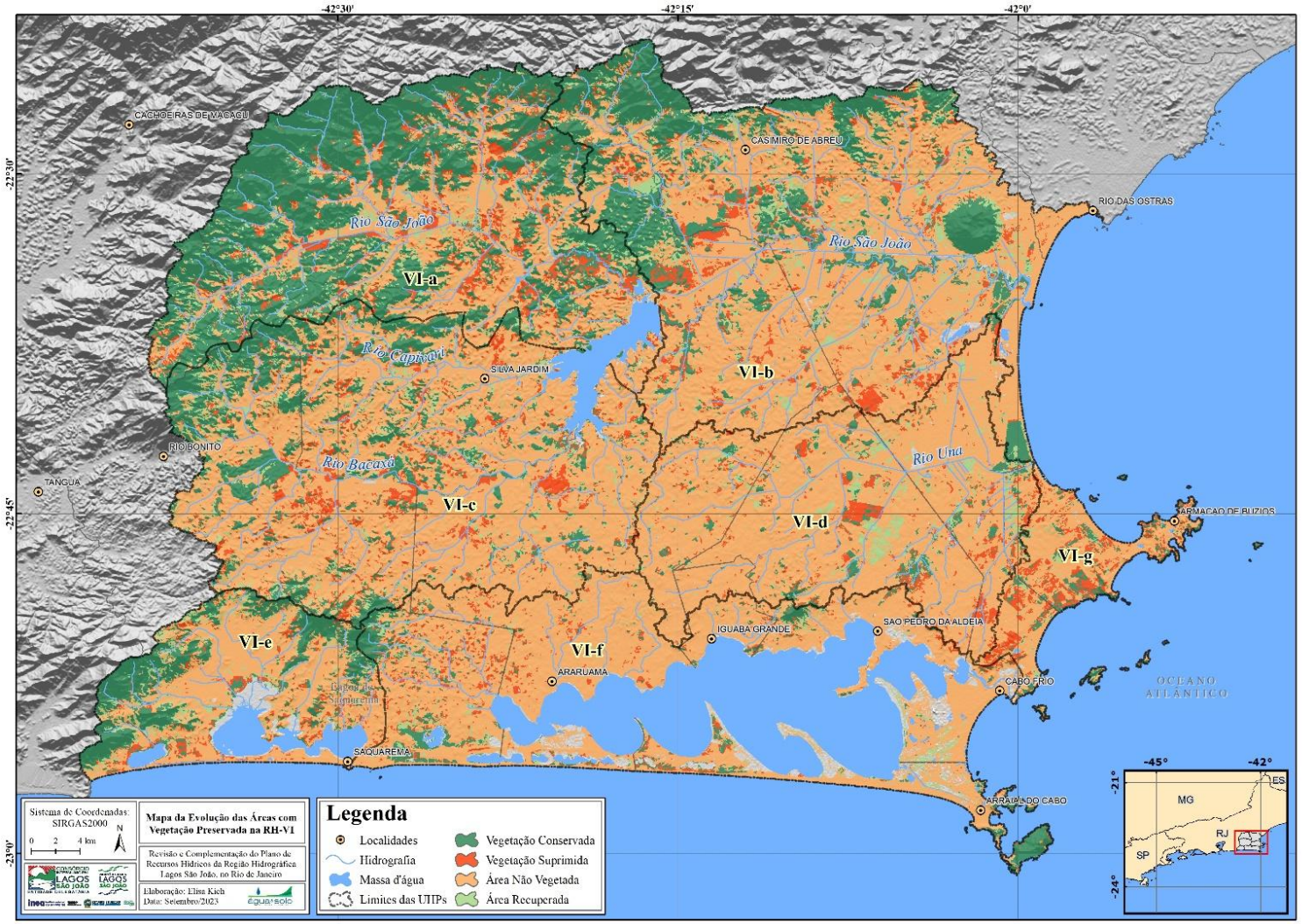


Figura 5.1 - Mapa da análise de supressão de vegetação entre os anos de 2021 e 1985.
Fonte: Elaboração própria.

Quanto às Unidades de Conservação (UCs), a UHP -e teve a maior proporção de área vegetada (97,83%), e a UHP-d, a menor (15,32%). Nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), a UHP-a liderou em área vegetada (83,24%), e a UHP-d teve a menor (14,28%). O Prognóstico – Estudos Setoriais apresenta mapas e tabelas que detalham a evolução do uso do solo, destacando a perda de vegetação e a importância das UCs e APPs para a conservação, e pode ser consultado para demais informações.

Para avaliar a situação da conservação ambiental na RH-VI, utilizou-se cinco índices com base em dados do INEA (2010) e outras fontes, focando em áreas protegidas, conectividade, ameaça à vegetação, importância biológica e permeabilidade ecológica. Abaixo, apresenta-se a descrição de cada subitem:

Índice Relativo de Áreas Protegidas Municipais

Calcula a razão entre áreas protegidas e vegetadas municipais, auxiliando no planejamento de conservação da biodiversidade e paisagens cênicas. O INEA elaborou um mapa para o RJ, considerando apenas unidades de conservação (UCs) municipais. Na RH-VI, a análise por UHPs mostrou que 6 das 7 UHPs têm 100% de suas áreas na classe mais baixa do índice (0 a 0,011740), e a UHP-b tem 99,98%, indicando baixa proteção municipal efetiva devido à falta de dados sobre UCs.

Índice de Conectividade Estrutural dos Remanescentes de Floresta – RJ

Avalia a conectividade entre fragmentos florestais, considerando forma, tamanho e distância, para promover a preservação da fauna e flora. Áreas de alta conectividade são prioritárias para conservação, enquanto as de baixa conectividade requerem restauração. Na RH-VI, a UHP-a apresentou a maior conectividade (80,69% na classe Muito Alta), e a UHP-f, a menor (4,28% na classe Muito Baixa ou Inexistente). De forma geral, toda a extensão da RH-VI destaca-se por ter alta conectividade e importância biológica, sendo prioritária para preservação.

O mapa do Índice de Conectividade Estrutural dos Remanescentes de Floresta do estado do Rio de Janeiro para a área da RH-VI por UHP está apresentado pela Figura 5.2.

.

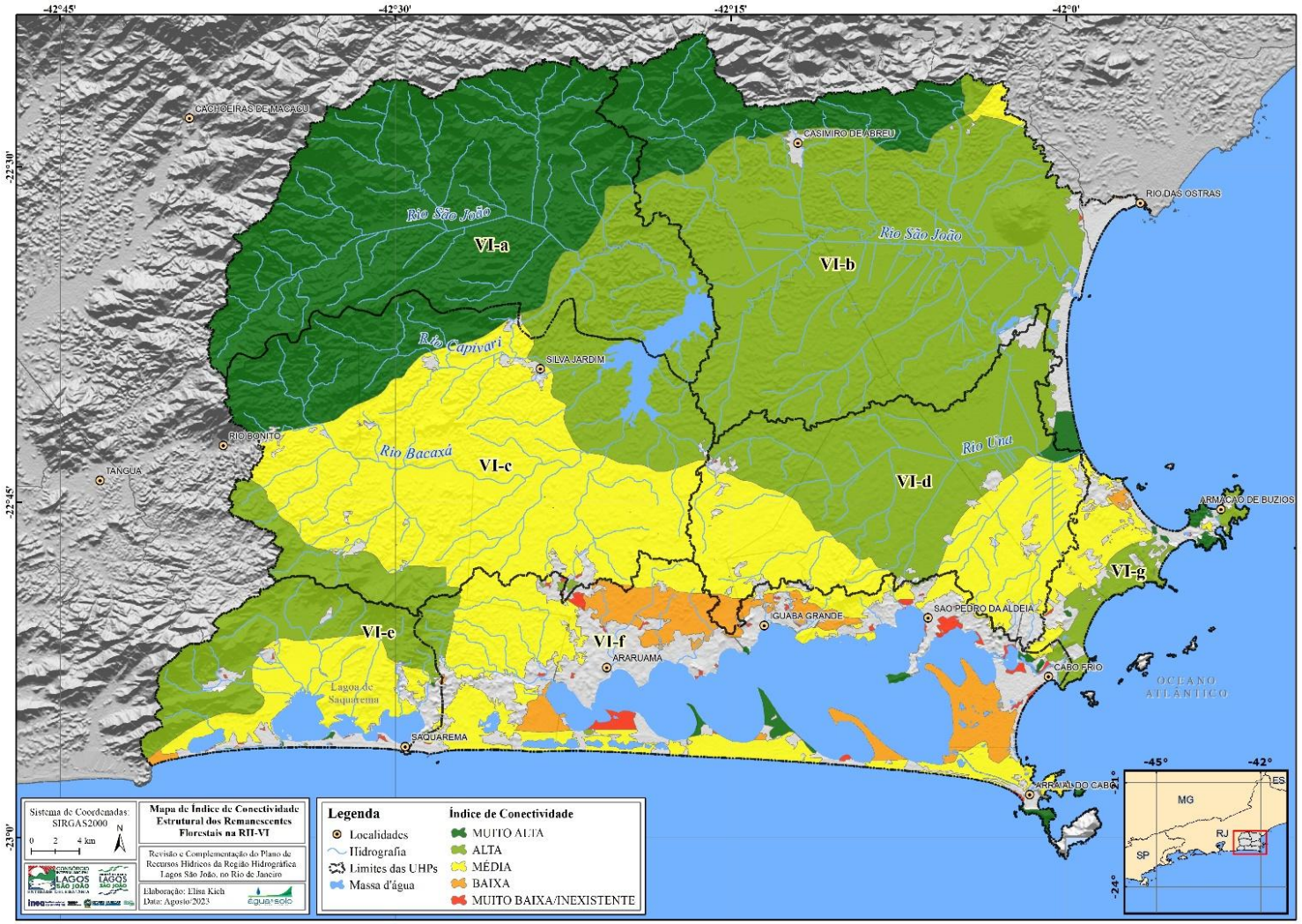


Figura 5.2 - Mapa de conectividade estrutural dos remanescentes florestais.
Fonte: Elaboração própria.

Índice de Ameaça à Fitofisionomia

Identifica fragmentos de vegetação ameaçados, considerando sua estrutura e proteção por UCs, para priorizar a conservação e restauração. Fitofisionomias menos protegidas são mais vulneráveis. Na RH-VI, a UHP-f teve a maior proporção na classe Muito Alto (46,26%), indicando alta ameaça, enquanto a UHP-a teve a maior área na classe Baixo (86,93%) e foi a única com alguma porção de área na classe Muito Baixo (0,54%), sugerindo menor ameaça.

Áreas de Importância Biológica

Mapeia áreas prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica, com base em espécies endêmicas e ameaçadas. O INEA elaborou um mapa para o RJ, classificando áreas por importância biológica. Na RH-VI, as UHPs a e g apresentaram as maiores proporções na classe Extremamente Alta (99,99% e 99,55%, respectivamente), indicando alta relevância para conservação.

Permeabilidade das Matrizes Ecológicas

Avalia a permeabilidade da matriz ecológica para mobilidade de fauna e dispersão de flora, considerando a composição da vegetação e distância entre fragmentos. O INEA classificou a permeabilidade por intensidade. Na RH-VI, a UHP-a teve a maior proporção na classe Muito Alta (58,06%), favorecendo a mobilidade da fauna, enquanto a UHP-f teve a maior proporção na classe Muito Baixa (29,08%), indicando barreiras significativas à movimentação de espécies.

5.1.2 Principais conflitos identificados

A Região Hidrográfica Lagos São João enfrenta sérios conflitos ambientais que ameaçam sua biodiversidade e ecossistemas. Ribeiro et al. (2018) apontam um risco ecológico moderado a alto, que ainda é agravado por retificação de rios, degradação de pastagens e poluição hídrica por esgotos domésticos, especialmente nas cabeceiras, tributários do Reservatório de Juturnaíba, baixada do Rio São João e Lagoa de Araruama. Em notícia publicada pelo Instituto Socioambiental (ISA), em 2010, é relatada uma expedição realizada em toda a extensão do Rio São João, que revelou a destruição da mata ciliar, desmatamento para pastagens, ocupação irregular das margens, caça e pesca ilegais, além de assoreamento do Reservatório de Juturnaíba, principal fonte de água atendendo 75% da população. De acordo com Mendonça (2004), a fauna original da Lagoa de Juturnaíba incluía 37 espécies, todas nativas, porém, a

formação do reservatório causou impactos na fauna original de peixes da lagoa, reduzindo-a. Ainda, identificou-se a introdução de espécies exóticas como *Cichla monoculus* (tucunaré), *Clarias gariepinus* (bagre africano) e *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), que predam espécies nativas e causam desequilíbrios ecológicos.

Outro estudo, de Lima-Green (2008), identificou poluição por esgotos, resíduos sólidos, agrotóxicos, erosão por desmatamento, pesca predatória e sobrepesca em todas as sub-regiões da RH-VI. No Rio das Ostras e Rio São João, destacam-se dragagens, extração de areia e drenagem de alagadiços, enquanto na Lagoa de Araruama e Cabo Frio, há poluição urbana, industrial e ocupação desordenada, incluindo a Ponte Vitorino Carriço, que restringe o fluxo de água. A região turística dos Lagos Fluminenses sofre com drenagem agrícola, supressão de restingas e poluição de lagunas por falta de saneamento. Operações do INEA em Iguaba Grande em 2023 (Figura 5.3) e Casimiro de Abreu (2015) flagraram armadilhas utilizadas em caça ilegal, desmatamento e atividades irregulares.

Figura 5.3 - Materiais referentes à caça ilegal apreendidos em operação em Iguaba Grande (O Dia, 2023).

O registro de multas em Silva Jardim e Casimiro, no período de 2001 a 2005, relacionadas a desmatamento representaram 61,7% e 34,9% do total de ocorrências levantadas para os municípios, respectivamente, sendo as demais ocorrências distribuídas em extração mineral, pesca predatória, poluição hídrica e caça ilegal.

Nas Unidades de Conservação, a Reserva Biológica União enfrenta caça, tráfico de animais, impactos de rodovias, ferrovias, dutos, espécies exóticas e lixões irregulares. A Reserva Biológica de Poço das Antas sofre com a barragem de Juturnaíba, cujo alagamento para o reservatório alterou ecossistemas, além de incêndios (1.000 ha destruídos em 2014, Figura 5.4 e Figura 5.5), e caça de capivaras, pacas, tatus e jacarés.

Figura 5.4 - Desmatamento causado por incêndio na Reserva Biológica de Poço das Antas (O Eco, 2014).

Figura 5.5 - Morte de animais causada por incêndio na Reserva Biológica de Poço das Antas (O Eco, 2014).

A APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado enfrenta desafios com pesca predatória, caça, uso de lenha nativa, lançamento de efluentes industriais, mineração irregular, pecuária, agrotóxicos, lixões, atropelamentos, expansão urbana e vazamento de oleoduto (2020). A Reserva Extrativista Marinha Arraial do Cabo é ameaçada por pesca industrial, turismo náutico desordenado e espécies exóticas, com impactos em corais. A APA do Pau Brasil sofre com incêndios criminosos (2011 e 2018) e especulação imobiliária, enquanto a APA de Massambaba enfrenta ocupação urbana e construções irregulares, expondo solos arenosos. O Parque Estadual da Costa do Sol é impactado por invasões, loteamentos, incêndios, caça, poluição hídrica e espécies exóticas. A APA da Serra de Sapiatiba enfrenta pressão urbana e estradas, e o Parque Estadual dos Três Picos sofre com problemas fundiários, ocupações, caça, extrativismo e incêndios. A APA de Macaé de Cima enfrenta especulação imobiliária, caça, desmatamento para pastagem e cultivo de banana, uso inadequado do solo, turismo, resíduos e extração de areia. Esses impactos, impulsionados por atividades humanas, exigem ações urgentes para mitigação. Algumas dessas situações estão indicadas da Figura 5.6 à Figura 5.17, abaixo.

Figura 5.6 - Apreensão de petrechos e produtos da caça na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.7 - Apreensão de carregamento de lenha nativa na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.8 - Lançamento de efluentes industriais sem tratamento adequado na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.9 - Mineração irregular na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

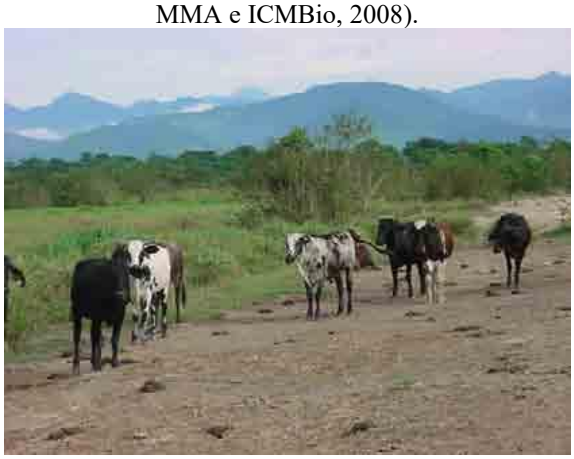


Figura 5.10 - Pecuária extensiva na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.11 - Aplicação de agrotóxico na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.12 - Vazadouro de resíduos na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.13 - Jibóia atropelada na BR-101 na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.14 - Limpeza da faixa de servidão de linha de transmissão de energia na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.15 - Faixa de dutos em área de relevo acidentado na APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (Serviço Público Federal, MMA e ICMBio, 2008).

Figura 5.16 - Árvores nativas desmatadas em uma área de amortecimento da UC Parque Estadual dos Três Picos (G1, 2017).

Figura 5.17 - Área desmatada na APA de Macaé de Cima (A VÓZ DA SERRA, 2018).

5.1.3 Projetos/programas/legislações correlatas

Além disso, na RH-VI, houve recente criação de UCs e prevê-se a criação de novas. No município de Armação dos Búzios, em dezembro de 2021, duas unidades de conservação foram criadas: o Parque Natural Municipal das Dunas e Restingas e a Área de Proteção Ambiental das Águas de Tucuns. No mesmo ano, em Cabo Frio, criou-se o Monumento Natural Estadual das Dunas do Peró (RIO DE JANEIRO, 2021). Mais recentemente, em março de 2023, foi criada a Reserva Biológica do Brejo Jardim e das Orquídeas, no município de Arraial do Cabo (ARRAIAL DO CABO, 2023). Por fim, a prefeitura de Rio Bonito noticiou a participação no programa Florestas do Amanhã, projeto do Governo do Estado. O município inscreveu um projeto que pretende promover a recomposição florestal de áreas públicas, viabilizando a criação de uma nova unidade de conservação, além de restaurar outras UCs municipais já existentes (RIO BONITO, 2023).

A Tabela 5.1 expõe leis e decretos estabelecidos, além de programas e projetos em desenvolvimento, referentes à preservação das unidades de conservação na área da Região Hidrográfica, apresentando um resumo sobre o que se trata ou o seu objetivo, a sua abrangência, e as entidades promotoras da ação.

A Região Hidrográfica Lagos São João enfrenta uma série de desafios ambientais complexos que se relacionam com diversos programas, leis e iniciativas voltadas à conservação e gestão ambiental na região. As legislações de proteção ambiental, incluindo regulamentações sobre uso do solo e licenciamento ambiental, estão intimamente ligadas aos problemas existentes de ocupação desordenada, desmatamento e poluição hídrica. Além disso, os programas de monitoramento ambiental desempenham um papel crucial na avaliação dos impactos das atividades humanas nos ecossistemas locais, enquanto as políticas de gestão das Unidades de Conservação buscam enfrentar ameaças, e iniciativas de educação ambiental e engajamento comunitário visam conscientizar as comunidades locais para práticas sustentáveis.

No entanto, a eficácia dessas medidas depende não apenas da sua existência, mas também da sua implementação efetiva e da colaboração entre instituições governamentais, sociedade civil e populações locais. A efetividade das políticas existentes é limitada pela falta de fiscalização rigorosa, a aplicação desconectada das leis ambientais, falta de articulação entre órgãos ambientais federais, estaduais e municipais e o déficit de investimentos em infraestrutura ambiental. A falta de recursos para manejo e fiscalização nas UCs compromete sua eficácia na

proteção da biodiversidade. Medidas como o tratamento de esgotos, conservação de matas ciliares, fiscalização, e um planejamento urbano sustentável são essenciais para mitigar os impactos.

Assim, para superar os desafios identificados na RH VI, é imperativo fortalecer não apenas as ações de conservação ambiental, mas também a aplicação da lei e a participação ativa da comunidade. Uma abordagem integrada, combinando medidas específicas com uma gestão mais participativa, é fundamental para enfrentar os desafios ambientais que afetam a região.

Tabela 5.1 - Ações referentes à preservação das UCs na RH – VI.

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Projeto Olho no Verde	2017 - atual	Monitoramento da Cobertura Florestal do Estado do Rio de Janeiro e detecção de desmatamento dos remanescentes e restauração da Mata Atlântica.	Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Ambiente
Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	2011 - atual	Instrumento econômico que, seguindo o princípio "protetor-recebedor", recompensa e incentiva aqueles que provêm serviços ambientais, melhorando a rentabilidade das atividades de proteção e uso sustentável de recursos naturais.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Projeto de Fortalecimento Operacional das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro – Vigias	2019 (aprovado)	Prover as Unidades de Conservação dos serviços de vigia patrimonial, através da contratação de empresa para a prestação de Serviço de Vigia Patrimonial	Estado do Rio de Janeiro	INEA/DIBAPE
Projeto Rota dos Parques	2018 (aprovado)	Prover as Unidades de Conservação Estaduais de sinalização adequada e fomentar o uso público, respeitando os objetivos precípuos das mesmas, através da criação, estruturação e implementação de rotas ciclo turísticas, interligando as UC's estaduais, proporcionando uma maior eficiência na atividade de proteção e preservação do remanescente de fauna e flora no Estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	INEA/DIBAPE
Programa de Formação Renovação e Fortalecimento dos Conselhos Gestores das Unidades de Conservação Estaduais	2018 (aprovado)	Dotar as UCs administradas pelo Inea de Planos de Manejo atuais, objetivos e de execução factível, agregando instrumentos para a efetiva implementação	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Elaboração revisão e apoio à implementação de Planos de Manejo de Unidades de Conservação Estaduais de proteção integral e uso sustentável	2018 (em contratação)	Dotar as UCs administradas pelo Inea de Planos de Manejo atuais, objetivos e de execução factível, agregando instrumentos para a efetiva implementação.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Multiplicação e reintrodução de espécies endêmicas ameaçadas e climáticas nas Unidades de Conservação Estaduais - jardinagem	2018 - atual	Fortalecer o sistema de produção de mudas de espécies nativas endêmicas, ameaçadas de extinção e climáticas, visando o fornecimento de material genético de qualidade para os projetos de restauração florestal a serem implantados nas Unidades de Conservação do estado.	FLOE José Zago; Bacia do Rio Macacu; Guaxindiba; Ilha Grande; Lagoa do Açú; Pedra Branca; Pedra Selada; Serra da Concórdia; Serra da Tiririca; Cunhambebe; Desengano; Três Picos; Araras; Guaratiba; Juatinga; Praia do Sul;	INEA

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
			Marinha de Itaipu; Médio Paraíba	
Programa Estadual de RPPN: áreas protegidas privadas como ferramenta imprescindível à conservação do Bioma Mata Atlântica	2018 - atual	Desenvolver ações voltadas à criação, gestão, monitoramento e proteção das unidades de conservação particulares de proteção integral do Estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Regularização fundiária como instrumento para fortalecer os esforços de conservação e viabilizar a sustentabilidade econômica das Unidades de Conservação Estaduais	2018 - atual	Realização de estudos, levantamentos e entregas de produtos que irão subsidiar a instrução dos processos de regularização fundiária das áreas prioritárias inseridas nas Unidades de Conservação de Proteção Integral, a favor do Estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Rede de Monitoramento Ambiental para Cálculo do Risco de Incêndios Florestais nas UCs - rede meteorológica	2018 (aprovado)	Garantir o monitoramento ambiental para avaliação de risco de incêndios em treze unidades de conservação estaduais consideradas críticas de forma a gerar séries de dados confiáveis para os estudos que serão desenvolvidos e ainda com envio de dados em tempo real para acompanhamento das situações de contingência.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Instalação e operação de 3 Centros de Reabilitação em Animais Silvestres - CRAS	2018 (em contratação)	Instalação de três Centros de Reabilitação de Animais Silvestres-CRAS junto a UCs estaduais, os quais atenderão apenas às demandas da fauna local oriunda de resgates em regime de parceria interinstitucional.	Parque Estadual da Serra da Concórdia-PESC, Reserva Biológica Estadual de Guaratiba-RBG e Parque Estadual da Costa do Sol-PECS	INEA
Fortalecimento Institucional para o Apoio Aéreo às UCs na prevenção a Incêndios Florestais aos Crimes e Fiscalizações ambientais	2017 (em contratação)	Instrumentalizar adequadamente as áreas técnicas, responsáveis à preservação a incêndios florestais, aos crimes e fiscalização ambientais, para que possam executar de forma eficiente suas ações, onde as peculiaridades da ocorrência apontem para o emprego da aeronave de asa rotativa.	Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Ambiente
Elaboração dos Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica para Criação e Recategorização de Unidades de Conservação Municipais nas Regiões do Médio Paraíba e Serrana do Estado do Rio de Janeiro	2017 (aprovado)	Subsidiar a SBF/SEA e os municípios envolvidos nesse projeto, elaborando um instrumento de planejamento e gestão da Mata Atlântica, de forma participativa que possibilite a criação de novas Unidades de Conservação Municipais, a identificação de áreas prioritárias para recuperação da Mata Atlântica, a criação de estratégias de sustentabilidade, a criação de novos corredores ecológicos e o aperfeiçoamento da gestão ambiental local.	Unidades de Conservação Municipais nas Regiões do Médio Paraíba e Serrana do Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Ambiente

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
CAR nas UCs	2017 - atual	Promover a identificação dos proprietários e a regularização ambiental dos imóveis rurais localizados no interior e na zona de amortecimento das Unidades de Conservação Estaduais por meio do CAR	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Manutenção na Infraestrutura física das UCs do ERJ	2017 - atual	Recuperar a capacidade funcional de cada edificação pertencente às unidades de conservação para que possa atender às necessidades e segurança dos seus usuários.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Fortalecimento do Programa de Apoio à Criação de Unidades de Conservação Municipais - PROUC	2017 - atual	Promover a ampliação da área protegida, o percentual e a qualidade das áreas destinadas à conservação, contribuindo para a proteção da biodiversidade e para a geração de serviços ambientais no território do Estado do Rio de Janeiro, apoiando os municípios na criação, na implementação e na gestão de suas unidades de conservação.	Estado do Rio de Janeiro	SEA
Fortalecimento Operacional das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro - Vigilantes	2016 (em contratação)	Prover o desempenho de atividades de suporte operacional de acordo com o escopo do projeto, primando pelo princípio da eficiência, através da contratação de empresas de prestação de serviços de Vigilância Patrimonial desarmada para as Unidades de Conservação Estaduais.	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Ampliação da Fiscalização e Monitoramento Aéreo nas UCs do Estado do RJ	2015 (aprovado)	Ampliação do monitoramento e da fiscalização aérea das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro com a aquisição de um contrato de serviço de manutenção para aeronaves, fundamentais para as ações de caráter fiscalizador, investigativo e repressivo, assim como o combate eficiente aos eventuais focos de incêndios nas Unidades de Conservação, considerando os locais de ocorrência e a própria natureza dos fatos observados.	Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Ambiente
Fortalecimento do Núcleo de Gestão Integrada Poço das Antas / São João	2015 (aprovado)	Melhorar a estrutura do NGI Poço das Antas/São João visando maximizar suas capacidades de resguardar o ecossistema florestal da mata atlântica costeira, proteger a fauna nativa remanescente, preservar as espécies silvestres ameaçadas de extinção, proteger e conservar os mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, garantindo o uso racional dos recursos naturais e protegendo o patrimônio ambiental e cultural da região de baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro.	REBIO de Poço das Antas, APA da Bacia do Rio São João Mico-Leão-Dourado	ICMBIO

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Viagem pela Mata Atlântica da Reserva Biológica União: Meio Ambiente como Inclusão Social	2013 (aprovado)	Viabilizar o transporte à REBIO União das pessoas com deficiência dos municípios onde a mesma está inserida, através da aquisição de um veículo coletivo adaptado e disponível, possibilitando o acesso desse público a uma área natural de Mata Atlântica	REBIO União	ICMBIO
REBIO União: Projeto Reserva Biológica União - Uma Área Natural Protegida de Mata Atlantica Acessível aos Portadores de Necessidades Especiais	2008 - atual	Proporcionar, às pessoas portadoras de necessidades especiais, oportunidades de adquirir conhecimentos e valores, despertar o interesse e promover as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente.	REBIO União	ICMBIO
Pacto pelas Águas na Bacia do Rio São João	2022 - atual	Recompor nascentes e áreas de preservação permanente via plantio de mudas de espécies da Mata Atlântica, para recuperar os mananciais	Bacia do Rio São João	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro INEA
Fundo da Mata Atlântica– FMA/RJ	2009 - atual	Mecanismo para a Conservação da Biodiversidade do Estado do Rio de Janeiro que permite a o uso efetivo de recursos de compensações ambientais em UCs do estado com transparência e governança.	Estado do Rio de Janeiro	FUNBIO
Projeto Apoio a Ucs	2016 - atual	Apoiar a estruturação física e prover melhores ferramentas de gestão para Unidades de Conservação (UCs) costeiras e estuarinas.	UCs federais costeiras e estuarinas dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.	Empresa PRIO MPF/RJ FUNBIO
Projeto Caminho da Mata Atlântica	2014 - atual	Recuperar a vegetação nativa de RPPNs e de áreas prioritárias, visando, assim, promover a conexão entre remanescentes florestais no corredor extremo norte da Serra do Mar e fortalecer a cadeia produtiva florestal e do turismo sustentável.	corredor extremo norte da Serra do Mar	FUNBIO Laboratório de Vertebrados do Instituto de Biologia da UFRJ Caminho da Mata Atlântica Agroicone Embrapa Agrobiologia Reserva Ecológica de Guapiaçu
Projeto Costão Rochoso de Arraial do Cabo	2016 - atual	Estudar o sistema de recifes da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo e suas inter-relações com a atividade humana para apoiar metas prioritárias do plano de manejo e sensibilizar a sociedade a fim de garantir o uso sustentável dos recursos marinhos e cumprir metas do Plano de Ação Nacional (PAN) dos corais.	Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo	empresa Chevron Brasil MPF/RJ ANP Ibama FUNBIO
Projeto AREMAC – Implantação do TBC	(-) - atual	Enfrentar os desafios que o crescimento do turismo massificado vem trazendo para essa Unidade de Conservação, através da implantação do TBC.	Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo	Associação da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo (AREMAC)

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
AREMAC- Ensinar a Reforma	2022 - atual	Implantação de oficinas de aprendizagem para envolvendo os mais jovens a arte da carpintaria naval artesanal.	Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo	Associação da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo (AREMAC)
Projeto Costões Rochosos no Norte Fluminense	2016 - atual	Desenvolver pesquisa científica sobre biodiversidade, ecologia e impactos dos costões rochosos.	Costões Rochosos no Norte Fluminense (Macaé, Rio das Ostras e Armação dos Búzios)	Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
Projeto Guaiamum	(-) - atual	Gerar um conjunto de dados que fortaleça o Plano de Gestão Local do caranguejo guaiamum (Cardisoma guanhumi) na APA da bacia do rio São João/Mico Leão Dourado.	APA da bacia do rio São João/Mico Leão Dourado	FUNBIO
Projeto Guapiaçu IV	2013 - atual	Contribuir para a melhoria socioambiental da região da Baía de Guanabara e entorno, por meio de ações que integrem ambientes e comunidades locais, potencializando ações de restauração, educação ambiental, monitoramento de biodiversidade e reintrodução de fauna nativa.	região da Baía de Guanabara e entorno (Cachoeiras de Macacu, Magé, Itaboraí e Maricá)	Ação Socioambiental Petrobras
Projeto Desenvolvimento de ações para a gestão participativa visando a conservação dos manguezais e o fortalecimento das comunidades pesqueiras do estado do Rio de Janeiro	2021 - atual	Realizar análises dos níveis de conservação, contaminação, vetores de pressão e conflitos socioambientais em manguezais fluminenses com vistas à construção de estratégias para ações de gestão participativa.	manguezais fluminenses	FUNBIO
Programa de Apoio às Unidades de Conservação Municipais (ProUC)	2009 - atual	Orienta cidades a implantar áreas de preservação de remanescentes de Mata Atlântica em várias regiões do Estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro
Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000	2000 - atual	Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.	Brasil	Presidência da República
Lei nº 12651 de 25 de maio de 2012	2012 - atual	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.	Brasil	Presidência da República
Lei nº 6902 de 27 de abril de 1981	1981 - atual	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.	Brasil	Presidência da República

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998	1998 - atual	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	Brasil	Presidência da República
Lei nº 3443 de 14 de julho de 2000	2000 - atual	Regulamenta o Artigo 27 das disposições transitórias e os Artigos 261 e 271 da Constituição do Estado do Rio de Janeiro, estabelece a criação dos conselhos gestores para as unidades de conservação estaduais, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Decreto Nº 42483 de 27 de maio de 2010	2010 - atual	Estabelece diretrizes para o uso público nos parques estaduais administrados pelo instituto estadual do ambiente - INEA e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 6371 de 27 de dezembro de 2012	2012 - atual	Dispõe sobre a adoção de regras de restrição de acesso e trânsito a unidades de conservação da natureza e estradas-parque estaduais e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 6572 de 31 de outubro de 2013	2013 - atual	Dispõe sobre a compensação devida pelo empreendedor responsável por atividade de significativo impacto ambiental no estado do Rio de Janeiro, institui a contribuição por serviços ecossistêmicos nos termos da Lei Federal 9.985/00 e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 3467 de 14 de setembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente no estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 2393 de 20 de abril de 1995	1995 - atual	Dispõe sobre a permanência de populações nativas residentes em unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 2049 de 22 de dezembro de 1992	1992 - atual	Dispõe sobre a proibição de queimadas da vegetação no estado do Rio de Janeiro em áreas e locais que especifica e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 3325 de 17 de dezembro de 1999	1999 - atual	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a politica estadual de educação ambiental, cria o programa estadual de educação ambiental e complementa a Lei Federal nº 9.795/99 no âmbito do estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 3490 de 14 de novembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a sinalização de locais de interesse ecológico	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 9476 de 26 de novembro de 2021	2021 - atual	Autoriza o poder executivo a criar a carreira de guarda-parque e dá outras providências	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 5100 de 04 de outubro de 2007	2007 - atual	Altera a lei nº 2.664, de 27 de dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 46884 de 19 de dezembro de 2019	2019 - atual	Estabelece definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do icms ecológico.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 8280 de 09 de janeiro de 2019	2019 - atual	Declara de relevante interesse ambiental a conservação e a proteção dos ecossistemas de montanha, no território do estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 5101 de 04 de outubro de 2007	2007 - atual	Dispõe sobre a criação do instituto estadual do ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Projeto de Lei nº 2455/2020	2020 - atual	Institui, no âmbito da política estadual de meio ambiente, o sistema estadual de unidades de conservação (seuc), regulamentando o inciso III do artigo 261 da constituição do estado, que determina ao poder público estadual "implantar sistema de unidades de conservação representativo dos ecossistemas originais do espaço territorial do estado", e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 44512 de 09 de dezembro de 2013	2013 - atual	Dispõe sobre o cadastro ambiental rural - CAR, o programa de regularização ambiental - PRA, a reserva legal e seus instrumentos de regularização, o regime de supressão de florestas e formações sucessoras para uso alternativo do solo, a reposição florestal, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 8538 de 27 de setembro de 2019	2019 - atual	Institui a política estadual de restauração ecológica, o plano estadual de restauração ecológica e estabelece seus mecanismos e altera as leis estaduais n.º 3.239/1999 e 6.572/2013.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 9972 de 12 de janeiro de 2023	2023 - atual	Institui a política estadual de desenvolvimento florestal, altera a lei nº 1.356, de 03 de outubro de 1988 e a lei nº 5.067, de 09 de julho de 2007, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM)	1986 - atual	Atender às necessidades financeiras de projetos e programas ambientais e de desenvolvimento urbano em consonância com o disposto no parágrafo 3º do artigo 263 da Constituição Estadual.	Estado do Rio de Janeiro	SEA Sefaz-RJ Seplag-RJ INEA

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
				FIRJAN APEDEMA
Resolução INEA n° 158 de 27 de novembro de 2018	2018 - atual	Institui o programa de proteção e recuperação de mananciais no estado do Rio de Janeiro – Pacto pelas Águas.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro SEA INEA
Decreto Nº 46890 DE 23/12/2019	2019 - atual	Dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento e demais Procedimentos de Controle Ambiental - SELCA, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 970 de 11 de janeiro de 1999	1999 - atual	Cria o Conselho Municipal de Defesa do meio Ambiente - COMDEMA	Araruama	Prefeitura Municipal de Araruama
Lei nº 1344 de 22 de dezembro de 2005	2005 - atual	Dispõe sobre política municipal do meio ambiente, dos recursos hídricos de Araruama e dá outras providências.	Araruama	Prefeitura Municipal de Araruama
Lei Complementar nº 138 de 04 de maio de 2018	2018 - atual	Institui o Sistema de Licenciamento Ambiental Municipal - SISLAM altera a Lei Complementar Municipal nº 23/2001, altera a Lei Municipal nº 1.344/2005 e dá outras providências.	Araruama	Prefeitura Municipal de Araruama
Lei Complementar nº 19 de 28 de novembro de 2007	2007 - atual	Institui o Código Ambiental do Município de Armação dos Búzios e dá outras providências.	Armação dos Búzios	Prefeitura Municipal de Armação dos Buzios
Lei Ordinária nº 1768 de 19 de julho de 2022	2022 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal das Unidades de Conservação Terrestres do Município de Armação dos Búzios (CMUC Terrestre), do Conselho Municipal das Unidades de Conservação Marinhas do Município de Armação dos Búzios (CMUC Marinho), e dá outras providências.	Armação dos Búzios	Prefeitura Municipal de Armação dos Buzios
Lei nº 2473 de 04 de abril de 2023	2023 - atual	Institui o programa Agente Natureza de voluntário ambiental do município de Arraial do Cabo.	Arraial do Cabo	Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo
Lei nº 2392 de 09 de fevereiro de 2022	2022 - atual	Altera a redação que institui a Fundação Municipal do Meio Ambiente, Pesquisa, Ciência, Tecnologia, Esporte e Lazer (FUNTEC Ambiental).	Arraial do Cabo	Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo
Lei nº 2145 de 20 de dezembro de 2018	2018 - atual	Estrutura a guarda ambiental e marítima do município de Arraial do Cabo (GAMA), estabelece sua competência e atribuições, e dá outras providências.	Arraial do Cabo	Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo
Lei nº1962 de 29 de dezembro de 2015	2015 - atual	Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para fins de compensação ambiental municipal, de que trata a lei nº 9.985, de 18/07/2000, decreto federal nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, decreto federal nº 6.848, de 14 de maio de	Arraial do Cabo	Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
		2009, em empreendimentos e atividades de impacto local, no município de Arraial do Cabo.		
Lei complementar nº 52 de 1º de junho de 2023	2023 - atual	Institui o novo Plano Diretor Municipal de Desenvolvimento Sustentável, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no Município de Cabo Frio e revoga a Lei Complementar nº 4, de 7 de dezembro de 2006.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 2330 de 30 de dezembro de 2010	2010 - atual	Institui o sistema municipal de licenciamento ambiental - SIMLA, e estabelece infrações e sanções administrativas.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 2289 de 19 de agosto de 2010	2010 - atual	Institui o fundo municipal de meio ambiente - FMMA, em consonância com os termos dos arts. 173, 178 e 179 da lei orgânica municipal, com as alterações introduzidas pela emenda nº 018/2010.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 1680 de 09 de junho de 2003	2003 - atual	Cria a guarda marítima e ambiental do município de cabo frio, estabelece sua competência e atribuições, e dá outras providências.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 1695 de 9 de julho de 2003	2003 - atual	Dispõe sobre a criação do conselho municipal de defesa do meio ambiente.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº1940 de 27 de março de 2013	2013 - atual	Dispõe sobre a criação da guarda municipal ambiental e dá outras providências .	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº 1842 de 27 de dezembro de 2010	2010 - atual	Dispõe sobre o sistema municipal de licenciamento e de fiscalização ambiental, cria a taxa de licenciamento ambiental municipal e dá outras providências.	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº1344 de 16 de março de 2001	2001 - atual	Institui o zoneamento ambiental com o objetivo de definir a utilização do espaço de cada região ou bacia hidrográfica, e dá outras providências.	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº 1293 de 16 de agostode 2000	2000 - atual	Autoriza o chefe do poder executivo a declarar Área de Preservação Ambiental e dá outras providencias.	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº 1237 de 30 de junho de 1999	1999 - atual	Autoriza a participação no município de Cachoeiras de Macacu na constituição do consórcio municipal para gestão ambiental da bacia da Baía de Guanabara das lagoas metropolitanas e zona costeira.	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº 2331 de 11 de maio de 2023	2023 - atual	Dispõe sobre o Programa Municipal de Apoio e Incentivo às Reservas Particulares do Patrimônio Natural de Casimiro de Abreu - PRÓ RPPNS e autoriza o Chefe do Poder Executivo Municipal a efetuar pagamentos por serviços	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
		ambientais aos proprietários de RPPNS e dá outras providências.		
Lei nº 2330 de 11 de maio de 2023	2023 - atual	Dispõe sobre os procedimentos para criação e reconhecimento de reserva particular do patrimônio natural - RPPN e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 2303 de 14 de fevereiro de 2023	2023 - atual	Dispõe sobre o processo e os procedimentos para apuração de Infrações Administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, revoga o Decreto Municipal nº 506, de 16 de março de 2015 e o § 2º do art. 151 e os artigos 161, 162, 163 e 187 da lei Municipal nº 1.352 de 04 de Março de 2010 e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 2191 de 28 de março de 2022	2022 - atual	Dispõe sobre a Instituição da Política Municipal de Educação Ambiental do Município de Casimiro de Abreu-RJ, e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Decreto nº 2081/2021 de 23 de março de 2021	2021 - atual	Dispõe sobre o sistema de Licenciamento e demais procedimentos de Controle Ambiental - SILICAM, no âmbito Municipal e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 1504 de 07 de maio de 2012	2012 - atual	Cria o Departamento de Guarda Ambiental - (DGA), da Guarda Municipal de Casimiro de Abreu, e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 979/2010 de 30 de dezembro de 2010	2010 - atual	Institui o código de meio ambiente do município de Iguaba Grande e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente – SISMMA.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 1321 de 30 de janeiro de 2020	2020 - atual	Autoriza a participação deste município, na constituição do consórcio intermunicipal para gestão ambiental as bacias da Região dos Lagos, do Rio São João, e Zona Costeira e dá outras providências.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 819 de 27 de dezembro de 2007	2007 - atual	Cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente - FMMA e dá outras providencias.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 1244 de 27 de setembro de 2017	2017 - atual	Autoriza o poder executivo a garantir que no mínimo 20% (vinte por cento) dos recursos provenientes do ICMS ecológico sejam destinados preferencialmente à perpetuação ambiental dos ecossistemas e dá outras providências.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 979 de 30 de dezembro de 2010	2010 - atual	Institui o código de meio ambiente do município de Iguaba Grande e dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente – SISMMA.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 899 de14 de setembro de 2009	2009 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 070 de 27 de outubro de l997	1997 - atual	Cria o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Iguaba Grande - CONDEMA e dá outras providências	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 2292 de 16 de abril de 2009	2009 - atual	Institui o Fundo Municipal de Proteção e Conservação Ambiental - FMPCA - e institui seu conselho gestor.	Maricá	Prefeitura Municipal de Maricá
Lei nº 2324 de 26 de março de 2010	2010 - atual	Institui o Fundo Municipal de Proteção, Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Maricá.	Maricá	Prefeitura Municipal de Maricá
Lei nº 2126 de 06 de julho de 2005	2005 - atual	Autoriza a participação do município de Maricá na constituição do Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira.	Maricá	Prefeitura Municipal de Maricá
Lei nº 2324 de 26 de março de 2010	2010 - atual	Institui o Fundo Municipal de Proteção, Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Maricá.	Maricá	Prefeitura Municipal de Maricá
Programa Limpa Rio	(-) - atual	Ações de desassoreamento e dragagem de rios e canais da cidade.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito INEA
Lei nº 2446 de 29 de junho de 2021	2021 - atual	Dispõe sobre os procedimentos para criação e reconhecimento de reserva particular do patrimônio natural - RPPN e dá outras providências.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 2447 de 29 de junho de 2022	2022 - atual	Cria o Sistema Municipal de Conservação da Biodiversidade de Rio Bonito e autoriza o Chefe do Poder Executivo a efetuar repasse do ICMS Ecológico aos proprietários particulares que mantiverem Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) e dá outras providências.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 2576 de 02 de agosto de 2023	2023 - atual	Dispõe sobre o sistema municipal de licenciamento, de controle e fiscalização ambiental ,regulamenta o artigo 238, da lei nº 1557 de 30 de junho de 2008, que institui o código ambiental do município de Rio Bonito e dá outras providências.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 1557 de 30 de junho de 2008	2008 - atual	Institui o código ambiental.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 912 de 14 de dezembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a criação do Fundo Municipal de Meio Ambiente.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 846 de 27 de abril de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 825 de 30 de dezembro de 1999	1999 - atual	Autoriza a participação do município de Rio Bonito na Constituição do Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos do Rio São João e Zona Costeira.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei nº 780 de 24 de maio de 1999	1999 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - CONDEMA.	Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito
Lei Complementar nº 005/2008	2008 - atual	Institui o Código de Meio Ambiente do Município de Rio das Ostras, estabelece normas gerais para a administração da qualidade ambiental em seu território e dá outras providências.	Rio das Ostras	Prefeitura Municipal de Rio das Ostras
Lei nº 2779 de 2022	2022 - atual	Institui o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro de Rio das Ostras – PMGC/RO, e dá outras providências	Rio das Ostras	Prefeitura Municipal de Rio das Ostras
Lei complementar nº 0043 de 2015	2015 - atual	Institui o Sistema de Licenciamento Ambiental Municipal - SISLAM, e altera lei nº 508/2000 e dá outras providências	Rio das Ostras	Prefeitura Municipal de Rio das Ostras
Lei nº 2893 de 22 de julho de 2020	2020 - atual	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo municipal para apuração destas infrações, e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Decreto nº 114 de 05 de agosto de 2020	2020 - atual	Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental Municipal e demais Procedimentos de Controle Ambiental - SLAM no Município de São Pedro da Aldeia, e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei nº 2095 de 03 de dezembro de 2008	2008 - atual	Institui o Fundo Municipal de Meio Ambiente - FUMMEA, e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei nº 1459 de 27 de dezembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre Política Municipal do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos de São Pedro da Aldeia - (COMASPA) e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei nº 1456 de 27 de dezembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente dos Recursos Hídricos de São Pedro da Aldeia - COMASPA e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei nº 881 de 20 de outubro de 1993	1993 - atual	Dispõe sobre a obrigatoriedade de sinalização ecológica no município de São Pedro da Aldeia.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei Complementar n° 71 de 07 de dezembro de 2021	2021 - atual	Institui o novo Plano Diretor Municipal de Desenvolvimento Sustentável, estabelece objetivos,	Saquarema	Prefeitura Municipal de Saquarema

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
		instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no Município de Saquarema e dá outras providências.		
Lei nº 1055 de 19 de março de 2010	2010 - atual	Dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente, e dá outras providências.	Saquarema	Prefeitura Municipal de Saquarema
Lei nº 1429 de 29 de dezembro de 2008	2008 - atual	Cria o licenciamento ambiental municipal, disciplina os procedimentos e critérios necessários para emissão de licenças ambientais assim como suas referentes taxas de licenciamento e dá outras providências.	Silva Jardim	Prefeitura Municipal de Silva Jardim

Fonte: Elaboração própria.

5.2 Atividade Econômica

5.2.1 Economia na RH-VI

A caracterização da atividade econômica foi realizada pela análise da composição do Produto Interno Bruto Municipal pelos seus agregados econômicos setoriais. Estes agregados, Valores Adicionados Brutos (VAB) da Agropecuária, Indústria, Serviços e Administração Pública são avaliados em sua evolução na última década para detecção de tendências setoriais.

O número de empregados formais – o que não contabiliza atividades autônomas e informais – é analisado em sua evolução no passado recente – 2006 a 2020 - e no ano mais recente, 2021, informado preliminarmente pelo IBGE. Também, com base nos dados do Ministério do Trabalho e Previdência, são apresentados os empregos gerados nos últimos 12 meses, conforme sistematizados pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. O número de empregos formais oferece uma visão da economia regional, com suas especializações.

5.2.1.1 Produto Interno Bruto

Os dados analisados revelam que o maior PIB é o da cidade de Maricá, que se encontra parcialmente na RH, com significativa contribuição da Indústria. Saquarema seque a mesma configuração, embora com um PIB menor. Constata-se, também, que a contribuição da agropecuária é pequena em relação aos demais agregados. As maiores contribuições vêm da indústria e dos serviços; em alguns municípios a Administração Pública se destaca igualmente. Destaca-se uma preponderância do VAB Industrial (53%) e dos Serviços (34%), ficando a Administração Pública com 13%. A Agropecuária participa com menos de 1% do PIB.

Tal distribuição pode parecer inusitada, em um primeiro momento, entretanto destaca-se que que o VAB Industrial insere a produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana e construção civil, que certamente são intensas na região. A baixa participação da agropecuária também merece reparos. A agropecuária, nas contas apresentadas pelo IBGE, é o setor que explora os recursos naturais vegetais e animais; além da pesca extrativa e da aquicultura. Desta forma, os números do VAB Agropecuário consideram a produção "dentro da porteira" (Castro, 2022). Ainda, segundo Castro (2022) enquanto o VAB Agropecuário contribui para a geração de 4,8% do PIB nacional, o VAB do Agronegócio contribui com 23%, sendo, portanto, quase 5 vezes maior ao considerar atividades industriais e os serviços que fazem parte da cadeia produtiva.

Para cada município da RH-VI, foram apresentados a distribuição percentual dos VABs setoriais em 2020, para avaliação dos agregados que mais contribuem para a formação do PIB Municipal. Além disso, apresentou-se a evolução dos VABs setoriais de 2011 a 2020. Finalmente, a evolução no mesmo período do PIB, dado pela soma dos VABs setoriais, identificando sua composição ao longo do tempo.

Em linhas gerais, os municípios com maior peso do setor industrial — como Arraial do Cabo, Maricá, Saquarema e, em certa medida, Cabo Frio e Rio das Ostras — foram fortemente influenciados pela crise da Petrobras (2014–2016) e pela pandemia da Covid-19 (a partir de 2020), apresentando quedas significativas no Valor Adicionado Bruto (VAB) e oscilações no PIB. Em contrapartida, localidades com predominância dos serviços e da administração pública, como Iguaba Grande, Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito e São Pedro da Aldeia, mantiveram trajetória mais estável ou de crescimento, demonstrando menor sensibilidade a crises industriais.

A agropecuária, em geral, possui participação reduzida na região, com exceção de Silva Jardim, onde sua relevância é mais expressiva e, somada ao crescimento industrial, impulsionou o PIB de forma contínua. Municípios como Araruama e Casimiro de Abreu exibiram crescimento até eventos críticos, seguidos de retrações, enquanto Saquarema destacou-se por uma forte expansão industrial recente, sustentada mesmo durante a pandemia.

Assim, a análise revela que a estrutura setorial de cada município condiciona sua resiliência ou vulnerabilidade frente a choques econômicos, sendo os setores de serviços e administração pública mais estáveis, e a indústria, embora capaz de gerar saltos expressivos no PIB, mais suscetível a crises externas.

5.2.1.2 Efeitos da cadeia produtiva do petróleo e do gás natural na RH-VI.

A RH-VI apresenta uma situação que cabe destacar: apesar de sua economia estar, majoritariamente, atrelada ao turismo e lazer, o petróleo e o gás natural - CPPGN fazem parte da cadeia produtiva e são uma das possibilidades de dinamização da economia regional. Dois aspectos devem ser considerados neste caso: o impacto dos royalties e as externalidades econômicas gerados por esta cadeia produtiva na economia regional.

5.2.1.2.1 Royalties da exploração de petróleo e gás

Os royalties do petróleo e gás no Brasil são de propriedade da União, mas desde 1985 parte da produção marítima passou a ser destinada a estados e municípios confrontantes, sob o argumento inicial de compensar impactos ambientais e, posteriormente, como remuneração pelo uso de recurso não renovável. A legislação incluiu também a distribuição a todos os entes federados, mas, após contestação do Rio de Janeiro em 2012, o STF suspendeu essa ampliação, retornando o benefício apenas aos confrontantes até decisão final — o que gera insegurança para municípios da RH-VI.

Os municípios da RH-VI, confrontantes à Bacia de Campos, têm receitas de royalties atreladas ao preço internacional do petróleo, sujeito a fortes oscilações (quedas em 2013–2016 e 2020; alta até 2019 e após 2020). Entre 2013 e 2022, a participação dos royalties na receita municipal total cresceu de 30% para 50% na região. Os efeitos das variações de preço foram mais evidentes em Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.

Mesmo descontando os royalties, todos os municípios tiveram aumento real de receitas no período, inclusive na pandemia, o que indica que a renda do petróleo impulsionou investimentos e dinamizou a economia local, especialmente em municípios turísticos que dependem de serviços públicos estruturantes como segurança, limpeza e infraestrutura urbana.

5.2.1.2.2 Externalidades econômicas da CPPGN

As externalidades econômicas da Cadeia Produtiva de Petróleo e Gás Natural (CPPGN) podem ser positivas ou negativas, ocorrendo a montante (atividades que fornecem insumos) ou a jusante (atividades que utilizam a produção como insumo). O potencial de efeito multiplicador depende da complexidade econômica local. Na RH-VI, cujo perfil é voltado ao turismo e pequenas indústrias alimentícias, a maior parte dos efeitos ocorre fora da região, pois produtos e serviços de maior valor agregado são fornecidos por empresas externas.

Como não há previsão de instalação de refinarias ou polos petroquímicos, os impactos mais relevantes serão a montante, sobretudo nas fases de exploração e perfuração, reduzindo-se durante a produção. Pequenas e médias empresas locais podem atender demandas de menor complexidade tecnológica. Contudo, a Bacia de Campos, antes líder nacional, perdeu participação para a Bacia de Santos (75% da produção nacional em 2022 contra 19% da Bacia

de Campos), e decisões futuras da Petrobras poderão priorizar campos novos e mais rentáveis, afetando ainda mais os efeitos econômicos na RH-VI.

5.2.1.3 Potencial de evolução das atividades econômicas estruturantes na RH-VI

O objetivo deste item é avaliar vocações econômicas da RH-VI que possam ser veículo de transformação de seu futuro. Para tanto serão consideradas, no setor primário, a agropecuárias, no setor secundário as indústrias de transformação e extrativas, e o setor de serviços.

5.2.1.3.1 Agropecuária

Para o setor, avaliou-se o potencial de evolução da agricultura convencional e irrigada, esta grande usuária de água, agricultura de sequeiro e da pecuária na RH-VI.

A conclusão, reforçada pelos VAB Agropecuário, apresentado anteriormente, é que a agropecuária apresenta uma modesta contribuição para a economia local, sendo que a pecuária bovina detém maior significância em relação à agricultura, sem e com irrigação. Pode-se pensar em estabelecer um maior desenvolvimento deste setor, que contribui com alimentos para a população regional. Mas as informações não permitem a estruturação de um processo de desenvolvimento alternativo tendo por base este setor.

5.2.1.3.2 Indústria de transformação

Conforme analisado no Diagnóstico Ambiental, as principais indústrias da RH-VI se inserem no segmento agroindustrial: usina de açúcar, destilarias de álcool, óleos vegetais, laticínios, frigoríficos e matadouros, fecularias, curtumes, sucos e conservas vegetais, bebidas e têxteis. Existem também micro atividades industriais que são representadas pelas categorias com menores demandas.

Embora o uso industrial de água não seja muito significativo na RH-VI, os municípios de Cabo Frio, no CNAE 19 - Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis, e o de Cachoeiras do Macacu, com as indústrias de CNAE 11 - Fabricação de bebidas e de CNAE 10 – Fabricação de produtos alimentícios, são os que apresentaram maior destaque em termos de demandas hídricas para abastecimento industrial. A indústria com CNAE 19 em Cabo Frio é a Agrisa Agroindustrial São João S/A, produtora de açúcar, álcool e biodiesel.

A única categoria industrial ausente da RH-VI é a do CNAE 12 - Fabricação de produtos do fumo. E as categorias 21 - Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, 26 - Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos e 29 - Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias são as que apresentam menor expressão.

Como foi comentado no item 5.2.1.2.2, que tratou da cadeia produtiva do petróleo e do gás natural, não existem na RH-VI indústrias que mantenham ligações a montante (fornecedoras de insumos) ou ligações a jusante (utilizadoras de petróleo e gás em seus processos produtivos). A dinamização econômica que esta cadeia produtiva exerce na região se limita, portanto, aos royalties.

5.2.1.3.3 Indústria extrativa: mineração

Como mostraram os itens anteriores este setor tem baixo número de empregados em relação ao demais, destacando-se a extração de minerais não metálicos, grupo que agrega material para a construção civil, principalmente, e, também, a extração e refino de sal. Enquanto o primeiro pode apresentar potencial de crescimento devido ao intenso processo de urbanização regional, o segundo apresenta tendência inversa. Isto se deve à localização pretendida das salinas, no entorno da lagoa de Araruama, valorizadas pela ocupação urbana, ou ambientalmente sensíveis, o que impede a expansão da atividade, seja pelo valor da terra, seja pela inviabilidade de licenciamento. Por outro lado, salinas localizadas no Rio Grande do Norte forneciam 92% do sal marinho consumido e exportado no Brasil, sendo que o Rio de Janeiro entrava com apenas 6%[4], com dados do último Anuário Mineral Brasileiro, de 2010. É possível que as vantagens comparativas da produção potiguar tenham incrementado na última década, algo verificável na RH VI, com a redução da atividade salineira.

Portanto, a conclusão é que este setor não apresenta potencial significativo de evolução que possa agregar dinâmica à economia regional.

5.2.1.3.4 Serviços

O setor terciário, serviços, domina a economia regional, e nele são apresentadas as oportunidades de desenvolvimento regional. Isto fica evidenciado pela Evolução dos agregados

[4] ANM - Agência Nacional de Mineração. Anuário Mineral Brasileiro 2010. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 2010.

setoriais, analisada no item 5.2.1.1. Esta evidência foi melhor explorada quando considerados os prognósticos sobre a evolução da economia regional.

5.2.1.3.5 Saneamento Básico

A situação do saneamento é apresentada em detalhe em capítulos posteriores, porém, cabe relatar aqui importância das questões sanitárias como fator limitante para o crescimento econômico da RH-VI.

A grande discussão existente se relaciona ao sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários, cuja carência no passado foi causadora de eventos sérios de degradação das águas da Lagoa de Araruama. A solução para o problema foi a implantação de uma rede de captação na qual o esgoto que corre na rede de drenagem pluvial é desviado por coletores e transportado para estações de tratamento, e só após o tratamento que são lançados no meio. Este sistema, denominado como Coleta em Tempo Seco – CTS, foi decisivo para promover a melhoria da qualidade de água da lagoa em relação à situação prévia a 1998, em que todo esgoto em natura nela era despejado.

Porém, existem reparos a este sistema, por ter capacidade limitada de coleta: nos eventos de grandes chuvas não há possibilidade de se evitar que esgotos alcancem a lagoa. Com isto há necessidade de avaliar se a capacidade de assimilação lagunar pode suportar estas cargas eventuais excedentes à capacidade do sistema de CTS. Adicionalmente, existe o problema de destinação final dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos.

Ou seja, o sistema CTS foi efetivo no controle de boa parte dos problemas de degradação da lagoa até o momento, mas deve ser avaliado no longo prazo. Além disso, necessita-se estudos sobre quais complementações são necessárias para ampliar sua capacidade.

5.2.1.4 Desenvolvimento Socioeconômico

A RH-VI apresenta um histórico de desenvolvimento socioeconômico marcado pelos últimos 50 anos, impulsionado principalmente pelo turismo, com destaque para a construção da Ponte Rio–Niterói, e pelo fortalecimento de entes municipais e regionais após a Constituição de 1988. Apesar dos avanços, a região ainda enfrenta desigualdades socioeconômicas e espaciais significativas, com áreas nobres voltadas ao turismo contrastando com localidades que carecem de serviços básicos adequados.

Os indicadores socioeconômicos mostram tendências positivas em toda a região: crescimento populacional, aumento do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e elevação da renda per capita, refletindo melhorias nas condições de vida. A mortalidade infantil apresenta comportamento mais instável, embora com tendência de queda na maioria dos municípios, sendo necessário atenção especial em locais como Iguaba Grande e Arraial do Cabo. O PIB per capita também tende a crescer, mas revela desigualdades entre os municípios e alta sensibilidade a variações setoriais. Investimentos estratégicos, como a possível instalação do Porto de Jaconé, podem impulsionar ainda mais o desenvolvimento econômico regional, embora seja essencial que o crescimento seja acompanhado de melhorias em emprego e condições de renda.

Em síntese, o prognóstico socioeconômico da RH-VI é positivo, com continuidade das tendências de crescimento populacional, melhoria do IDHM e aumento da renda. Contudo, a consolidação do desenvolvimento sustentável depende de políticas públicas que reduzam desigualdades, fortaleçam serviços de saúde e educação e promovam a geração de emprego, além de estar condicionada a fatores econômicos externos e à articulação entre municípios, estado e União.

5.3 Agricultura

5.3.1 Setor agrícola na RH-VI

A agricultura na Região Hidrográfica Lagos São João desempenha um papel importante na bacia, mesmo que não tenha impacto na composição da economia. Historicamente, a agricultura causou impactos ambientais significativos, como canalização de rios, barramento do rio São João, drenagem de baixadas e desmatamento, além de poluição por dejetos agropecuários e agrotóxicos. Entre 1995 e 2017, o número de estabelecimentos agropecuários cresceu 32%, com destaque para Arraial do Cabo (600%), São Pedro da Aldeia (74%) e Silva Jardim (72%). Em 2017, a agricultura familiar representava mais de 50% dos estabelecimentos, exceto em Araruama (47%) e Rio das Ostras (46%), com pecuária (pastagem) como principal atividade, seguida por lavouras permanentes e temporárias. Mais de 50% do solo da RH-VI é usado para agropecuária, segundo o Mapbiomas (2022).

Atualmente, há 5.260 imóveis rurais cadastrados no CAR na região, concentrados em Cachoeiras de Macacu (31%), Rio Bonito (15%) e Silva Jardim (13%), conforme a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Número de Imóveis Rurais cadastrados no CAR nos municípios da RH-VI.

Município	Número de imóveis rurais cadastrados no CAR
Araruama	646
Armação dos Búzios	18
Arraial do Cabo	3
Cabo Frio	209
Cachoeiras de Macacu	1618
Casimiro de Abreu	402
Iguaba Grande	8
Maricá	212
Rio Bonito	783
Rio das Ostras	90
São Pedro da Aldeia	230
Saquarema	351
Silva Jardim	690
TOTAL	**5260**

Fonte: SICAR, 2023.

Quanto às culturas cultivadas na RH-VI, a cana-de-açúcar é bastante presente da região, além da laranja, banana, aipim, goiaba e milho, entre outras. A Tabela 5.3 mostra a área cultivada por município, assim como o cultivo principal e outras culturas cultivadas em cada município. Percebe-se que que os municípios com a maior área cultivada em relação a área total do município são Araruama, Cabo Frio e Rio Bonito, e os com menos área cultivada são Armação dos Búzios, Iguaba Grande, Maricá e Rio das Ostras.

Tabela 5.3 - Cultivo agrícola nos municípios da RH-VI.

Município	Área total cultivada (ha)	Área total cultivada (% área do município)	Cultivo Principal	Outras culturas
Araruama	5.703,60	8,9%	Cana-de-açúcar	Abobora, acerola, aipim, coco, feijão, laranja, limão maracujá, milho, quiabo, tangerina,
Armação de Búzios	12,04	0,2%	Banana	abóbora, aipim, alface, banana prata, coco verde, limão e quiabo.
Arraial do Cabo	(-)	(-)	(-)	(-)
Cabo Frio	2.556,16	6,2%	Cana-de-açúcar	Abóbora, aipim, alface, banana, coco, feijão, goiaba, laranja, limão, quiabo, tangerina

Município	Área total cultivada (ha)	Área total cultivada (% área do município)	Cultivo Principal	Outras culturas
Cachoeiras de Macacu	3.678,35	3,9%	Goiaba	Abacaxi, abóbora, abobrinha, acerola, aipim, banana, batata doce, beringela, coco verde, feijão, goiaba, inhame, jiló, laranja, limão, lichia, maracujá, maxixe, milho verde, palmito, pimentão, quiabo, tangerina e vagem.
Casimiro de Abreu	532,42	1,2%	Aipim	Abóbora, aipim, banana, batata doce, feijão, inhame, laranja, milho.
Iguaba Grande (2)	9,3	0,2%	Laranja	Abóbora, aipim, banana, coco verde, laranja, limão, manga, quiabo e tangerina poncã
Maricá (3)	81,75	0,2%	Cana-de-açúcar	Aipim, banana nanica, banana prata, cana e laranja.
Rio Bonito (4)	2.817,50	6,1%	Laranja	Abóbora, aipim, banana, coco verde, feijão, jiló, limão, maracujá, milho, pimenta, quiabo e tangerina
Rio das Ostras	84,15	0,4%	Milho	Abóbora, aipim, banana, batata doce, couve, feijão, laranja, milho verde, pimentão, quiabo e tomate
São Pedro da Aldeia	915	2,8%	Cana-de-açúcar	Abóbora, aipim, banana prata, batata doce, caju, coco verde, laranja, limão, quiabo e tangerina.
Saquarema	383,65	1,1%	Banana	Aipim, coco verde, laranja, limão, palmito, quiabo e tangerina.
Silva Jardim	1.596,50	1,7%	Aipim	abacaxi, banana, cana-de-açúcar, coco verde, goiaba, inhame, jiló, laranja, limão, maracujá, milho, palmito, quiabo e tangerina.

Fonte: EMATER-RIO/CPLAN/NIDOC, 2021.

Iniciativas como o Zoneamento de Risco Climático, iniciado em 1995 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e programas como “Rio Rural”, “Saquarema Viveiro da Vida”, “Revivendo Águas Claras” e “Iniciativa Verde” promovem sustentabilidade, recuperação de áreas degradadas e reflorestamento na RH. O CAR e o PSA incentivam a regularização ambiental, enquanto programas como “Bule Cheio”, “Cidadania Rural” e “Fazenda Legal”, além de leis estaduais (ex.: Lei nº 9610/2022) e municipais (ex.: Lei nº 1874/2014 de Araruama), apoiam a agricultura familiar com assistência técnica, incentivos econômicos e práticas sustentáveis, visando conciliar desenvolvimento agrícola com conservação ambiental.

5.3.2 Estudo de aptidão agrícola

A estimativa da extensão de terras aptas para uso agrícola e com aptidão para uso sob irrigação é necessária para o planejamento do futuro da bacia. Neste sentido, no capítulo será realizada a avaliação da aptidão agrícola e a avaliação da aptidão para irrigação das terras da RH-VI.

A partir da caracterização pedológica da RH-VI, apresentada na etapa do Diagnóstico, todas as unidades de mapeamento de solos constantes do Mapa Pedológico, foram classificadas utilizando o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho e Beek, 1995) e classificação das terras para irrigação baseada nos critérios preconizadas pelo U.S. Bureau of Reclamation (USBR, 1953).

Em resumo, concluiu-se:

- A RH possui aproximadamente 998 km² (30,5 % da RH) de terras aptas para irrigação, 841 km² (25,7 % da RH) de terras com aptidão marginal para irrigação, totalizando 1.840 km² (56,2 % das terras da RH) de terras que podem ser utilizadas para irrigação;
- Existem 240 km² de terras provisoriamente inaptas para irrigação e 1195 km² de terras inaptas para irrigação por apresentarem problemas relacionados a solos, drenagem ou topografia;
- Na UHP Armação dos Búzios existem somente 21,2 km² de terras aptas para irrigação (24% da UHP e 0,6% da RH);
- Na UHP Lagoa de Araruama existem 156,2 km² de áreas aptas para irrigação (43,1% da UHP e 4,9% da RH);
- Na UHP Lagoa de Saquarema existem 86,7 km² de áreas aptas para irrigação (39% da UHP e 42,6% da RH);
- Na UHP Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba) existem 240,6 km² de áreas aptas para irrigação (30,1 % da UHP e 7,3 % da RH);
- Na UHP Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba) existem 76,8 km² de áreas aptas para irrigação (12,8% da UHP e 2,4% da RH);
- Na UHP Rio Una existem 161,2 km² de áreas aptas para irrigação (34,8 % da UHP e 5,0 % da RH);

- Na UHP Rios Capivari e Bacaxá existem 255,6 km² de áreas aptas para irrigação (36,0 % da UHP e 7,9 % da RH);

As UHPs que apresentam uma maior extensão de terras aptas para irrigação são a UHP Rios Capivari e Bacaxá, com 255,9 km² de terras aptas para irrigação e 202,0 km² de terras com aptidão marginal para irrigação, a UHP Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba), com 240,6 km² de terras aptas para irrigação e 319,6 km² de terras com aptidão marginal para irrigação e UHP Lagoa de Araruama) com 156,2 km² de terras aptas para irrigação e 60,6 km² de terras com aptidão marginal para irrigação. No total, estas três UHPs possuem 65,4% do total das terras aptas para irrigação e 69,2% do total das terras com aptidão marginal para irrigação de toda RH.

5.4 Expansão Urbana

5.4.1 Áreas de expansão

A RH-VI registra crescimento demográfico e urbanização, especialmente em áreas costeiras e no entorno da Lagoa de Araruama, impulsionados pelo turismo e pela população flutuante no verão. A análise da expansão urbana, baseada em dados do Mapbiomas (1985-2022), mostra aumento das áreas urbanizadas, com resolução espacial de 30 m até 2020 e 10 m em 2022. Em 2022, a RH-VI tinha 8,51% de seu território urbanizado. As UHPs mais urbanizadas são a Lagoa de Araruama (24,42%) e Armação dos Búzios (28,44%), enquanto a UHP Rio São João Montante (UHP-a) é a menos urbanizado (<1%).

Entre os municípios, destacam-se pela expansão urbana Araruama (11,21%), Armação dos Búzios (31,05%), Arraial do Cabo (9,68%), Cabo Frio (15,39%), Iguaba Grande (29%), Rio das Ostras (89,29%), São Pedro da Aldeia (10,98%) e Saquarema (16,43%), todos costeiros ou próximos à Lagoa de Araruama. Casimiro de Abreu (2,83%), Maricá (9,98%), Rio Bonito (1,29%) e Silva Jardim (0,67%) apresentam menor urbanização, concentrada em sedes municipais. Cachoeiras de Macacu não tem áreas urbanizadas na RH-VI. Pontua-se que a melhoria na resolução dos dados de 2022 pode superestimar o crescimento entre 2020 e 2022, mas reflete maior precisão.

5.4.2 Eixos de Expansão

A Região Hidrográfica Lagos São João apresenta expansão urbana concentrada nas áreas costeiras e ao norte da Lagoa de Araruama, de acordo com dados históricos (MapBiomas, 1985-2023), planos diretores e zoneamento municipal. Sete eixos de expansão horizontal foram identificados, considerando limitações como unidades de conservação (UCs), corpos d'água e áreas da marinha:

1. Eixo Ostras-Casimiro: No Nordeste, com alta urbanização em Rio das Ostras (~90%) e avanço para Casimiro de Abreu, limitado pelo Morro São João.
2. Eixo Unamar-Barra de São João: Em Cabo Frio, com ocupação antiga próxima à praia e recente expansão oeste (bairro Nova Califórnia), limitado por um corpo d'água e o Parque do Mico Leão Dourado.
3. Eixo Armação: Em Armação dos Búzios, com expansão oeste a partir da Lagoa de Geribá, restrita pelo mar e UCs.
4. Eixo Rodovia RJ-106: Entre Unamar e São Pedro da Aldeia, intensificado pós-2000, limitado por área da marinha e base naval.
5. Eixo Lagoa de Araruama: Principal área de expansão, abrangendo São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande e Araruama, com grande crescimento desde 1985 e poucas limitações físicas.
6. Eixo Saquarema: Concentrado em Bacaxá, ao redor da Av. Saquarema e sul da RJ-106, limitado pelo mar, lagoa de Saquarema e UCs como o Parque Estadual da Costa do Sol e Reserva de Massambaba.
7. Eixo Sampaio Correia: Em Saquarema, com recente expansão, mas limitado pela APA das Serras do Mato Grosso-Tingui-Castelhanas.

A expansão pressiona UCs, como o Parque Estadual da Costa do Sol, que sofreu invasões em 2016 e 2019, exigindo maior fiscalização do INEA. O processo de verticalização não foi considerado na análise.

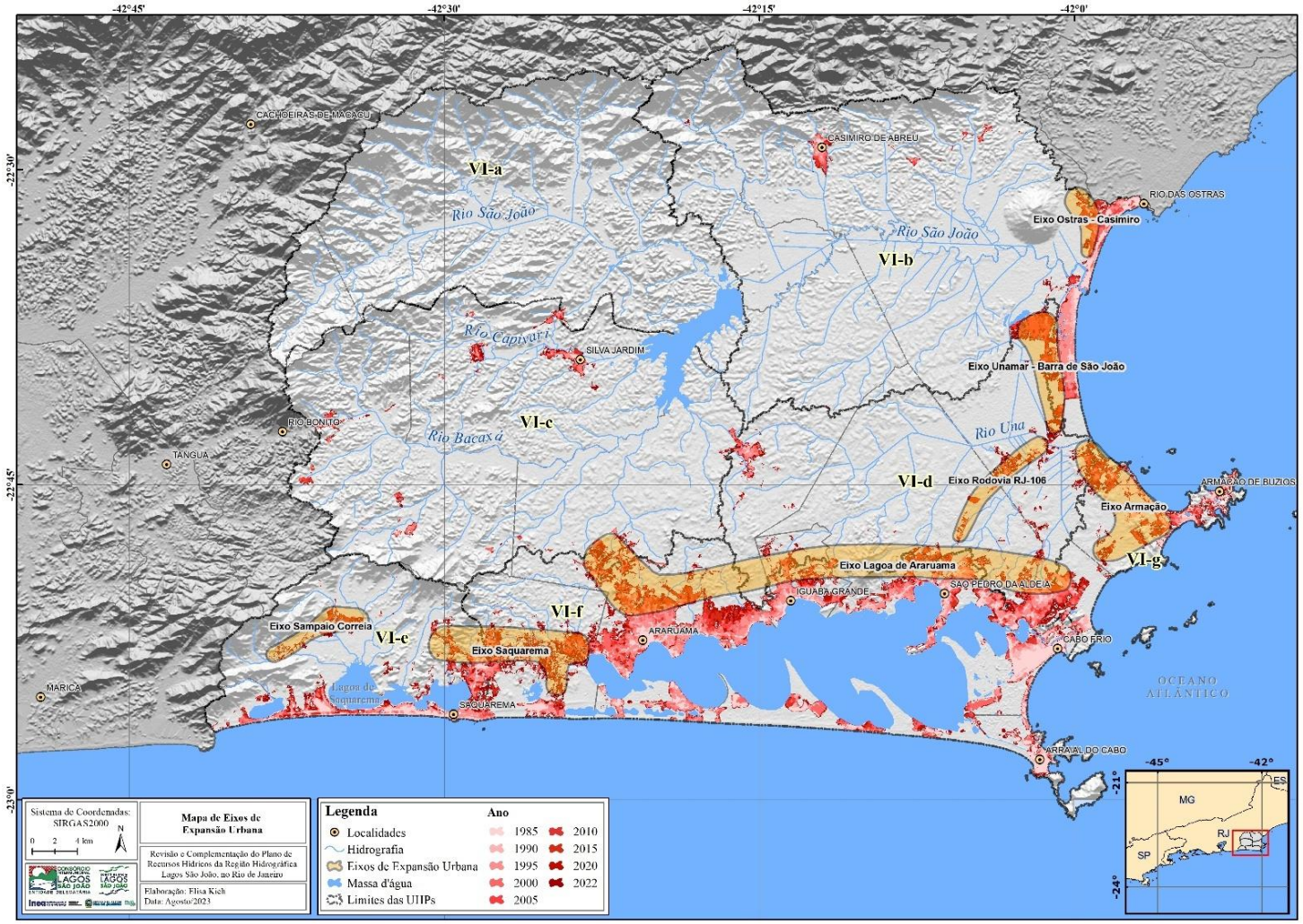


Figura 5.18 – Possíveis eixos de expansão urbana na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria com base no MapBiomas (2021 e 2023).

5.4.3 Planejamento Municipal

A expansão urbana na Região Hidrográfica Lagos São João alinha-se, em muitos casos, com os planos diretores e zoneamentos municipais, com foco nas áreas costeiras e entorno da Lagoa de Araruama. Araruama, Casimiro de Abreu, Rio Bonito, São Pedro da Aldeia e Silva Jardim não definem claramente áreas prioritárias para urbanização. Iguaba Grande, apesar de área pequena, tem zonas urbana, de expansão e rural, condizentes com a expansão observada.

Em Armação dos Búzios, a urbanização ocorre na macrozona continental, conforme previsto, correspondendo ao Eixo Armação. Arraial do Cabo estabelece áreas de expansão na Alcalis e na divisa com Cabo Frio, mas mantém a urbanização central, sem indicar grandes eixos futuros. Em Cabo Frio, a macrozona de expansão MZEU 3 coincide com o Eixo Unamar-Barra de São João, refletindo a expansão recente. Rio das Ostras, com sua área na RH-VI quase totalmente urbanizada, prevê expansão fora da região (noroeste), enquanto a expansão atual ocorre no Eixo Ostras-Casimiro, em Casimiro de Abreu, que não detalha áreas de expansão. Em Saquarema, as macrozonas de expansão em Saquarema e Bacaxá acompanham a expansão recente, embora haja avanço na macrozona ambiental de Vilatur; já em Sampaio Correia, a urbanização excede a macrozona definida, alcançando áreas urbanas e rurais.

As UHPs da Lagoa de Araruama e Armação de Búzios mantêm altos índices de urbanização, enquanto a UHP-a (Rio São João Montante) permanece pouco urbanizada devido à topografia, distância de rodovias e unidades de conservação. Outras UHPs podem ter avanço urbanístico dependendo de fatores econômicos, turísticos e sociais. A análise não considerou verticalização ou novas áreas de expansão.

5.5 Atividades Turísticas

5.5.1 O Turismo na RH-VI

Ao abordar o turismo desenvolvido na RH-VI é imprescindível conhecer as tipologias do turismo na região. Adotou-se o estudo desenvolvido por Ribeiro (2003) que utilizou o Guia Quadro Rodas da Editora Abril (1999) para fundamentar argumentação a respeito das localidades classificadas como de função turística, utilizando ainda outros dois elementos: as atrações locais e os diferentes tipos de hospedagem. Após considerar tais fatores, o autor elaborou a tipologia a partir de cinco grandes tipos: 1 - Litorânea; 2 - Histórica/Rural; 3 - Rural/Ecológica/Aventura; 4 - Estância/Rural; e 5 - Cultural/Rural.

Aplicando as informações disponíveis no Mapa do Turismo (2023) ao quadro desenvolvido por Ribeiro (2003) é possível apresentar as principais tipologias e funções das atividades turísticas para os municípios da RH-VI (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 - Tipologia das funções turísticas RH VI.

Município	Tipos (funções)	Subtipos
Araruama	Litorânea	Praia/Náutica
Armação dos Búzios	Litorânea	Praia/Náutica
Arraial do Cabo	Litorânea	Praia/Náutica
Cabo Frio	Litorânea	Praia/Náutica
Cachoeiras de Macacu	Rural/Ecológica/Aventura	Rural/Ecológica/Aventura
Casimiro de Abreu	Rural/Ecológica/Aventura	Rural/Ecológica/Aventura
Iguaba Grande	Litorânea	Praia/Náutica
Maricá	Litorânea	Praia/Náutica
Rio Bonito	Estância/Rural	
Rio das Ostras	Litorânea	Praia/Náutica
São Pedro da Aldeia	Litorânea	Praia/Náutica
Saquarema	Litorânea	Praia/Náutica
Silva Jardim	Rural/Ecológica/Aventura	Rural/Ecológica/Aventura

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2003).

A Política Nacional de Turismo (Lei 11.771/2008) promove a regionalização do turismo, ou seja, mesmo um município que não possui uma clara vocação para o turismo, pode dele se beneficiar se esse município desempenhar um papel de provedor ou fornecedor de mão-de-obra ou de produtos destinados a atender o turista. Todos os municípios da RH-VI, exceto São Pedro da Aldeia (em reestruturação do conselho de turismo), declararam dados atualizados para o Mapa do Turismo 2023.

Os principais atrativos turísticos concentram-se nas praias e na Lagoa de Araruama, com destaque para esportes náuticos, além de pontos históricos e ecoturismo no interior. Em Araruama, a Laguna de Araruama, a Orla Oscar Niemeyer e o Píer Ferry Boat são destaques, com eventos como Carnaval e Festa do Produtor Rural. Armação dos Búzios atrai pela Orla

Bardot, Rua das Pedras e mais de 20 praias, com eventos como Búzios Sailing Week e Festival de Jazz. Arraial do Cabo é conhecido pelo mergulho e passeios de barco, com atrativos como a Gruta Azul e o Largo Histórico, e eventos como o Festival da Lula. Cabo Frio tem a Praia do Forte e a Rua dos Biquínis, com eventos como o Festival Sabores. Cachoeiras de Macacu foca no turismo rural com exposições agropecuárias e o Carnaval da Sustentabilidade. Casimiro de Abreu oferece canoagem, cachoeiras e o Centro Gastronômico Beira Rio, com eventos como o Festival de Crustáceos. Iguaba Grande, apesar da conservação ruim, destaca a Lagoa de Araruama e a Ilha de Santa Rita, com eventos como Iguafolia. Maricá tem o Farol de Ponta Negra e a Orla de Araçatiba, mas carece de promoção turística. Rio Bonito atrai pela Rampa da Asa Delta e a Cachoeira Braçanã, com a Festa da Bananada no calendário nacional. Rio das Ostras destaca a Praia de Costazul e a Praça da Baleia, com eventos como o Rio das Ostras Jazz & Blues Festival. São Pedro da Aldeia foca na Lagoa de Araruama e na Casa da Flor, com eventos como o Fest Verão. Saquarema é reconhecida pela Praia de Itaúna, ideal para surfe, e pela Igreja Nossa Senhora de Nazareth, com eventos como o Círio de Nazareth. Silva Jardim prioriza o ecoturismo na Reserva Biológica Poço das Antas e cachoeiras como a das Sete Quedas, com eventos como a Festa do Mico Leão Dourado. Muitos eventos não estão no calendário nacional, e a infraestrutura para eventos varia, com alguns municípios oferecendo centros de convenções, hotéis e auditórios.

5.5.2 Planejamento e Governança do Turismo

5.5.2.1 Conselhos Municipais de Turismo

Os Conselhos Municipais de Turismo na Região Hidrográfica Lagos São João são órgãos colegiados que promovem a participação da sociedade civil na formulação, execução e monitoramento de políticas públicas de turismo, contribuindo para a elaboração de planos estratégicos, acompanhamento de programas, apoio à tomada de decisões, representação de diversos setores, transparência, desenvolvimento sustentável, preservação do patrimônio cultural e capacitação profissional. Na RH-VI, todos os municípios, exceto São Pedro da Aldeia (sem dados devido à reestruturação do conselho), possuem conselhos ativos, conforme o Mapa de Regionalização do Turismo (2023). Apenas Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá e Rio Bonito têm planos municipais de turismo aprovados, enquanto Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Iguaba Grande, Rio das Ostras, Saquarema e Silva Jardim não possuem. Dados estatísticos sobre demanda turística estão disponíveis em Armação

dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Rio Bonito e Rio das Ostras, mas ausentes nos demais.

Nos últimos dois anos, as ações dos conselhos variaram. Araruama não entregou projetos. Armação dos Búzios implementou o regimento interno, ordenamento turístico, roteiro Raízes Búzios, planejamento de eventos e fortalecimento do ecoturismo. Arraial do Cabo está em reestruturação. Cabo Frio realizou diversas ações, como formalização do FUMTUR, cadastramento de turismo náutico, normatização de aluguéis e transporte turístico, aprovação de eventos, estudos de capacidade de carga da praia, cursos de protocolos sanitários, criação do Museu Internacional do Surfe, desenvolvimento de um app e sistema de receptivo, além de comissões para inovação, inclusão e segmentação turística. Cachoeiras de Macacu focou em sinalização turística, Casimiro de Abreu participou do inventário turístico, e Iguaba Grande promoveu um fórum e workshop gastronômico. Maricá acompanhou eventos de grande fluxo, enquanto Rio Bonito, Rio das Ostras e São Pedro da Aldeia não apresentaram informações. Saquarema aprovou calendários de eventos para 2022 e 2023, e Silva Jardim, com conselho reformulado em 2022, ainda não definiu sua liderança até março de 2023.

5.5.2.2 Regionalização do Turismo

A regionalização do turismo é uma estratégia fundamental para o desenvolvimento sustentável do setor, promovendo diversificação, distribuição equitativa de benefícios econômicos, desenvolvimento de competências locais, preservação ambiental e cultural, competitividade internacional, infraestrutura, redução da sazonalidade e melhoria da experiência turística. No estado do Rio de Janeiro, existem 12 regiões turísticas, sendo a RH-VI parcialmente inserida na Costa do Sol, que abrange 13 municípios, exceto Macaé, Carapebus e Quissamã, que não fazem parte da RH-VI. Rio Bonito e Silva Jardim, da RH-VI, integram a região Caminhos da Mata, enquanto Cachoeiras de Macacu pertence à Serra Verde Imperial.

A participação em instâncias regionais de governança, como o Conselho Regional de Turismo da Costa do Sol (CONDETUR), fundado em 2008 por iniciativa privada, secretarias de turismo, *convention bureaux* e associações comerciais, evidencia a inserção dos municípios na regionalização. Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Maricá e Saquarema participam do CONDETUR, com parcerias como Sebrae, MTUR, Turisrio, Fecomércio, Consórcio Lagos São João e Programa Mar à Serra. Cachoeiras de Macacu colabora com a Serra Verde Imperial, envolvendo Sesc e Inea. Rio

Bonito e Silva Jardim integram os Caminhos da Mata, com foco em roteiros rurais. São Pedro da Aldeia não apresenta dados de participação, e Iguaba Grande não possui parcerias relevantes.

5.5.3 Infraestrutura do turismo

A infraestrutura do turismo na região abrange serviços como transporte, hospedagem, alimentação e consumo de produtos turísticos, com dados obtidos principalmente do Mapa do Turismo de 2023, devido à escassez de inventários turísticos atualizados nos municípios. Esses dados, autodeclarados pelos órgãos municipais, incluem número de hospedagens, leitos, tipos de hospedagem (hotéis, pousadas, campings, hostels, casas de amigos/parentes), locadoras de imóveis, veículos e embarcações, aeroportos, agências bancárias, de câmbio e sistemas de transporte (majoritariamente rodoviário).

A categorização do Mapa do Turismo Brasileiro (2023) agrupa os 2.694 municípios em cinco categorias (A, B, C, D, E) com base em variáveis como quantidade de hospedagens, empregos no setor, visitantes (domésticos e internacionais) e arrecadação de impostos federais, utilizando análise de cluster para avaliar o desempenho econômico do turismo. Destes dados, destacam-se Armação dos Búzios com 600 hospedagens e 20.000 leitos, e Cachoeiras de Macacu sem hospedagens registradas.

O impacto da atividade turística no emprego e na renda dos municípios da RH-VI é considerável. De acordo com os dados do Mapa do Turismo (2023), autodeclarados pelos órgãos municipais responsáveis pelo turismo, os municípios que mais geram empregos no setor do turismo na RH são: Armação de Búzios (7.079), Arraial do Cabo (4.232) e Cabo Frio (5.178). Armação de Búzios é que mais concentra número total de empresas formais no setor, com 1.032 ao total. É durante o verão e férias escolares de julho os períodos de maior fluxo turístico na RH-VI.

5.5.4 Turismo de base comunitária

O turismo de base comunitária (TBC) é uma abordagem inovadora e inclusiva na indústria do turismo que coloca as comunidades locais no centro da experiência turística. Esta modalidade visa não apenas proporcionar aos visitantes uma experiência autêntica e enriquecedora, mas também beneficiar diretamente as comunidades anfitriãs.

Ao contrário do turismo convencional, o TBC valoriza e capacita as comunidades locais, permitindo que elas se tornem os principais protagonistas na gestão e promoção do turismo em suas áreas. Essa abordagem coloca ênfase na preservação do patrimônio cultural, ambiental e social, enquanto proporciona oportunidades econômicas sustentáveis para os moradores locais.

No turismo de base comunitária, a autenticidade e a interação genuína são prioridades. Os visitantes têm a chance de se envolver diretamente com a vida e cultura locais, participando de atividades e experiências que refletem as tradições e modo de vida das comunidades anfitriãs. Isso pode incluir hospedagem em acomodações geridas localmente, a participação em atividades artesanais, culinárias ou agrícolas, além de interações significativas com os moradores.

Além de proporcionar experiências enriquecedoras para os visitantes, o TBC traz uma série de benefícios tangíveis para as comunidades locais. Isso inclui a geração de empregos, o estímulo ao empreendedorismo local, o fortalecimento da economia comunitária e a preservação das tradições culturais, o envolvimento dos moradores no processo de tomada de decisões e na gestão do turismo e na construção de um senso de pertencimento e orgulho na comunidade.

A sustentabilidade é um pilar fundamental do turismo de base comunitária. As atividades são planejadas e realizadas de forma a minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na cultura local. Além disso, os benefícios econômicos gerados pelo turismo são reinvestidos na comunidade, apoiando projetos e iniciativas que promovem o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

As atividades de turismo de base comunitária na RH VI são pontuais e carecem de informações disponíveis em uma plataforma oficial. As informações existentes podem ser obtidas através das redes sociais das associações locias. Para este relatório foram ouvidos os principais atores ligados ao TBC em reunião ordinária da câmara técnica do comitê de bacias da região hidrográfica Lagos São João realizada em 04 de outubro de 2023 em Cabo Frio.

As experiências de turismo de base comunitária da RH VI envolvem os pescadores artesanais da lagoa de Araruama. A iniciativa teve origem em 2018, através do programa Ponto de Cultura do Ministério da Cultura. As associações de pescadores artesanais da lagoa de Araruama, investiram em cursos de capacitação para que pescadores pudessem atuar no transporte náutico de pessoas, especialmente turistas, e em parceria com a capitania dos portos, foram ofertados cursos de marinheiro, auxiliar de convés e segurança para transporte náutico de passageiros. O

fundo brasileiro para conservação da biodiversidade desenvolve parceria com as comunidades das praias Baleia, Monte Alto, Siqueira e Parque das Garças. Através dessa parceria foram beneficiadas 40 embarcações legalizadas para desenvolvimento das atividades turísticas de base comunitária. Atualmente as atividades turísticas relacionadas ao TBC na RH VI concentram-se principalmente nas seguintes atividades: vivência da prática da pesca artesanal na lagoa de Araruama; observação de pássaros; avistamento de pescado; cultura do pescador; lutas históricas dos pescadores; trilha geológica e oficina de biojoias.

Atualmente os envolvidos no TBC da RH VI estão articulando a criação de uma associação de turismo de base comunitária da pesca artesanal da lagoa de Araruama. O estatuto da associação está em fase de elaboração, acredita-se que através da associação os envolvidos poderão ampliar as ações e iniciativas de turismo de base comunitária no entorno da lagoa de Araruama.

É evidente que os municípios da RH VI possuem atrativos turísticos que despertam interesses nacional e internacional. As praias, lagunas, dunas e cachoeiras são os principais atrativos da região, entretanto a atividade turística não se restringe a disponibilidade de sol e praia. Existe toda uma série de componentes que fazem uma região ou um município tornarem-se um destino turístico com sólida oferta de atrativos e infraestrutura turística.

As opções de hospedagem, facilidade de acesso, desenvolvimento gastronômico e opções de atração turística são alguns dos agregados que farão uma determinada região ou município um destino turístico competitivo. Nesse sentido os municípios da RH VI possuem boas ofertas, além da proximidade com a capital e com aeroportos internacionais. A gestão dos recursos naturais é um fator ora limitante, ora potencializador da atividade turística.

A regionalização do turismo, tal qual proposta pelo ministério do turismo, não considera a bacia hidrográfica ou a região hidrográfica como unidade de planejamento para o desenvolvimento da atividade. A visão governamental de desenvolvimento turístico, a princípio, não está vinculada a gestão da oferta de água em quantidade e qualidade. É interessante observar a inexpressividade do tema gestão das águas dentro do Mapa do Turismo disponibilizado pelo ministério anualmente.

Logo, incluir a bacia hidrográfica ou região hidrográfica dentro da lógica do desenvolvimento turístico poderia auxiliar os municípios na integração das suas atividades turísticas. Principalmente por se tratar de uma região onde a lagoa de Araruama, um corpo hídrico que faz

fronteira com diversos municípios, e ao mesmo tempo é o principal atrativo turístico da maioria deles.

Entretanto, ao analisar as ações e atividades turísticas dos municípios da RV VI, não é possível identificar uma articulação regional sólida estabelecida. Embora todos os municípios declarem participar do conselho da Costa do Sol, não foi possível destacar nenhuma atividade conjunta dos municípios no desenvolvimento do turismo no entorno da lagoa de Araruama e sua bacia hidrográfica.

As administrações municipais de turismo da RH VI vinculam os órgãos municipais ao desenvolvimento econômico, ao esporte, ao lazer e a cultura, mas nenhum deles vinculada a atividade a pasta de meio ambiente. Isso pode ser analisado pelo ponto de vista positivo, pois são duas esferas de muito peso para a gestão municipal, entretanto, as duas pastas não podem ter ações muito distintas, pois é evidente que a atividade turística da RH VI é altamente dependente dos recursos naturais conservados, em especial os recursos hídricos da bacia hidrográfica da lagoa de Araruama.

5.6 Variações Climáticas

As variações climáticas têm sido cada vez mais abordadas nos meios técnico-científico, econômico e governamental. De acordo com a mais recente publicação do Painel, o relatório AR6 (IPCC, 2023), as mudanças climáticas são causadas por atividades humanas e resultam em eventos climáticos extremos, como aumento de temperatura, alterações na precipitação e variação na disponibilidade de recursos hídricos. Para o planejamento da bacia hidrográfica RH-VI, é crucial considerar projeções climáticas de variáveis como precipitação, temperatura e evapotranspiração. Dados do modelo climático global BESM, regionalizados pelo modelo ETA do CPTEC/INPE para a América do Sul, foram utilizados para avaliar os i1mpactos dessas mudanças na RH-VI.

5.6.1 Estimativa das projeções climáticas

As projeções climáticas para a RH-VI, obtidas pelo Portal de Projeções Climáticas no Brasil (INPE/MCTI, 2023), utilizam dados de precipitação e temperatura com resolução de 20 km, considerando um cenário histórico (1961-2005) e dois futuros, ambos para o período de 2011 a 2040: o cenário RCP 4.5 (emissões intermediárias, aquecimento até 3°C) e o cenário RCP 8.5 (emissões altas, aquecimento acima de 4°C). O relatório AR6 (IPCC, 2023) destaca o aumento

de gases de efeito estufa (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) como causa do aquecimento global.

Atualmente, os novos relatórios sobre mudanças climáticas passaram a utilizar uma metodologia de classificação dos cenários do aumento da emissão de GEE e temperatura, mais abrangente. Até o AR5 a metodologia utilizada classificava os cenários em RCP (*representative concentration pathways*, que em português significa patamar de concentração representativo). A partir do AR6 passou-se a utilizar o SSP (*shared socioeconomic pathways*, que em português significa caminhos socioeconômicos compartilhados). Assim, a equivalências aproximada seria: o cenário RCP 4.5 equivalente ao SSP2-4.5; o cenário RCP 8.5 equivalente ao SSP5-8.5.

Os dados analisados incluem temperatura (mínima, média, máxima), precipitação, radiação, umidade, pressão atmosférica e vento, com evapotranspiração de referência calculada pela metodologia Penman-Monteith. A evapotranspiração, combinando evaporação do solo e transpiração vegetal, é essencial para o balanço hídrico, que compara precipitação e evapotranspiração, permitindo avaliar a disponibilidade hídrica futura na região.

5.6.2 Análise crítica da variação climática na RH-VI

Através das análises acima, é possível observar que com base na localização e extensão geográfica das UHPs todas elas apresentam um comportamento semelhante entre elas relativo a todos os três cenários analisados: histórico, RCP 4.5 e 8.5. Pode-se concluir que há possibilidade que toda a RH-VI passe a enfrentar diminuição na precipitação, aumento da evapotranspiração e déficit no balanço hídrico nos próximos anos até 2040. Outra possível influência destas variações é a ocorrência de eventos extremos com maior frequência e intensidade, como por exemplo períodos de chuva de alta intensidade.

Além da variação de precipitação e evapotranspiração, os dados do modelo climático também indicam um provável aumento de temperatura média em toda a região, com valores aproximados de 1°C até 2040 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5, com possíveis aumentos em alguns pontos.

Essa possibilidade acende um alerta para a probabilidade da ocorrência de anos com escassez hídrica, onde a água precipitada pode ser insuficiente para suprir as demandas locais como a irrigação, o abastecimento urbano e a recarga de reservatórios e aquíferos. Essas varrições podem gerar problemas de ordem agrícola, de saúde, de abastecimento urbano, entre outros.

5.7 Qualidade da Água Superficial

Conforme destacado no Diagnóstico Ambiental, procedeu-se à avaliação da qualidade das águas superficiais na RH-VI, fazendo uso de informações coletadas através de programas de monitoramento vigentes na região, bem como estudos anteriores já conduzidos. No entanto, devido à presença de lacunas decorrentes da atual abordagem amostral, do posicionamento dos postos de monitoramento, da seleção dos parâmetros monitorados e da integração com o monitoramento da qualidade da água, não foi viável a formulação de uma classificação definitiva da qualidade da água na RH-VI com base nos dados disponíveis e na metodologia IQA.

O método do IQA, é composto por 9 parâmetros de qualidade da água (Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Resíduo Total, Oxigênio Dissolvido), os quais não são avaliados em todas as campanhas de monitoramento disponíveis. Por isso, o cálculo do IQA foi inviabilizado para a presente análise. Nesse contexto, buscou-se utilizar um método que permitisse a representação mais robusta dos resultados sem que os dados disponíveis afetassem o método utilizado. Optou-se pela utilização de metodologia que fosse flexível quanto ao número de parâmetros utilizados para seu cálculo, a qual foi respaldada pelo Ofício N° 1.432/2016 da FEPAM, que foi originalmente concebida para analisar dados de campanhas de monitoramento de qualidade da água na bacia do Camaquã, no estado do Rio Grande do Sul.

Essa metodologia compreende três etapas fundamentais e visa classificar os agrupamentos da qualidade da água por meio de ferramentas de análise estatística. Inicialmente, na primeira etapa, procede-se à classificação individual dos dados brutos disponíveis dentro das categorias estabelecidas pela CONAMA N° 357/2005. A CONAMA N° 357/2005 diferencia sua classificação de classes de qualidade entre os níveis de salinidade classificados como doce, salobro ou salino, de modo a assegurar as condições de uso condizente de cada um dos níveis de salinidade. Na região de estudo, estão presentes os 3 tipos de salinidade, os quais foram levados em consideração durante as análises realizada.

Subsequentemente, a segunda etapa encarrega-se da classificação de cada um dos parâmetros, com base na série de dados disponíveis. Por fim, a terceira etapa tem como objetivo a formulação de uma classificação definitiva para cada agrupamento. Cada uma dessas etapas

será detalhada a seguir. Aqui o termo agrupamento se refere a junção dos monitoramentos realizados por diferentes operadores para o mesmo ponto de amostragem.

Os parâmetros utilizados para a presente metodologia foram Coliformes Termotolerantes, DBO, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito e OD. Destes parâmetros, estão presentes na modelagem de qualidade da água a DBO, Fósforo Total, Nitrato e OD, tornando possível a realização de uma comparação entre os resultados das metodologias. Ainda, ressalta-se que a análise do parâmetro amônia deve ser contemplada nas próximas campanhas, já que é uma amostragem fácil, barata e simples de ser realizada, tornando o diagnóstico de qualidade da água mais preciso. A disponibilidade de dados por agrupamento está apresentada na Tabela 5.5. Os agrupamentos apresentam entre 5 e 6 parâmetros com dados disponíveis.

Tabela 5.5 - Análise da disponibilidade de dados para os parâmetros analisados por agrupamento.

Agrupamentos	Parâmetros disponíveis	Parâmetros Não Disponíveis
São João 1	4	2
São João 2	4	2
Juturnaíba 45	4	2
Juturnaíba 46	3	3
Indaiaçu 3	3	3
Indaiaçu 4	3	3
Indaiaçu 5	3	3
Indaiaçu 6	3	3
São João 7	3	3
São João 8	3	3
São João 9	2	3
São João 10	4	1
Capivari 11	4	2
Capivari 12	3	3
Bacaxá 13	4	2
Capivari 14	3	3
Una 15	2	3
Una 16	3	2
Roncador 17	4	2
Grande de Jaconé 18	4	2
Jundiaí 19	4	2
Seco 21	4	2
Tingui 22	4	2

Agrupamentos	Parâmetros disponíveis	Parâmetros Não Disponíveis
Areia 20	4	2
Saquarema 23	5	0
Saquarema 24	5	0
Saquarema 25	5	0
Jaconé 26	5	0
Ibicuíba 27	4	2
Limão 28	4	2
Salgado 29	4	2
Piriri 30	4	2
Araruama 31	2	3
Araruama 32	2	3
Araruama 33	2	3
Araruama 34	2	3
Araruama 35	2	3
Araruama 36	2	3
Araruama 37	2	3
Araruama 38	2	3
Araruama 39	2	3
Araruama 40	3	2
Araruama 41	3	2
Araruama 42	3	2
Araruama 43	3	2
Jacarepiá 44	3	2

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados da primeira etapa da metodologia, que consistiu na análise dos dados brutos de cada agrupamento, consistiram em percentagens de frequência correspondentes às classes estabelecidas pela CONAMA N° 357/2005 para cada parâmetro avaliado. Nessa etapa, seguindo a primeira premissa do método, a classe com a maior porcentagem de frequência, igual ou superior a 80% dos dados da série, foi adotada como representante para o respectivo parâmetro.

Em 102 situações específicas, a segunda premissa da metodologia se fez necessária, recorrendo à ferramenta moda para tratar os conjuntos de dados brutos. O valor modal obtido foi então classificado nas categorias estabelecidas pela CONAMA N° 357/2005. Nos casos em que o valor modal não estava disponível para o parâmetro em questão, a equipe responsável por este

estudo optou por utilizar o valor da mediana estatística dos dados brutos. Vale ressaltar que essa escolha se baseia no fato de que a mediana tende a se aproximar dos valores modais em uma mesma série de dados, conforme demonstrado por Tanaka (1984). A Tabela 5.6 apresenta os resultados desta etapa.

Tabela 5.6 - Frequência das classes e classificação dos parâmetros por agrupamento.

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
Coliformes Termotolerantes	São João 1	45,8%	41,7%	4,2%	8,3%	-	Classe I
	São João 2	66,7%	22,2%	0,0%	11,1%	-	Classe I
	Juturnaíba 45	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Juturnaíba 46	91,7%	8,3%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Capivari 11	14,3%	21,4%	21,4%	42,9%	-	Classe III
	Capivari 12	0,0%	62,5%	25,0%	12,5%	-	Classe II
	Bacaxá 13	47,4%	26,3%	10,5%	15,8%	-	Classe I
	Una 16	73,7%	10,5%	10,5%	0,0%	-	Classe I
	Roncador 17	18,2%	31,8%	31,8%	18,2%	-	Classe I
	Grande de Jaconé 18	55,6%	22,2%	11,1%	11,1%	-	Classe I
	Jundiaí 19	23,5%	52,9%	17,6%	5,9%	-	Classe II
	Seco 21	27,8%	33,3%	27,8%	11,1%	-	Classe I
	Tingui 22	5,6%	27,8%	11,1%	55,6%	-	Classe IV
	Areia 20	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Saquarema 23	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 24	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 25	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Jaconé 26	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Ibicuíba 27	0,0%	0,0%	40,0%	60,0%	-	Classe IV
	Limão 28	0,0%	0,0%	10,0%	90,0%	-	Classe IV

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Salgado 29	0,0%	20,0%	10,0%	70,0%	-	Classe IV
	Piriri 30	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Araruama 40	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 41	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 42	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 43	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Jacarepiá 44	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
DBO	São João 1	34,9%	23,3%	20,9%	20,9%	-	Classe II
	São João 2	61,1%	5,6%	0,0%	33,3%	-	Classe I
	Juturnaíba 45	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	-	Classe II
	Juturnaíba 46	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	-	Classe III
	Indaiaçu 3	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	-	Classe III
	Indaiaçu 4	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	-	Classe II
	Indaiaçu 5	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%	-	Classe II
	Indaiaçu 6	0,0%	25,0%	50,0%	25,0%	-	Classe III
	São João 7	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	-	Classe III
	São João 8	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	-	Classe III
	-Capivari 11	29,8%	21,1%	24,6%	24,6%	-	Classe I
	-Capivari 12	10,0%	30,0%	50,0%	10,0%	-	Classe III
	-Bacaxá 13	31,6%	21,1%	21,1%	26,3%	-	Classe I

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Capivari 14	0,0%	30,8%	30,8%	38,5%	-	Classe II
	Roncador 17	43,5%	13,0%	8,7%	34,8%	-	Classe I
	Grande de Jaconé 18	52,6%	26,3%	0,0%	21,1%	-	Classe I
	Jundiaí 19	16,7%	16,7%	22,2%	44,4%	-	Classe III
	Seco 21	36,8%	5,3%	5,3%	52,6%	-	Classe I
	Tingui 22	31,8%	22,7%	4,5%	40,9%	-	Classe I
	Areia 20	0,0%	5,6%	27,8%	66,7%	-	Classe III
	Ibicuíba 27	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Limão 28	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Salgado 29	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Piriri 30	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
Fósforo Total	São João 1	72,7%	0,0%	10,9%	16,4%	-	Classe I
	São João 2	77,8%	0,0%	16,7%	5,6%	-	Classe I
	Juturnaíba 45	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	-	Classe III
	Juturnaíba 46	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Indaiaçu 3	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Indaiaçu 4	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Indaiaçu 5	33,3%	0,0%	0,0%	66,7%	-	Classe IV
	Indaiaçu 6	75,0%	0,0%	25,0%	0,0%	-	Classe I
	São João 7	75,0%	0,0%	0,0%	25,0%	-	Classe I

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	São João 8	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	São João 9	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	São João 10	76,9%	7,7%	15,4%	0,0%	-	Classe I
	Capivari 11	55,1%	0,0%	13,0%	31,9%	-	Classe I
	Capivari 12	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Bacaxá 13	53,6%	0,0%	19,6%	26,8%	-	Classe I
	Capivari 14	38,5%	0,0%	15,4%	46,2%	-	Classe I
	Una 15	23,8%	7,5%	68,8%	0,0%	-	Classe I
	Una 16	63,2%	15,8%	21,1%	0,0%	-	Classe I
	Roncador 17	69,6%	0,0%	17,4%	13,0%	-	Classe I
	Grande de Jaconé 18	73,7%	0,0%	10,5%	15,8%	-	Classe I
	Jundiaí 19	5,6%	0,0%	0,0%	94,4%	-	Classe IV
	Seco 21	21,1%	0,0%	31,6%	47,4%	-	Classe III
	Tingui 22	36,0%	0,0%	16,0%	48,0%	-	Classe I
	Areia 20	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Saquarema 23	44,1%	8,5%	47,5%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 24	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 25	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Jaconé 26	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Ibicuíba 27	10,0%	0,0%	10,0%	80,0%	-	Classe IV

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Limão 28	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Salgado 29	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Piriri 30	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe IV
	Araruama 31	52,8%	19,4%	27,8%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 32	68,6%	20,0%	11,4%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 33	83,3%	16,7%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 34	88,2%	8,8%	2,9%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 35	77,4%	16,1%	6,5%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 36	36,6%	18,3%	45,0%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 37	83,3%	0,0%	16,7%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 38	73,5%	14,7%	11,8%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 39	31,6%	25,0%	43,4%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 40	61,3%	22,6%	16,1%	0,0%	-	Classe I
	Araruama 41	28,9%	12,0%	59,0%	0,0%	-	Classe III
	Araruama 42	26,2%	14,0%	59,9%	0,0%	-	Classe II
	Araruama 43	89,3%	3,6%	7,1%	0,0%	-	Classe I
	Jacarepiá 44	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
Nitrato	São João 10	75,0%	0,0%	25,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 23	66,7%	16,7%	16,7%	66,7%	-	Classe I
	Saquarema 24	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe I

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Saquarema 25	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe I
	Jaconé 26	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%	-	Classe I
Nitrito	São João 10	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 23	58,3%	16,7%	25,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 24	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	-	Classe I
	Saquarema 25	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	-	Classe I
	Jaconé 26	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	Classe I
OD	São João 1	69,1%	20,0%	7,3%	3,6%	0,0%	Classe I
	São João 2	83,3%	11,1%	0,0%	5,6%	0,0%	Classe I
	Juturnaíba 45	33,3%	33,3%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe II
	Indaiaçu 3	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe I
	Indaiaçu 4	33,3%	33,3%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe II
	Indaiaçu 5	33,3%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	Classe III
	Indaiaçu 6	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	São João 7	25,0%	25,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
	São João 8	25,0%	25,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
	São João 9	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
	São João 10	87,1%	9,7%	0,0%	0,0%	3,2%	Classe I
	Capivari 11	62,9%	22,6%	8,1%	6,5%	0,0%	Classe I
	Bacaxá 13	63,3%	18,4%	6,1%	12,2%	0,0%	Classe I

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Capivari 14	45,5%	45,5%	0,0%	9,1%	0,0%	Classe I
	Una 15	74,4%	14,1%	1,3%	0,0%	10,3%	Classe I
	Una 16	31,6%	21,1%	15,8%	0,0%	31,6%	Classe I
	Roncador 17	78,3%	13,0%	4,3%	4,3%	0,0%	Classe I
	Grande de Jaconé 18	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Jundiaí 19	44,4%	22,2%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe II
	Seco 21	68,4%	0,0%	5,3%	26,3%	0,0%	Classe I
	Tingui 22	92,0%	4,0%	0,0%	4,0%	0,0%	Classe I
	Areia 20	0,0%	5,3%	21,1%	73,7%	0,0%	Classe IV
	Saquarema 23	52,3%	36,4%	4,5%	0,0%	6,8%	Classe II
	Saquarema 24	60,0%	20,0%	20,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Saquarema 25	80,0%	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%	Classe I
	Jaconé 26	75,0%	12,5%	12,5%	0,0%	0,0%	Classe I
	Ibicuíba 27	10,0%	0,0%	0,0%	90,0%	0,0%	Classe IV
	Limão 28	40,0%	0,0%	10,0%	50,0%	0,0%	Classe IV
	Salgado 29	20,0%	0,0%	0,0%	80,0%	0,0%	Classe IV
	Piriri 30	37,5%	0,0%	12,5%	50,0%	0,0%	Classe IV
	Araruama 31	73,3%	26,7%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Araruama 32	57,1%	21,4%	21,4%	0,0%	0,0%	Classe I
	Araruama 33	50,0%	16,7%	33,3%	0,0%	0,0%	Classe I

Parâmetro	Agrupamento	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Fora de Classe	Classificação*
	Araruama 34	38,5%	38,5%	15,4%	0,0%	7,7%	Classe II
	Araruama 35	30,0%	30,0%	20,0%	0,0%	20,0%	Classe II
	Araruama 36	56,9%	9,8%	7,2%	0,0%	26,1%	Classe III
	Araruama 37	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Araruama 38	41,7%	50,0%	8,3%	0,0%	0,0%	Classe I
	Araruama 39	85,1%	6,0%	4,4%	0,0%	4,4%	Classe I
	Araruama 40	70,0%	30,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Araruama 41	85,3%	6,4%	3,2%	0,0%	5,1%	Classe I
	Araruama 42	91,2%	2,4%	2,9%	0,0%	3,5%	Classe I
	Araruama 43	57,1%	42,9%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
	Jacarepiá 44	83,3%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I

*Na coluna Classificação, as células em azul referem-se à classe I, em verde, à Classe II, em amarelo, à Classe III, e em vermelho, à Classe IV.

Fonte: Elaboração própria.

A terceira etapa permitiu a obtenção da classificação final da metodologia para os 46 agrupamentos. A obtenção da frequência das classes dos parâmetros para cada agrupamento existente partiu da premissa de que caso 80% ou mais dos parâmetros disponíveis para um determinado agrupamento, pertençam na mesma classe, esta será a classe final daquele agrupamento. Caso contrário, é realizada a soma das frequências das classes inferiores às subsequentes, e a primeira soma que for igual ou superior a 80% representará a classe final daquele agrupamento.

Os resultados encontrados foram resumidos na Tabela 5.7 e nas Figuras Figura 11.1, Figura 5.20 e Figura 5.21. Os pontos salinos apresentaram maior percentual e número absoluto de pontos nas classes I e II. Entretanto, os pontos Doces apresentaram maior percentual e número absoluto de pontos na classe III, e os pontos salobros apresentaram maior percentual na classe IV. Em números absolutos, os pontos Doce e Salinos apresentaram maior número absoluto para a classe IV. Em dados gerais, dos 46 agrupamentos analisados, foram classificados 20 (43,5%) como classe I, 7 (15,2%) como classe II, 11 (23,9%) como classe III e 8 (17,4%) como classe IV.

Tabela 5.7 - Resumo dos resultados da classificação final dos agrupamentos por salinidade.

Salinidade	Doce	Salina	Salobra
Classe I	4 (25,0%)	11 (55,0%)	5 (50,0%)
Classe II	2 (12,5%)	4 (20,0%)	1 (10,0%)
Classe III	7 (43,8%)	2 (10,0%)	2 (20,0%)
Classe IV	3 (18,3%)	3 (15,0%)	2 (20,0%)

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados por UHP estão apresentados na Tabela 5.8. A UHP que apresentou o maior percentual de agrupamentos, concomitantemente dentro da classe I e da classe IV, foi a VI-d. As UHPs que apresentaram maior percentual de agrupamentos pertencentes as classes II e III foram a VI-a, VI-b e VI-c. As UHPs que apresentaram maior percentual de agrupamentos pertencentes a classe III A foram a IV-a, IV-b e IV-c. A UHP que apresenta maior percentual de agrupamentos na classe IV foi a VI-e.

Tabela 5.8 - Resumo dos resultados de classificação final dos pontos por UHP.

UHP	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f
Classe I	1 (25,0%)	1 (12,5%)	1 (25,0%)	2 (100,0%)	6 (60,0%)	9 (50,0%)
Classe II	1 (25,0%)	2 (25,0%)	1 (25,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (16,7%)
Classe III	2 (50,0%)	4 (50,0%)	2 (50,0%)	0 (0,0%)	1 (10,0%)	2 (11,1%)
Classe IV	0 (0,0%)	1 (12,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (30,0%)	4 (22,2%)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5.9 - Classe final dos agrupamentos.

Agrupamentos	Salinidade	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe final dos agrupamentos
São João 1	Doce	75,0%	25,0%	0,0%	0,0%	Classe II
São João 2	Doce	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Juturnaíba 45	Doce	25,0%	50,0%	25,0%	0,0%	Classe III
Juturnaíba 46	Doce	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe III
Indaiaçu 3	Doce	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe III
Indaiaçu 4	Doce	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%	Classe II
Indaiaçu 5	Doce	0,0%	33,3%	33,3%	33,3%	Classe IV
Indaiaçu 6	Doce	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe III
São João 7	Doce	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	Classe III
São João 8	Doce	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	Classe III
São João 9	Salobra	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
São João 10	Salobra	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Capivari 11	Doce	75,0%	0,0%	25,0%	0,0%	Classe III
Capivari 12	Doce	33,3%	33,3%	33,3%	0,0%	Classe III
Bacaxá 13	Doce	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Capivari 14	Doce	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	Classe II
Una 15	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Una 16	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Roncador 17	Doce	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Grande de Jaconé 18	Doce	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Jundiaí 19	Doce	0,0%	50,0%	25,0%	25,0%	Classe IV
Seco 21	Doce	75,0%	0,0%	25,0%	0,0%	Classe III
Tingui 22	Doce	75,0%	0,0%	0,0%	25,0%	Classe IV
Areia 20	Doce	0,0%	0,0%	25,0%	75,0%	Classe IV
Saquarema 23	Salina	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Saquarema 24	Salobra	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Saquarema 25	Salobra	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I

Agrupamentos	Salinidade	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe final dos agrupamentos
Jaconé 26	Salobra	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Ibicuíba 27	Doce	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Classe IV
Limão 28	Doce	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Classe IV
Salgado 29	Doce	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Classe IV
Piriri 30	Doce	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Classe IV
Araruama 31	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 32	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 33	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 34	Salina	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
Araruama 35	Salina	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	Classe II
Araruama 36	Salina	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%	Classe III
Araruama 37	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 38	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 39	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 40	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Araruama 41	Salina	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	Classe III
Araruama 42	Salina	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	Classe II
Araruama 43	Salina	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I
Jacarepiá 44	Salobra	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	Classe I

Fonte: Elaboração própria.

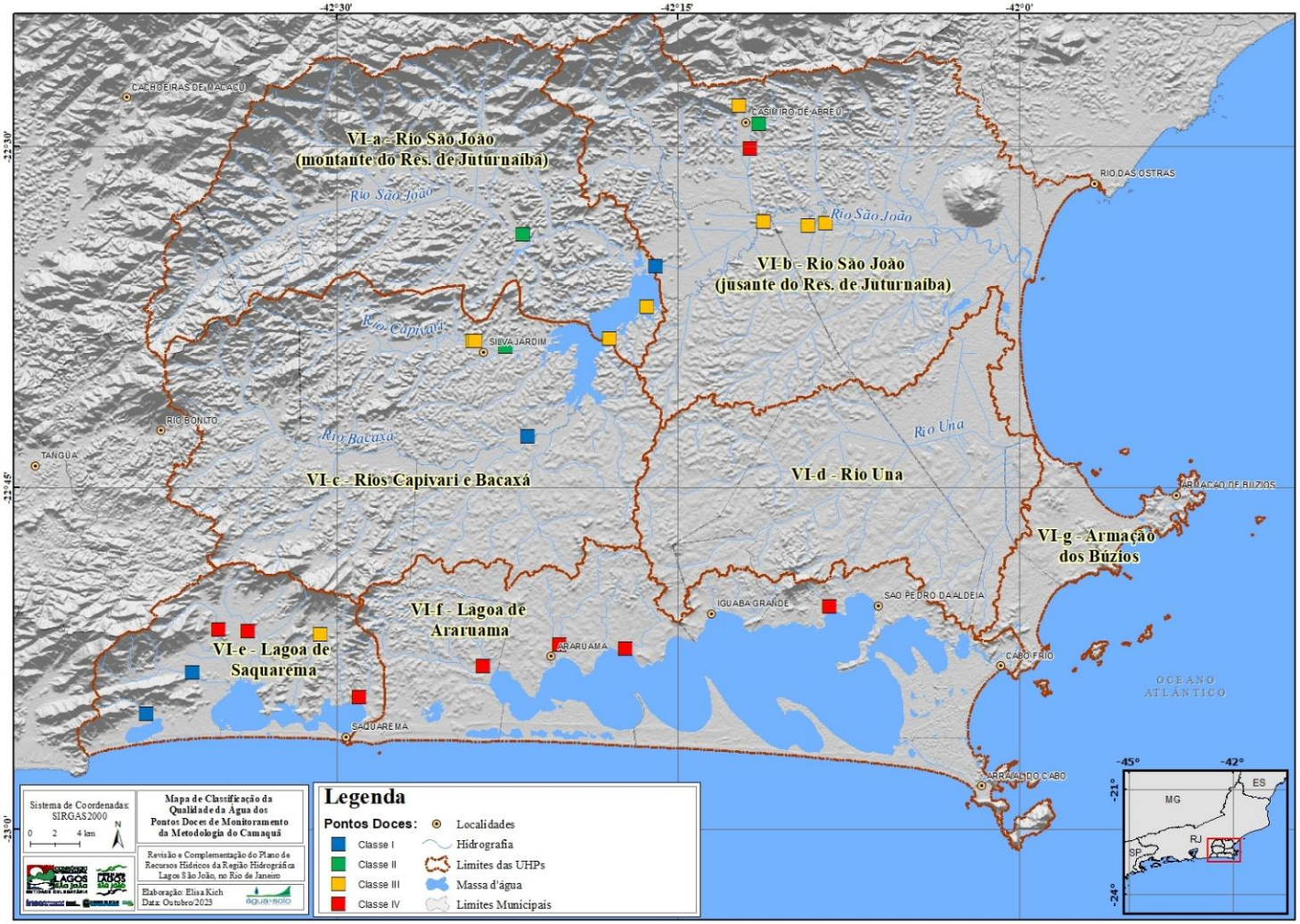


Figura 5.19 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Doces de Monitoramento da Metodologia do Oficio FEPAM N° 1432/2016.
Fonte: Elaboração própria.

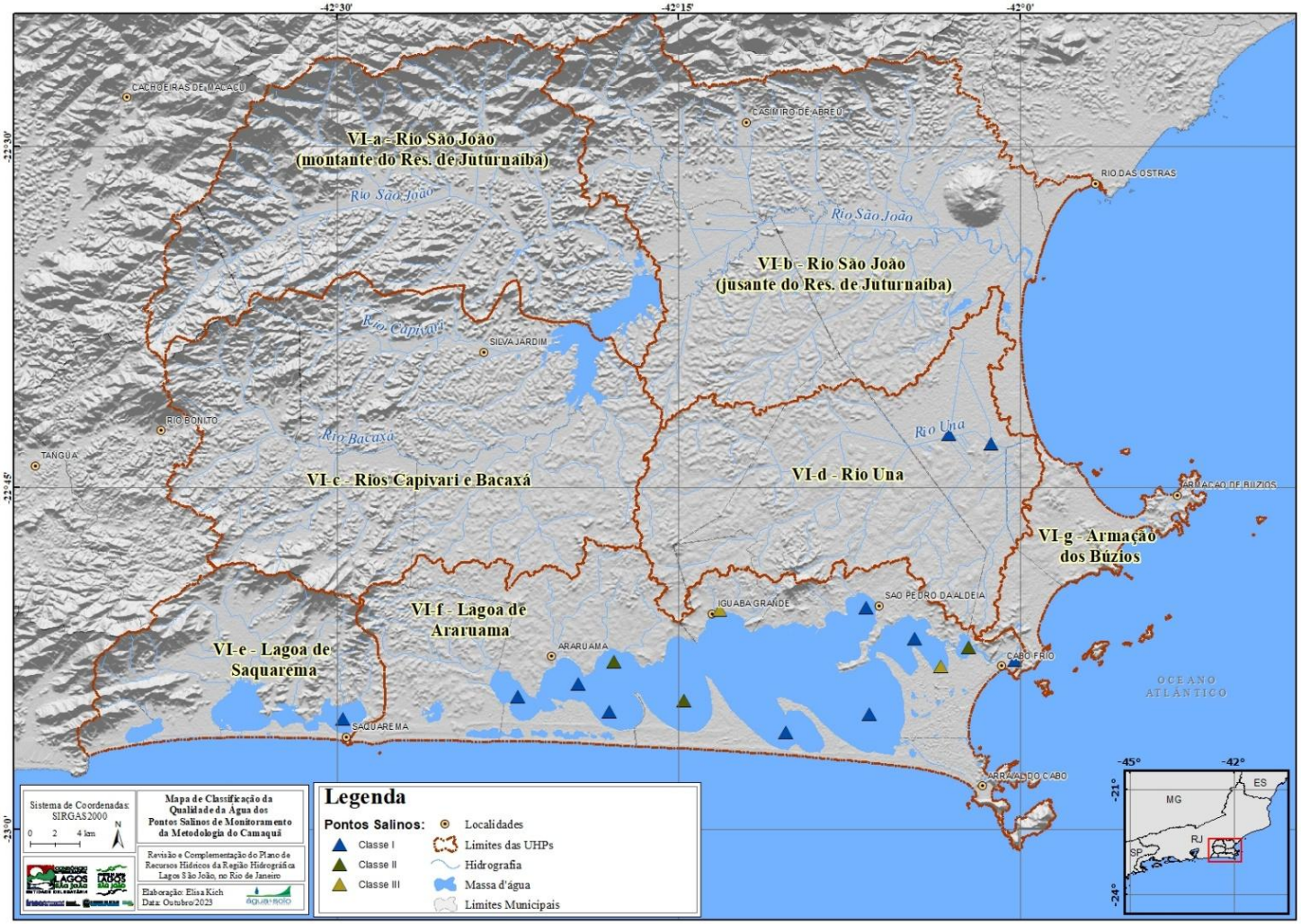


Figura 5.20 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Salinos de Monitoramento da Metodologia do Ofício FEPAM N° 1432/2016.
Fonte: Elaboração própria.

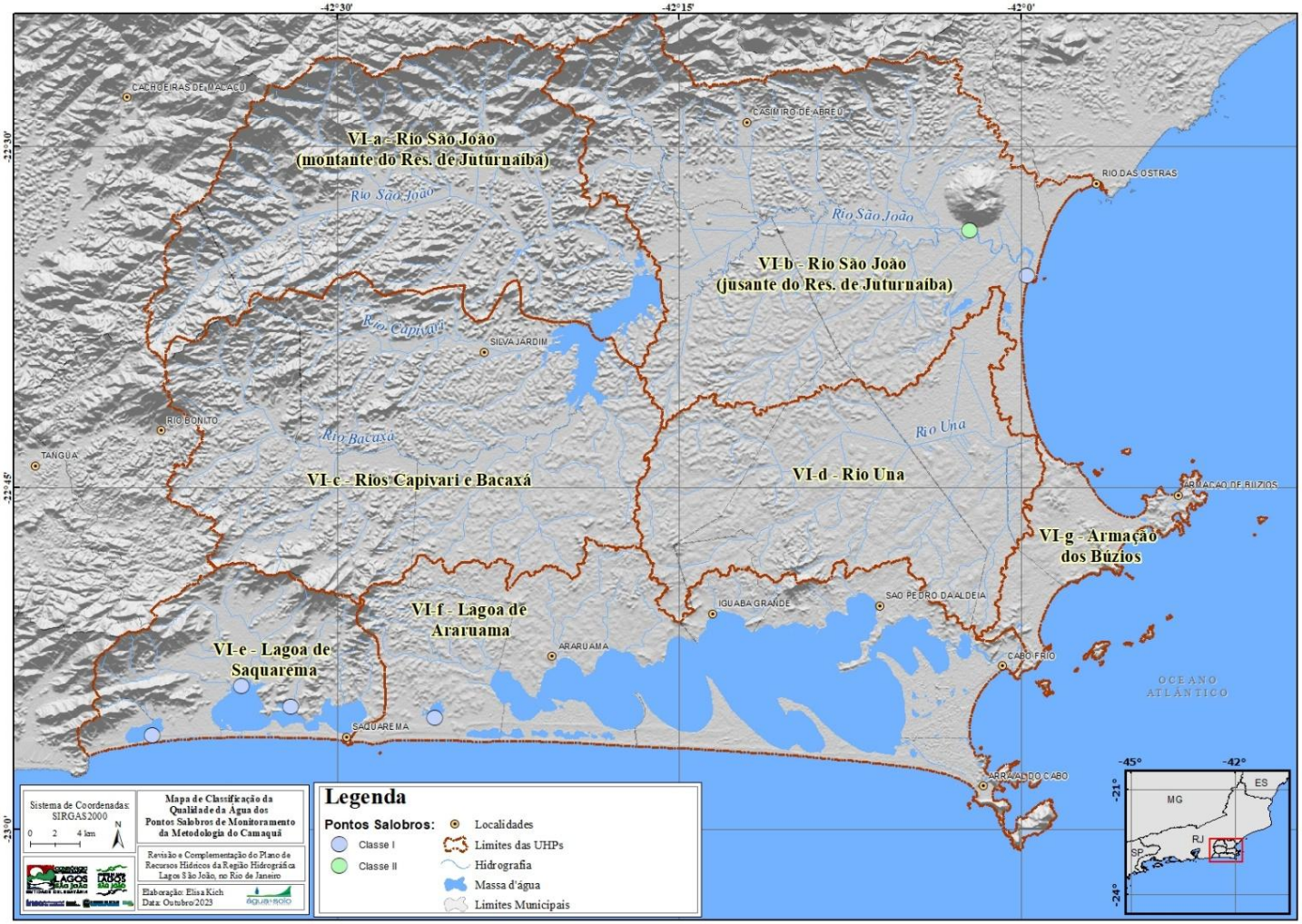


Figura 5.21 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos Salobros de Monitoramento da Metodologia do Oficio FEPAM N° 1432/2016.
Fonte: Elaboração própria.

5.7.1 Avaliação das alterações na qualidade da água das lagoas

A Lagoa de Araruama, uma das maiores lagunas hipersalinas permanentes do mundo, apresenta características ambientais influenciadas pelo clima semiárido, com pequeno aporte fluvial e troca de água restrita com o mar via Canal de Itajuru. Esses fatores resultam em salinidade elevada e tendência a retenção de partículas. Registros históricos mostram variações de salinidade relacionadas ao balanço hídrico, com oscilações entre setores da laguna: a porção oeste, abastecida por rios, apresenta salinidade menor, enquanto a leste sofre influência das trocas com o mar. Entre 2002 e 2009 houve redução da salinidade, seguida de elevação a partir de 2018. Os agrupamentos utilizados para aplicação da metodologia da FEPAM na Lagoa de Araruama são apresentados na Figura 5.22.

Além da salinidade, o fósforo total é um dos parâmetros mais críticos, pois desempenha um papel crucial nos processos metabólicos biológicos, sendo um elemento fundamental para a produção primária, ou seja, enquanto sua escassez pode limitar a síntese de compostos orgânicos, seu excesso pode provocar eutrofização. Pesquisas indicam concentrações historicamente elevadas, sobretudo nas margens norte, com redução significativa após a implementação de obras de saneamento, como cinturão coletor e interceptores de esgoto. Mesmo com a melhora, picos sazonais persistem, associados a aumento populacional no verão e descargas pontuais, exigindo manutenção do monitoramento para identificação de áreas críticas e fontes poluidoras.

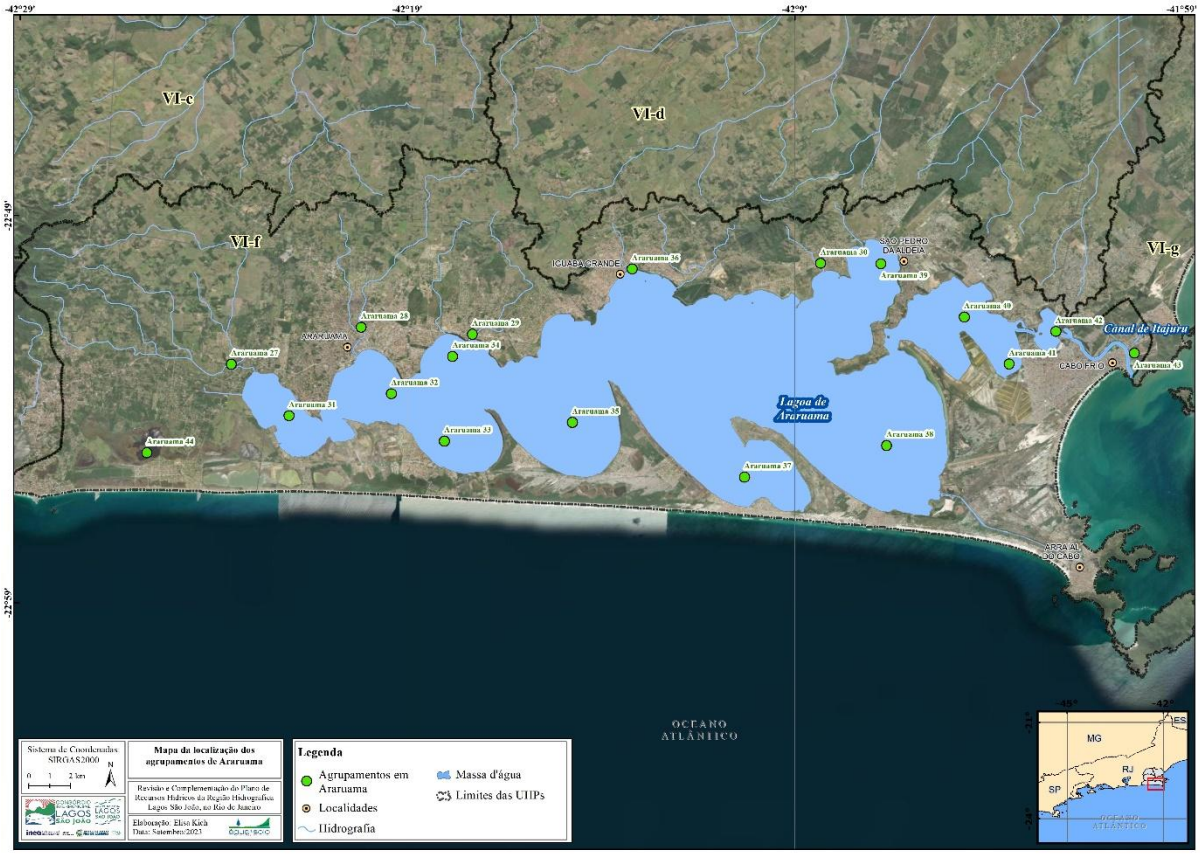


Figura 5.22 – Localização dos agrupamentos na lagoa de Araruama.
Fonte: Elaboração Própria.

Já a Lagoa de Saquarema, maior corpo hídrico do município, é composta pelas sublagoas Mombaça, Jardim, Boqueirão e lagoa de Fora, recebendo aporte de diversos rios, como Bacaxá, dos Padres, Seco, Roncador, Tinguí e Jundiá. Historicamente, a lagoa sofreu forte degradação ambiental devido ao fechamento recorrente do canal da Barra, ao despejo clandestino de esgoto e a práticas como desmatamento, aterramento e descarte irregular de resíduos, resultando em hipereutrofização, mortandade de peixes e inundações. Para mitigar tais problemas, foram realizadas obras de dragagem e a construção de guia-correntes, que permitiram a abertura permanente do canal, aumentando a troca entre águas doces e salinas e favorecendo processos de renovação biológica e transporte de sedimentos.

Essa intervenção alterou significativamente a dinâmica do sistema, transformando suas águas em salinas (lagoa de Fora e Bacaxá) e salobras (Jardim e Mombaça), conforme a Resolução CONAMA nº 357/05. Desde então, a lagoa passou a registrar variações expressivas de salinidade, influenciadas pela maré e pela proximidade do mar, com distinções entre os agrupamentos de monitoramento: Saquarema 23 (mais oceânico, salino) e Saquarema 24 e 25 (mais influenciados por rios, salobros). Observa-se ainda que, apesar da limitação de dados,

após 2020 houve registros de salinidade mínima, chegando ao valor mais baixo em fevereiro de 2021.

As variações também podem ser associadas ao lançamento de efluentes domésticos, que reduzem a salinidade nos pontos de despejo. Contudo, desde 2018, as análises não identificaram concentrações de coliformes termotolerantes acima do limite da classe 1, tanto para águas salinas quanto salobras, com exceção pontual no agrupamento Saquarema 25, em 2022, provavelmente ligada a despejos irregulares em afluentes da lagoa Mombaça. Já os parâmetros fósforo total e nitrato historicamente superaram os limites de classe 1, mas os dados mais recentes de Saquarema 23 indicam redução progressiva dessas concentrações.

Portanto, a lagoa de Saquarema apresenta características distintas entre suas sublagoas, exigindo monitoramento diferenciado. Se antes a abertura do canal era o fator determinante para sua qualidade, hoje outros elementos, como o aporte de rios e pressões antrópicas, exercem influência crescente. Assim, a continuidade do monitoramento é essencial para consolidar séries históricas robustas, subsidiar estudos futuros e orientar ações de preservação ambiental. Os agrupamentos de monitoramento da lagoa Saquarema são apresentados na Figura 5.23.

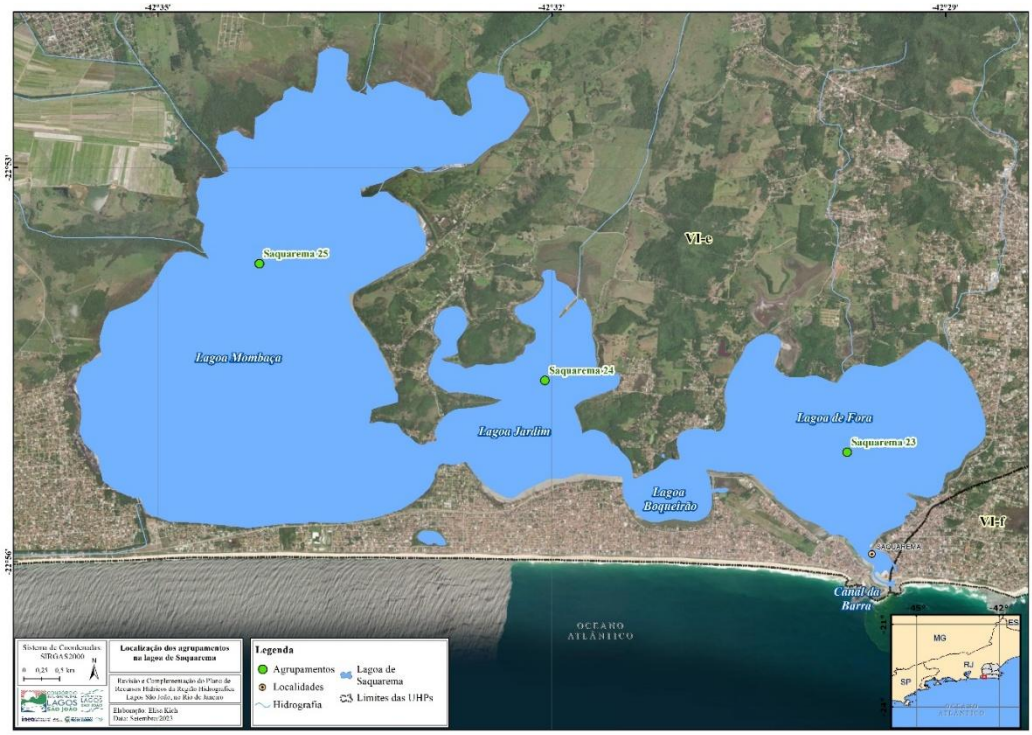


Figura 5.23 – Localização dos agrupamentos na lagoa de Saquarema.
Fonte: Elaboração Própria.

5.7.2 Balneabilidade

5.7.2.1 Critérios de balneabilidade

No Estado do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) é responsável pela avaliação da qualidade da água nas praias. Esse processo abrange a coleta de amostras de água em 82 pontos ao longo da costa da RH-VI (Tabela 5.10), seguida de análises laboratoriais. O critério determinante para estabelecer se as praias são apropriadas ou inadequadas para uso, ou seja, sua balneabilidade, está relacionado ao grau de contaminação por bactérias de origem fecal, incluindo coliformes termotolerantes e enterococos, sendo considerada segura para o banho aquela que apresentar uma contagem máxima de 1.000 coliformes ou 100 enterococos por 100 mililitros de água em, no mínimo, quatro das cinco amostras coletadas no mesmo local e durante cada uma das cinco semanas precedentes.

No entanto, este padrão pode obscurecer a possibilidade de contaminação, uma vez que as medições não são realizadas diariamente, resultando em dados baseados apenas nos dias em que as coletas são feitas. Além disso, para classificar a água como adequada para o banho, o CONAMA adota um critério que permite que até 20% das amostras apresentem níveis de coliformes acima do limite permitido. Isso significa que, em certos dias, a água pode representar um risco de contaminação, mesmo que a praia seja considerada própria para banho.

O Art. 2º da Resolução CONAMA nº 274/2000 estabelece os critérios de balneabilidade ou qualidade das águas recreacionais, classificando as águas por categorias, de excelente a imprópria.

Tabela 5.10 - Critérios para classifcação de balneabilidade.

Classe	Categoria	Critério
Própria	Excelente	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 Escherichia coli ou 25 enterococos por l00 mililitros;
	Muito Boa	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 Escherichia coli ou 50 enterococos por 100 mililitros;
	Satisfatória	Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 Escherichia coli ou 100 enterococos por 100 mililitros.
Imprópria	Imprópria	Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 Escherichia coli ou 400 enterococos por 100 mililitros; incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Fonte: Resolução CONAMA 274/2000.

- **Qualificação Anual**

O INEA desenvolveu um índice de Qualidade da Água para Praias com base nos resultados obtidos nos monitoramentos realizados de forma semanal e mensal. Esse índice representa uma síntese da qualidade da água das praias ao longo do ano. Nas áreas onde o monitoramento ocorre semanalmente, o cálculo do Índice de Qualidade da Água para Praias leva em conta as classificações obtidas em todas as 52 semanas do ano. Essa classificação resulta na categorização das praias em cinco grupos distintos de acordo com sua qualidade. A Tabela 5.11 abaixo apresenta a construção do índice.

Tabela 5.11 - Critérios para qualificação anual de balneabilidade das praias.

Critério	Qualificação
Máximo de 250 NMP/100 ml Coliformes Fecais ou 25 NMP/100 ml Enterococos em 80% ou mais do tempo;	Ótima
Máximo de 1000 NMP/100 ml Coliformes Fecais ou 100 NMP/100 ml Enterococos em 80% ou mais do tempo, exceto as ótimas;	Boa
Máximo de 1000 NMP/100 ml Coliformes Fecais ou 100 NMP/100 ml Enterococos em 70% ou mais do tempo e menos de 80% do tempo;	Regular
Máximo de 1000 NMP/100 ml Coliformes Fecais ou 100 NMP/100 ml Enterococos em 50% ou mais do tempo e menos de 70% do tempo;	Má
Praias que não se enquadram nas categorias anteriores.	Péssima

Fonte: INEA.

5.7.2.2 Resultados e discussão

Com o propósito de analisar a progressão desses padrões, este capítulo foi dividido em quatro seções distintas, uma para cada UHP. Essa abordagem segmentada proporciona uma perspectiva regionalizada e mais precisa, possibilitando uma análise que leva em consideração as particularidades locais dos pontos de amostragem na área de estudo, indicados pelos seus códigos). Cada UHP foi submetida a uma avaliação quanto aos seus padrões de balneabilidade durante o período de 2015 a 2022, a fim de proporcionar uma representação mais precisa da situação atual nos pontos de amostragem.

- UHP VI-b (Cabo Frio e Casimiro de Abreu)

Em Cabo Frio, os pontos da Praia de Unamar (CF021, CF022, CF023) apresentaram predominância de classificações Excelente e Muito Boa. Já a Praia do Pontal (CF024) exibiu situação crítica, com 64,5% das amostras impróprias, provavelmente influenciada por atividades de pesca. Em Casimiro de Abreu, o Praião (SO001, SO002, SO004) manteve qualidade quase sempre excelente, enquanto a Prainha (SO003) apresentou variabilidade, com resultados de Satisfatória a Imprópria. A série temporal confirma estabilidade em Unamar e no Praião, mas grande oscilação no Pontal, que voltou a Péssima em 2021.

- UHP VI-e (Saquarema)

As praias oceânicas de Saquarema (SQ002), Boqueirão (SQ012) e Gravatá (SQ013) mantiveram balneabilidade quase sempre Excelente. Já áreas lagunares apresentaram desempenho irregular: a Lagoa de Itaúna (SQ001) oscilou de Boa a Má, enquanto a Lagoa de Saquarema (SQ003, SQ010) alternou entre Regular e Boa. O pior resultado foi na Lagoa do Boqueirão (SQ011), com 65,6% das amostras impróprias. Apesar da baixa incidência de coliformes termotolerantes na Lagoa de Saquarema, a variação anual nas praias lagunares reforça a necessidade de monitoramento constante.

- UHP VI-f (Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Saquarema)

Em Araruama, diversas praias apresentaram taxas elevadas de amostras impróprias (até 50%), destacando Iguabinha (AM010) e Areal (AM033, AM034). Outras, como Nobres (AM002) e Coqueiral (AM008), tiveram melhor desempenho. Arraial do Cabo apresentou cenário favorável, com Pontal (AC002) e Praia Grande (AC003) quase sempre Ótimas. Em Cabo Frio, a Praia do Forte (CF002–CF004) e o Foguete (CF009) mantiveram alta qualidade, enquanto o Siqueira (CF001) registrou 63,4% de impróprias. Iguaba Grande apresentou até 40% de amostras impróprias em IG001, mas também pontos regulares a bons. São Pedro da Aldeia mostrou contraste: praias como Sol (SP005) e Sudoeste (SP006) tiveram resultados sólidos,

enquanto a Aldeia (SP022) concentrou quase 41% de amostras impróprias. Em Saquarema, Itaúna (SQ004, SQ014) manteve classificações consistentemente Ótimas.

- UHP VI-g (Armação dos Búzios)

Praia Rasa apresentou 89,9% das amostras em Excelente, com poucos registros impróprios. Em Tucuns, 92,9% das amostras foram Excelentes, embora 5,5% tenham sido Impróprias, exigindo monitoramento. A análise geral mostra que as praias oceânicas tendem a manter padrões elevados, enquanto ambientes lagunares e áreas urbanizadas sofrem maior pressão antrópica e instabilidade na qualidade da água

5.7.3 Projetos/programas/legislações correlatas

A Tabela 5.12 apresenta leis e decretos estabelecidos, além de programas e projetos desenvolvidos, referentes à qualidade da água superficial na área da Região Hidrográfica. Apresentando um resumo sobre o que se trata ou o seu objetivo, a sua abrangência, e as entidades promotoras da ação.

Tabela 5.12 - Ações referentes à qualidade da água superficial na RH – VI.

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Programa Pacto pelas Águas	2015 - atual	Proteger e recuperar mananciais estratégicos de abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, de modo a garantir bem-estar humano, a segurança hídrica e a saúde dos ecossistemas associados à água a médio e longo prazo.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro SEA/INEA
Programa Pacto pelas Águas da Bacia do Rio São João	2022 - atual	Recompor nascentes e áreas de preservação permanente via plantio de mudas de espécies da Mata Atlântica, para recuperar os mananciais.	Bacia do Rio São João	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro INEA
Programa Produtor de Água	2014 - atual	Melhorar a qualidade dos recursos hídricos via incentivo financeiro a produtores que adotam técnicas de manejo de solo e mitigam a erosão.	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná; São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Ceará	ANA
Revivendo Águas Claras	2014 - atual	Projeto de reflorestamento para compensação ambiental.	Bacias Lagos São João	Comitê de Bacias Lagos São João concessionária Águas de Juturnaíba INEA
Replantando Vida	(-) - atual	Projeto que engaja detentos em regime aberto ou semiaberto na restauração ecológica das bacias dos rios Guandu e Macacu.	bacias dos rios Guandu e Macacu	Companhia Estadual de Água e Esgoto (Cedae)
Iniciativa Verde	2005 - atual	Entidade dedicada à compensação de emissões de carbono via recomposição florestal, sobretudo em áreas de matas ciliares em várias partes do país.	São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro	ONG Iniciativa Verde
Conexão Mata Atlântica	2016 - atual	Recuperação e preservação dos serviços ecossistêmicos associados à biodiversidade e o aumento do estoque de carbono em áreas prioritárias do Corredor Sudeste da Mata Atlântica.	Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo	Governo federal estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais
SOS Vida Silvestre	(-) - atual	Organização dedicada à proteção da fauna e à educação ambiental.	Estado do Rio de Janeiro	ONG SOS Vida Silvestre

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Observando os Rios	1993 - atual	Projeto que reúne comunidades e as mobiliza em torno da qualidade da água de rios, córregos e outros corpos d'água das localidades onde elas vivem.	Mata Atlântica	SOS Mata Atlântica
Projeto Costão Rochoso de Arraial do Cabo	2016 - atual	Estudar o sistema de recifes da Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo e suas inter-relações com a atividade humana para apoiar metas prioritárias do plano de manejo e sensibilizar a sociedade a fim de garantir o uso sustentável dos recursos marinhos e cumprir metas do Plano de Ação Nacional (PAN) dos corais.	Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo	empresa Chevron Brasil MPF/RJ Agência Nacional de Petróleo (ANP) Ibama FUNBIO
Projeto Sistemas lagunares	(-) - atual	Entender e descrever os principais mecanismos que controlam a dinâmica dos sistemas lagunares do Leste Fluminense.	Leste Fluminense	Fundação Educacional Ciência e Desenvolvimento FUNBIO
APAAPP – Pescando Tradições	(-) - atual	Promover a integração e desenvolvimento do Turismo de Base Comunitária (TBC) da pesca artesanal da Lagoa de Araruama.	Lagoa de Araruama	FUNBIO
IPEDS – Mestres Barqueiros	(-) - atual	Preservar e fortalecer a Construção Naval Artesanal (CNA) de embarcações pesqueiras na Região dos Lagos, auxiliando no incremento de sua sustentabilidade social, econômica e ambiental.	Região dos Lagos	FUNBIO
Análise Química de Otólitos e Estoques Pesqueiros	2016 - atual	Identificar padrões de movimentação e migração das espécies estudadas, bem como a conectividade de suas populações na costa do estado do Rio de Janeiro.	costa do estado do Rio de Janeiro	Fundação De Apoio À Pesquisa Científica E Tecnológica Da Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro – Fapur FUNBIO
Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)	2011 - atual	Instrumento econômico que, seguindo o princípio "protetor-recebedor", recompensa e incentiva aqueles que provêm serviços ambientais, melhorando a rentabilidade das atividades de proteção e uso sustentável de recursos naturais.	Estado do Rio de Janeiro	INEA

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Programa Estadual de Segurança Hídrica (Prosegh)	2021 - atual	Instrumento de organização de ações, projetos e programas cujo desenvolvimento promove o aumento da Segurança Hídrica no Estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	INEA SEAS governo do Estado do Rio de Janeiro
Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos (Procon Água)	2021 - atual	Parte integrante do Sistema Estadual de Licenciamento Ambiental e demais Procedimentos de Controle Ambiental (Selca), que exige que as empresas poluidoras ou potencialmente poluidoras reportem ao Inea as características qualitativas e quantitativas de seus efluentes líquidos por meio do Relatório de Acompanhamento de Efluentes Líquidos (RAE).	Estado do Rio de Janeiro	INEA
Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (Qualiágua)	2014 - atual	Estabelece metas mínimas a serem cumpridas com a divisão das unidades da federação em três grupos, sendo o mais estruturado com metas mais exigentes.	Brasil	ANA INEA
Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Procomitês)	2016 - atual	Programa de incentivo financeiro PARA contribuir para o aperfeiçoamento da capacidade operacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).	Brasil	ANA INEA
Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão)	2013 - atual	Programa de incentivo financeiro aos sistemas estaduais com aplicação de recursos exclusivamente em ações de fortalecimento institucional e de gerenciamento de recursos hídricos.	Brasil	ANA INEA
Programa Limpa Rio	(-) - atual	Promove serviços de manutenção e limpeza de leitos e margens de rios e canais.	Rio de Janeiro	INEA SEAS
Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO)	1999 - atual	Instrumento de organização da ação governamental, visando à concretização dos objetivos pretendidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos, mensurados por metas estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e no Plano Plurianual.	Rio de Janeiro	INEA governo do Estado do Rio de Janeiro

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Programa de Monitoramento Sistemático - Balneabilidade das praias	(-) - atual	Acompanhamento das variáveis de qualidade de água das praias, permitindo a análise da evolução das condições de qualidade ao longo do tempo.	Rio de Janeiro	INEA
Programa Agente das Águas	2012 - atual	Monitoramento participativo e a avaliação integrada da qualidade da água de rios da bacia hidrográfica das lagoas de Araruama e Saquarema e dos rios São João e Una.	Bacia do Rio São João, Bacia do Rio Capivari e Bacia do Rio Bacaxá	IOC/Fiocruz Fiotec CILSJ
Projeto Aqua	2016	Projeto de Pesquisa da Qualidade da Água do Manancial Rio São João na RH-VI do Estado do Rio de Janeiro.	Manancial Rio São João	CILSJ ICMBio CBHLSJ INEA BioÁguas
Acordo de Cooperação Técnica	2019 - (-)	Acordo de Cooperação Técnica que entre si celebraram os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia visando estabelecer a gestão integrada da Lagoa de Araruama.	Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de Araruama, Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, Prefeitura Municipal de Cabo Frio, Prefeitura Municipal de Iguaba Grande e Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia CILSJ
Monitoramento da Água Superficial nas Lagunas de Saquarema e Jaconé – RH VI do Estado do Rio de Janeiro	2020 - 2021	Atividades de coleta e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em (06) seis pontos específicos na laguna de Saquarema e (01) um ponto na Laguna de Jaconé.	Laguna de Saquarema e Laguna de Jaconé	CILSJ CBHLSJ
Fundo de Boas Práticas Socioambientais em Microbacias (FUNBOAS)	2011 - (-)	Contribuir para as ações de conservação e recuperação ambiental da área de abrangência do comitê, protegendo os recursos hídricos e incentivando a manutenção da produção dos serviços ambientais prestados pelas microbacias da região.	Bacia Hidrográfica Lagos São João	CILSJ CBHLSJ
Revivendo Águas Claras	(-)	Projeto de Educação Ambiental para a Restauração da Vegetação na Bacia Hidrográfica do Rio São João e da Lagoa de Juturnaíba.	Bacia Hidrográfica do Rio São João e Lagoa de Juturnaíba	Concessionárias Águas de Juturnaíba e Prolagos

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
				CBHLSJ CILSJ
Programa de Monitoramento da RH-VI	2022 - atual	Monitoramento sistemático com realização de campanhas de amostragem e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em corpos hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João.	Bacia Hidrográfica Lagos São João	CILSJ CBHLSJ Oceanus
Estudo de Áreas Suscetíveis a Inundação em Silva Jardim	2022 - atual	Elaboração de modelos hidrodinâmicos para caracterização do Rio Capivari e seus afluentes, visando o mapeamento das áreas inundáveis e medidas de mitigação e melhorias das condições ambientais.	Silva Jardim	CILSJ CBHLSJ
Programa de Educação Ambiental em Sobara, Araruama	2021 - (-)	Promover a educação ambiental sobre o saneamento e a melhoria das condições sanitárias e ambientais na região da Comunidade Quilombola de Sobara, Araruama/RJ.	Araruama	CILSJ CBHLSJ
Reflorestamento na Bacia do Rio São João	(-)	Reflorestamento dos mananciais do Rio São João.	Silva Jardim e Cachoeira de Macacu.	CILSJ CBHLSJ
Programa Lagoa Viva	2021 - atual	Revitalizar as lagoas com o uso de microorganismos vivos.	Maricá	Prefeitura Municipal de Maricá Companhia de Desenvolvimento de Maricá (Codemar) Universidade Federal Fluminense (UFF)
Resolução CONAMA n° 430 de 13/05/2011	2011 - atual	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.	Brasil	Presidência da República
Lei n° 9433 de 8 de janeiro de 1997	1997 - atual	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,	Brasil	Presidência da República

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
		de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.		
Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005	2005 - atual	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.	Brasil	CONAMA
Portaria de consolidação n° 5 de 28 de setembro de 2017	2017 - atual	Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.	Brasil	Ministério da Saúde
Lei n° 9984 de 17 de julho de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020).	Brasil	Presidência da República
Decreto n° 10000 de 3 de setembro de 2019	2019 - atual	Dispõe sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.	Brasil	Presidência da República
Lei n° 3239 de 02 de agosto de 1999	1999 - atual	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	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 47403 de 15/12/2020	2020 - atual	Dispõe sobre a Política de Reúso de Água para Fins não Potáveis no âmbito do estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 40156 de 17 de outubro de 2006	2006 - atual	Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a regularização dos usos de água superficial e subterrânea, bem como, para ação integrada de fiscalização com os prestadores de serviço de saneamento básico, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei ordinária nº 4247 de 16 de dezembro de 2003	2003 - atual	Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 650 de 11 de janeiro de 1983	2004 - atual	Dispõe sobre a Política Estadual de Defesa e Proteção das Bacias Fluviais e Lacustres do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 57 de 29 de maio de 1975	1975 - atual	Estabelece a competência e aprova a estrutura básica da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 4930 de 20 de dezembro de 2006	2006 - atual	Regulamenta o art. 282 (ex art 279) da Constituição Estadual ao dispor sobre monitoramento e as ações relacionadas ao controle da potabilidade da água própria para consumo humano distribuída à população do estado do Rio de Janeiro.	Estado do Rio de Janeiro	Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro
Decreto nº 48188 de 24 de agosto de 2022	2022 - atual	Cria o Comitê de Monitoramento da Área da Concessão - Bloco 3 dos Serviços Municipais de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 3239 de 02 de agosto de 1999	1999 - atual	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.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 9370 de 20 de julho de 2021	2021 - atual	Dispõe sobre os procedimentos para divulgação e avaliação do cumprimento das metas dos serviços públicos de saneamento básico previstas em contratos de concessão ou contratos de programas regulares vigentes por parte das entidades reguladoras e fiscalizadoras e prestadores desses serviços, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei nº 6747 de 09 de abril de 2014	2022 - atual	Autoriza a outorga de subsídio pelo estado na concessão pública dos serviços e obras de	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
		implantação, ampliação, manutenção e operação dos sistemas de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgotos de Armação dos Búzios, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro a Aldeia, e distribuição de água potável para o município de Arraial do Cabo, visando a implementação de projeto de pós-tratamento por wetland dos efluentes das estações de tratamento de esgotos de Jardim Esperança, no município de Cabo Frio, e São José, no município de Armação dos Búzios.		
Decreto nº 40156 de 17 de outubro de 2006	2006 - atual	Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a regularização dos usos de água superficial e subterrânea, bem como, para ação integrada de fiscalização com os prestadores de serviço de saneamento básico, e dá outras providências.	Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
Lei n°1344 de 22 de dezembro de 2005	2005 - atual	Dispõe sobre política municipal do meio ambiente, dos recursos hídricos de Araruama e dá outras providências.	Araruama	Prefeitura Municipal de Araruama
Lei nº 1168 de 1° de dezembro de 2015	2015- atual	Dispõe sobre aprovar o Plano Municipal de Saneamento Básico de Armação dos Búzios, e dá outras providências.	Armação dos Búzios	Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios
Lei n° 2336 de 21de setembro de 2021	2021- atual	Dispõe sobre procedimentos e ações educativas para conscientizar a população sobre poluição urbana nas galerias da rede de águas pluviais.	Arraial do Cabo	Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo
Lei nº 3409 de 14 de dezembro de 2021	2021- atual	Dispõe sobre procedimentos e ações educativas para conscientizar a população sobre a poluição urbana nas galerias da rede de águas pluviais.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 3376 de 13 de dezembro 2021	2021- atual	Dispõe sobre a instalação do Programa "Bueiro Inteligente" como prevenção a enchentes no Município.	Cabo Frio	Câmara Municipal de Cabo Frio

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 1736 de 22 de dezembro de 2003	2003- atual	Regula o uso e a ocupação das áreas adjacentes às praias marítimas, fluviais e lacustres do município de Cabo Frio e dá outras providências.	Cabo Frio	Prefeitura Municipal de Cabo Frio
Lei nº 1467 de 05 de junho de 2003	2003- atual	Dispõe sobre a vigilância e controle de água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências.	Cachoeiras de Macacu	Câmara Municipal de Cachoeiras de Macacu
Lei nº1991 de 20 de setembro de 2013	2013- atual	Estabelece a política de saneamento básico do município de Cachoeiras de Macacu, e dá outras providências.	Cachoeiras de Macacu	Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu
Decreto nº 2004 de 18 de dezembro de 2020	2020- atual	Aprova o plano municipal de abastecimento de água e esgotamento sanitário no perímetro urbano do Município de Casimiro de Abreu, nos termos da lei federal nº 11.445/2007.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 1431 de 16 de junho de 2011	2011- atual	Cria o serviço de Vigilância Sanitária e Institui o Código Sanitário do Município de Casimiro de Abreu.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Decreto nº 298 13 de maio de 2014	2014 - atual	Dispõe sobre a Regulamentação do Artigo 60 da Lei 1.352 de 10 de março de 2010 que criou o Programa Conservador De Águas e dá outras providências.	Casimiro de Abreu	Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu
Lei nº 1218 de 16 de agosto de 2016	2016 - atual	Dispõe sobre a aprovação do Plano Municipal de Saneamento Básico, da Política Municipal de Saneamento Básico, e do Fundo Municipal de Saneamento Básico, e dá outras providências.	Iguaba Grande	Prefeitura Municipal de Iguaba Grande
Lei nº 2036 de 2017	2017 - atual	Dispõe sobre a criação do serviço autônomo de água e esgoto do município de Rio das Ostras e dá outras providências.	Rio das Ostras	Prefeitura Municipal de Rio das Ostras
Lei nº 1456 de 27 de dezembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente dos Recursos Hídricos de São Pedro da Aldeia - COMASPA e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei nº 2710 de 19 de maio de 2017	2017 - atual	Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia

Ação	Data de vigência	Sobre	Abrangência	Entidade(s) Promotora(s)
Lei nº 1459 de 27 de dezembro de 2000	2000 - atual	Dispõe sobre Política Municipal do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos de São Pedro da Aldeia - (COMASPA) e dá outras providências.	São Pedro da Aldeia	Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia
Lei n° 1721 de 27 de março de 2017	2017 - atual	Dispõe sobre Plano Municipal de Saneamento Básico.	Silva Jardim	Prefeitura Municipal de Silva Jardim

Fonte: Elaboração Própria

5.7.4 Conclusões sobre a qualidade da água superficial

O aprofundamento das discussões referente a qualidade da água nas Lagoas de Araruama e Saquarema foi uma demanda identificada nas oficinas de mobilização social. A avaliação da qualidade da água em toda a RH-IV foi apresentada durante o diagnóstico, com uso de métodos e análises estatísticas adequadas para este tipo de avaliação. Neste capítulo, o aprofundamento das condições de qualidade da água na RH-IV foi realizado da seguinte maneira:

- Resgate das principais temáticas, tópicos e conclusões apresentadas no diagnóstico qualitativo da RH-IV;
- Classificação final de estações de monitoramento de qualidade da água superficial utilizando uma metodologia inovadora, adotada pela FEPAM na análise de condições de qualidade da água em postos de monitoramento do Rio Grande do Sul;
- Avaliação da dinâmica de salinidade na lagoa de Araruama, com objetivo de avaliar se o lançamento de esgoto tratado, integralmente formado por água doce, tem impacto na salinidade da lagoa;
- Avaliação da série temporal de fósforo total, com objetivo de avaliar os impactos de investimentos e melhorias no sistema de esgotamento sanitário da região próxima a lagoa bem como o cercamento sanitário da lagoa de Araruama sobre as concentrações de fósforo monitoradas na lagoa;
- Avaliação da balneabilidade das praias costeiras (externas, no oceano) e continentais (internas, nas lagoas) e suas condições de qualidade da água.

A classificação final dos pontos indicou um predomínio de pontos de monitoramento com classificação final em Classe III para as UHPs IV-a, IV-b e IV-c. Este fato pode ser atribuído a ocupação urbana nestas unidades de planejamento, com lançamento de efluentes tratados (e não-tratados) em grandes aglomerados urbanos. Em adição à presença de zonas urbanas sem o devido esgotamento sanitário, há também a presença de áreas com características rurais (plantações e criação de animais) que contribuem para o aumento de nutrientes e matéria orgânica nas águas superficiais por meio de lançamentos diretos e difusos. Para a UHP IV-e, a classificação final por predominantemente formada pela Classe IV, indicador de poluição agravada e condições ambientais degradadas em seus corpos hídricos. Isto se deve ao fato do

baixo desenvolvimento econômico desta unidade de planejamento, tendo sua cobertura do solo praticamente formada por atividades rurais e sem o devido controle de usos e lançamentos de efluentes nos corpos hídricos. Destaca-se, ainda, o lançamento de efluentes tratados nesta unidade de planejamento oriundo de outras UPs, que pode ser um fator importante que contribui para a degradação da qualidade de suas águas em conjunto com as cargas difusas oriundas das atividades (plantações) observadas.

A salinidade da lagoa de Araruama apresentou uma tendência ao decaimento de suas concentrações com o passar do tempo. Os resultados indicam que no período entre 2009 e 2023 as concentrações médias anuais possuem valores decrescentes no tempo. Este fato pode ser desencadeado pelo lançamento de águas doces prevenientes do esgoto tratado que resulta das estratégias de esgotamento sanitário presentes na região.

O balanço hídrico na lagoa de Araruama é historicamente negativo, resultando no aporte maior de água salgada pela entrada das águas do oceano do que um aporte de águas doces devido a precipitação na lagoa. A avaliação preliminar realizada aqui, com base apenas nas concentrações, pode indicar que estas alterações na salinidade sejam resultantes dos lançamentos de efluente com características de água doce com fonte na disposição final dos efluentes tratados sobre a lagoa de Araruama. Contudo, este resultado (tendência de decaimento da salinidade) pode ser resultado de aspectos hidrodinâmicos que ocorreram nos períodos recentes na lagoa, tendo como impacto o refluxo de águas salinas do oceano em menor quantidade. Em outras palavras, há duas alternativas que justificam as concentrações mais baixas de salinidade na lagoa de Araruama no período recente:

1. O lançamento de uma quantidade expressiva de água doce a partir do efluente sanitário tratado;
2. Uma redução na frequência de marés e da entrada de água salgada na lagoa devido a características hidráulicas/hidrodinâmicas que se alteram naturalmente no tempo;

Entender o gatilho e seus impactos no longo prazo sobre a lagoa devem ser algo de análises mais detalhadas em planos de ação futuros. Especificamente o impacto da transição entre um sistema hipersalino para um sistema salino (ou mesmo salobro) é de extrema relevância para a biota e cultura da região e seu envolvimento com a lagoa. Desta forma, os planos de ação futuros devem considerar um aprofundamento de análises referentes a este tema.

As series temporais de fósforo total na lagoa de Araruama apresentaram um decaimento ao longo dos últimos anos de monitoramento. Este decaimento é condizente com o início da operação de sistemas de esgotamento sanitário mais eficazes nos municípios presentes no entorno da lagoa. Os resultados demonstram que há uma influência direta entre o início da operação dos sistemas e a redução do fósforo total na lagoa, indicando uma relação de causa e efeito onde a operação de esgotamento sanitário com maior eficácia resulta no controle das concentrações de fósforo na lagoa. Ainda assim, as concentrações obtidas são consideradas elevadas, mesmo para ambientes salinos, compatíveis com águas de baixa qualidade.

Os impactos do fósforo no sistema lagunar de Araruama são notados essencialmente na floração de algas que resultam em águas de baixa transparência. Este efeito é mais pronunciando em regiões com baixa capacidade de escoamento, onde as águas apresentam tendências típicas de ambientes com baixa renovação (elevados tempos de residência), tendo um aspecto propício para o desenvolvimento de florações (presença de nutrientes e radiação solar, pouca renovação de água). Desta forma, os planos de ação futuros devem considerar a melhoria na performance dos sistemas de esgotamento sanitário presentes na região da lagoa de Araruama, concentrando seus esforços na manutenção de concentrações de fósforo abaixo de limites compatíveis com águas de maior qualidade. Por ser um ambiente único, com características não observadas em outros locais do Brasil e do mundo, os limites de fósforo na lagoa de Araruama e os padrões de emissões de efluentes (mesmo os tratados), devem ser revistos e decididos com base em critérios inovadores, aplicados especificamente para este ambiente.

A balneabilidade de praias apontou resultados contrastantes entre as unidades de planejamento avaliadas. Na foz do rio Una e em trechos próximos a Búzios, as condições de balneabilidade foram consideradas ruins, principalmente devido ao lançamento de efluentes sanitários ou naturais sobre os corpos hídricos superficiais da região (ou diretamente no oceano, no caso de Búzios). Nas lagoas de Araruama e Saquarema os pontos de balneabilidade apresentaram heterogeneidade espacial, ou seja, dentro da lagoa há regiões com diferentes classificações de balneabilidade. Na lagoa de Araruama os trechos de praias próximos as entradas de rios, com baixa qualidade da água, tiveram balneabilidade ruim na maior parte do tempo de análise. Este resultado pode ser um indicativo que estes rios necessitam de programas e projetos de recuperação que devem ser prioritários na construção de planos de ação futuros. Na lagoa de Saquarema a análise de balneabilidade apontou apenas um ponto com piores condições de balneabilidade, próximo ao município de Boqueirão. Este resultado pode ser um indicativo que

contribuições de esgotamento sanitário não cadastradas estão ocorrendo nas imediações da praia.

Dentre os programas e projetos existentes, há lacunas referentes a recuperação dos rios que afluem diretamente para as lagoas de Saquarema e Araruama e que apresentaram classificação final com baixa qualidade da água. Estes rios devem ser priorizados em planos de ação de recuperação ambiental futuros.

5.8 Saneamento Ambiental

A Lei nº 11.445/2007 regulamenta os serviços de saneamento que são prestados pelos estados ou municípios, compreendendo o abastecimento de água, tratamento de esgoto, destinação das águas das chuvas e lixo urbano, que são regulados pelas agências infracionais, as quais podem ser municipais, intermunicipais ou estaduais. A Lei n°14.026/2020 atualiza o Marco Legal do Saneamento, e, por sua vez, modifica alguns artigos da Lei n°11.445/2007. Um dos pontos de atenção da nova lei é que, pelo novo marco do saneamento, todos os contratos deverão ter como foco metas de universalização, garantindo que 99% da população seja abastecida com água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033, com exceção a locais que estudos licitatórios apontarem inviabilidade financeira para esta data. Nestes casos ficará permitido a extensão do prazo, desde que não ultrapasse 1 de janeiro de 2040 e a Agência Reguladora confirme a veracidade.

A Resolução da ANA nº 138, de 14 de dezembro de 2022 apresenta uma agenda regulatória para os anos de 2022 a 2024. Nela está previsto o tema de desenho e estruturação da prestação do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, com a meta de estabelecer uma norma de referência com diretrizes para definição de modelos de regulação de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. No entanto, tal ação foi postergada para o ano de 2024, o que torna a regulação de drenagem e manejo de água pluviais urbanas e os objetivos de universalização mais distantes.

A Lei nº 12.305/2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece princípios, objetivos, diretrizes, e instrumentos para a gestão adequada dos resíduos sólidos no Brasil. Essa legislação busca promover a proteção do meio ambiente, a saúde pública e a melhoria da qualidade de vida da população. Na PNRS, a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve seguir uma ordem de prioridade: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Além disso, o decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022 aprovou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), que estabeleceu diretrizes e metas com o intuito de materializar a PNRS e melhorar a gestão de resíduos sólidos no país. No PLANARES são previstas metas como encerramento de todos os lixões e aterros controlados até 2024, universalização da coleta regular de Resíduos Sólidos Urbanos até 2036, aumento da recuperação de resíduos, além do aumento da reciclagem de resíduos da construção civil para 25% até 2040.

Diante do exposto, com o propósito de cumprir as metas de universalização citadas anteriormente, neste capítulo serão fornecidos os elementos técnicos e ações para promover o atendimento às demandas previstas para os serviços abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, bem como seu atendimento ao incremento populacional.

O Comitê Lagos São João possui sua área de atuação abrangendo inteiramente os municípios de Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim, e parcialmente os municípios de Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá, Rio Bonito e Rio das Ostras, conforme já apresentado anteriormente. Tais municípios são contemplados pela concessão do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário de diferentes concessionárias.

A concessionária Prolagos S.A teve seu início do contrato de concessão em 1998. Desde então ela é responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação, manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto de áreas urbanas dos municípios de Armação de Búzios, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia e somente de distribuição de água potável em Arraial do Cabo.

O contrato com a Concessionária Águas de Juturnaíba S.A. teve o início também em 1998. Desde então, ela é responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação, manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto de áreas urbanas dos municípios de Araruama, Saquarema e Silva Jardim.

A concessionária Águas do Rio está presente nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica Lagos São João referentes ao bloco 1 do programa estadual de concessão de serviços de saneamento básico. Seu contrato de concessão teve início em 2021 e desde então é responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação, manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto de áreas urbanas dos municípios de

Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu (Barra de São João), Maricá, Rio Bonito e Saquarema (3ºdistrito).

A concessionária Rio+Saneamento está presente nos municípios referentes ao bloco 3 do programa estadual de concessão de serviços de saneamento básico, sendo a localidade de Rio das Ostras o município pertencente ao bloco e à área de abrangência da Bacia Hidrográfica Lagos São João. O início de seu contrato de concessão ocorreu ano de 2022, sendo responsável pelos serviços e obras de implantação, ampliação, manutenção e operação de sistemas de abastecimento de água da área urbana do município de Rio das Ostras.

Vale ressaltar que a Prefeitura Municipal de Maricá é responsável pela operação do sistema de esgotamento sanitário do município. Além disso, no município de Rio das Ostras o sistema de esgotamento sanitário já é concessionado para operadora privada. No município de Casimiro de Abreu apenas o distrito de Barra de São João está sob concessão da Águas do Rio, os demais distritos são operados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto da Prefeitura de Casimiro de Abreu (Águas de Casimiro).

Tendo em vista que a maioria dos municípios inseridos na bacia possuem concessões privadas, e que os planos de negócios e metas são objetos do contrato de concessão entre as concessionárias privadas e o poder concedente, estes obrigatoriamente deverão ser seguidos. Sendo assim, não existem cenários tendenciais e alternativos, e sim o que está aprovado nos planos de negócios dos contratos de concessão.

Dessa forma, são apresentados a seguir as ações previstas nos planos de negócios e demais documentos auxiliares, a fim de auxiliar no cumprimento das metas de atendimento dos serviços de saneamento básico dos municípios inseridos na bacia.

5.8.1 Abastecimento de água

De acordo com a lei federal nº 14.026, de 15 de julho 2020, o abastecimento de água é constituído por um sistema com um conjunto de infraestruturas e instalações operacionais necessárias para a promoção de abastecimento público de água potável, abrangendo atividades desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição.

O abastecimento de água na Bacia Hidrográfica Lagos São João atende as etapas de captação, tratamento, reservação, adução e distribuição até as ligações prediais, mas enfrenta problemas recorrentes relacionados a déficits na produção e no transporte de água tratada, além da

insuficiência de reservatórios. A maioria dos municípios, como Araruama, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim, é atendida pelo Sistema Integrado da Barragem de Juturnaíba. Para eles, as principais soluções previstas envolvem a ampliação da capacidade da ETA Juturnaíba, a implantação de novas adutoras e redes de distribuição, a construção de reservatórios adicionais e a criação de anéis de distribuição. Em alguns casos, estão previstas ainda a construção ou ampliação de estações locais, como em Saquarema e Silva Jardim, acompanhadas da instalação de grupos geradores para garantir a operação contínua em situações de falta de energia.

Já Cachoeiras de Macacu e Maricá não apresentam metas próprias, pois não possuem áreas urbanas totalmente integradas à região hidrográfica. Assim, seguem as diretrizes do PLANSAB para o Sudeste, que estabelecem universalização do abastecimento até 2033, redução das perdas a 29% e diminuição da intermitência para 21,6%. Casimiro de Abreu e Rio Bonito, por sua vez, contam com sistemas descentralizados e captações locais, diagnosticando déficits de produção e reservação principalmente nos distritos. Para sanar essas deficiências, preveem ampliações de captação, novas ETAs, reservatórios e adutoras. Em Rio das Ostras, onde o abastecimento provém do rio Macaé, a produção atual é considerada suficiente, mas a reservação é deficitária, exigindo a construção de novos reservatórios, a ampliação de módulos de tratamento e o reforço do sistema de bombeamento.

Apesar das particularidades de cada município, observa-se que a expansão da infraestrutura de reservação e distribuição é uma necessidade generalizada, enquanto a produção e o transporte de água tratada aparecem como os principais gargalos do sistema. As metas seguem as diretrizes do marco legal do saneamento e do PLANSAB, visando assegurar qualidade, continuidade e cobertura integral até 2033.

5.8.2 Esgotamento Sanitário

De acordo com a lei federal nº 14.026, de 15 de julho 2020, o esgotamento sanitário é constituído por um sistema com um conjunto de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua disposição final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente.

Salienta-se que a atividade antrópica e o crescimento populacional na região às margens da Lagoa de Araruama provocaram a poluição da mesma, ocasionando na alteração da qualidade da lagoa.

Por volta do final dos anos 90, o despejo do esgoto in natura era realizado diretamente no principal corpo hídrico da região, o que causou a eutrofização próximo ao ano 2000. Isso fez com que as concessões dos municípios adiantassem os investimentos relacionados ao sistema de esgotamento sanitário. Após a realização de estudos, foi concluído que a melhor opção para a época era a adoção do sistema de captação de tempo seco.

O sistema de tomada de tempo seco consiste na interceptação da rede de drenagem antes de ser realizado o lançamento no corpo receptor, direcionando o efluente coletado em tempo seco (quando não chove) para as elevatórias e, posteriormente, para Estação de Tratamento de Esgoto. Atualmente ainda são realizados estudos relacionados às alternativas de melhora da qualidade da Lagoa de Araruama, como a transposição de unidades para o rio Una, emissário submarino e adoção de tratamento terciário para as estações de tratamento de esgotos.

Os estudos levantados relacionados à transposição do rio Una apresentaram alguns problemas em termos de área de alagamento na região de São Pedro da Aldeia. Além dessa dificuldade encontrada, o município de Armação de Búzios é contra a qualquer tipo de transposição de lançamento no rio Una devido a existência do mangue de pedras.

Já em relação a alternativa do emissário submarino da ETE Cabo Frio e ETE Arraial, foram realizados estudos na Praia do Foguete, na Praia do Forte e em alguns pontos da Praia Grande. Segundo a COPETEC, realizadora do estudo, o melhor ponto de lançamento seria na Praia Grande. No entanto, o município de Arraial do Cabo foi contrário à implantação do emissário.

Devido a inviabilização até então da melhor alternativa, a opção é a adequação das ETEs para o sistema de tratamento terciário de acordo com a nova norma vigente, a NOP - INEA – 45, de 2021 que substitui a DZ 215-R4 e NT 202 R10 e apresenta os critérios e parâmetros de lançamento em corpo receptor.

Foram levantadas as ações previstas nos planos de negócios e demais documentos auxiliares, a fim de auxiliar no cumprimento das metas de atendimento dos serviços de saneamento básico dos municípios inseridos na bacia. Este detalhamento pode ser consultado no Relatório de Prognóstico Estudos Setoriais para mais informações.

5.8.3 Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Urbanos

De acordo com a lei federal nº 14.026, de 15 de julho 2020, a limpeza urbana e manejo de resíduos urbanos é constituído pelas atividades, pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana.

No Relatório do Estudo Setorial foram apresentadas as soluções de engenharia propostas para cada uma das unidades componentes do Serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Urbanos; foram descritas quais são as necessidades para atender a demanda requerida pela população até o final de período de estudo para cada município inserido na área da RH-VI. Foram apresentadas informações relacionadas aos aterros em operação e previstos, as carências e deficiências apresentadas nos planos de saneamento de cada município, entre outras. Tais informações não serão apresentadas em detalhes aqui, já que, o objetivo deste relatório é apresentar as informações de forma sintetizada, para avaliação do conteúdo completo, deve se remeter aos produtos específicos.

5.8.4 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

De acordo com a lei federal nº 14.026, de 15 de julho 2020, a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais é constituído pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de água pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição das água pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes. A seguir serão apresentadas as soluções de engenharia propostas para as unidades componentes do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, onde serão descritas quais são as necessidades para atender a demanda requerida pela população até o final de período de estudo.

Em **Araruama**, o sistema é do tipo exclusivo, voltado apenas às águas pluviais. O principal desafio é reduzir inundações e alagamentos em áreas urbanas, sendo propostas ações como desocupação de áreas de risco, execução de barramentos, implantação de sistema de alerta, elaboração de Plano Diretor de Drenagem, além de programas de hidrologia, microdrenagem, macrodrenagem, defesa civil e gestão do sistema.

Em **Armação de Búzios**, predomina o sistema unitário, que recebe águas pluviais e esgoto devido ao uso de cordões de interceptação e sistema de tomada de tempo seco. O município não registra enchentes, mas há alagamentos pontuais causados por chuvas intensas. Foram propostas medidas semelhantes às de Araruama, incluindo estudos de chuvas intensas, obras de drenagem, incentivo ao aproveitamento de águas pluviais e fortalecimento da defesa civil.

Em **Arraial do Cabo**, não existe sistema estruturado de drenagem urbana. Os problemas se concentram em alagamentos localizados e riscos de deslizamentos, especialmente em áreas de declividade e zonas antes ocupadas por brejos. O PMSB recomenda programas de estudos hidrológicos, implantação de micro e macrodrenagem, cadastro de áreas de risco, capacitação de voluntários da defesa civil e criação de mecanismos de gestão do sistema.

Em **Cabo Frio**, também há sistema unitário, associado ao mecanismo de tomada de tempo seco. O município enfrenta alagamentos em pontos urbanos e risco de deslizamento em áreas do bairro Jacaré. As ações propostas incluem atualização cadastral, obras de micro e macrodrenagem, instalação de bocas de lobo, bacias de amortecimento de cheias, além de sistemas de alerta e criação de secretaria municipal específica para saneamento básico.

Já em **Cachoeiras de Macacu**, o sistema de drenagem não se enquadra nos modelos convencionais (unitário, exclusivo ou combinado). O PMSB identifica pontos de alagamento e erosão de margens, mas não apresenta prognóstico detalhado. Assim, o município adota as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que prevê, até 2033, reduzir para 15% a proporção de municípios com ocorrências de enchentes ou alagamentos e garantir que 97,3% dos domicílios urbanos não estejam em áreas de risco.

O município de **Casimiro de Abreu** possui sistema de drenagem urbana do tipo exclusivo, voltado apenas para águas pluviais. Como não dispõe de PMSB, adota as metas do PLANSAB, que até 2033 preveem reduzir para 15% a ocorrência de enchentes e assegurar que 97,3% dos domicílios não estejam em áreas de risco de inundação. Situação semelhante ocorre em **Rio Bonito**, cujo sistema é unitário e que também não apresenta prognóstico municipal, adotando as mesmas metas nacionais. **Rio das Ostras**, com sistema combinado, também não conta com PMSB e segue as diretrizes do PLANSAB para redução de alagamentos e universalização da drenagem.

Já **Iguaba Grande** possui sistema de drenagem combinado, operando com interceptores e tomada de tempo seco que direcionam parte do escoamento à rede de esgoto. O município não

registra enchentes, mas enfrenta alagamentos em áreas como Capivara, Canellas City, Jardim Solares/Boa Vista, Valão do Pronto Socorro e Ubás II. Seu PMSB prevê uma série de programas de hidrologia, micro e macrodrenagem, defesa civil e gestão, incluindo a elaboração de estudos de chuvas intensas, atualização de cadastros, obras de reposição e expansão da rede, implantação de bacias de amortecimento, sistemas de alerta e a criação de uma secretaria específica de saneamento básico.

Em **Maricá**, o sistema de drenagem é exclusivo, mas recebe lançamentos clandestinos de esgoto, agravando os problemas. O PMSB aponta riscos elevados em diversos bairros, sobretudo pela ocupação irregular em margens de rios e encostas. As ações propostas incluem recuperação e expansão da rede, criação de instrumentos legais de controle, reflorestamento, implantação de sistemas de alerta de cheias, educação ambiental e elaboração de um Plano Diretor Setorial de Drenagem. Também estabelece metas de redução anual de 5% dos alagamentos e da população exposta a riscos de escorregamento, acompanhadas por relatórios de monitoramento.

Os municípios de São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim apresentam sistemas de drenagem associados ao mecanismo de tomada de tempo seco, que direciona o escoamento em períodos sem chuva para tratamento e, em eventos intensos, permite o deságue direto em corpos hídricos. Em **São Pedro da Aldeia**, o sistema é combinado e o principal desafio é reduzir alagamentos urbanos, sobretudo em bairros como Alecrim, Boqueirão, Porto do Carro e Praia Linda, além de áreas vulneráveis a deslizamentos. O PMSB propõe programas de hidrologia, micro e macrodrenagem, defesa civil e gestão, incluindo estudos de chuvas intensas, obras de recuperação e bacias de amortecimento, além da criação de uma secretaria de saneamento.

Em **Saquarema**, o sistema é unitário e os pontos críticos de alagamento concentram-se em Bonsucesso, no entorno do Rio Bacaxá e em Sampaio Correia, havendo poucas áreas de risco de escorregamento. O PMSB recomenda medidas semelhantes às de São Pedro da Aldeia, como atualização cadastral, incentivo ao uso de águas pluviais, recuperação da macrodrenagem e implantação de sistemas de alerta.

Já em **Silva Jardim**, também com sistema unitário, os principais pontos de alagamento são Caju, próximo ao Rio Capivari, e Varginha. O município não apresenta registro de enchentes, mas enfrenta riscos pela ausência de dique de contenção. As propostas incluem estudos hidrológicos, obras de drenagem em áreas críticas e de expansão, fortalecimento da defesa civil

e criação de instrumentos legais e institucionais para gestão da drenagem e mitigação de impactos.

5.9 Água Subterrânea

Na temática de águas subterrâneas, são abordados tópicos considerados mais relevantes para a realidade atual da RH-VI. Inicialmente, é apresentada uma síntese sobre os principais Domínios Hidrogeológicos, como ponto de partida para os estudos. Na sequência, é descrita a importância da geologia para entendimento dos recursos hídricos subterrâneos; o uso atual conhecido das águas subterrâneas e a necessidade de aprimoramento das bases de poços; cuidados construtivos, de proteção sanitária e operacionais; aspectos sobre disponibilidade hídrica subterrânea e avaliação de eventos críticos; questões relativas à qualidade das águas; detalhamento do mapeamento da vulnerabilidade, inventário de fontes de contaminação e ações de recuperação/remediação; e a importância dos instrumentos da outorga, perímetros de proteção de poços e demais normativos de interesse. O elenco de projetos, programas, políticas e leis é abordado ao longo do texto, para cada tema, quando pertinente.

5.9.1 Principais Domínios Hidrogeológicos

Há dois Domínios Hidrogeológicos principais na RH-VI (Figura 5.24):

- Domínio Sedimentar: composto por terrenos sedimentares, tanto tipicamente litorâneos (como as unidades geológicas Q2pm, Q2el, Q2li, Q1pr e Nb), quanto predominantemente aluvionares (Q2a), atrelados à dinâmica superficial atual/recente nas bacias hidrográficas. Constitui-se de 34,8% da RH-VI (1.178,3 km^2), com maiores expressões aflorantes nas UHPs VI-b (nos sedimentos da bacia do rio São João e nas partes costeiras), VI-f (sobretudo sedimentos litorâneos), VI-c (aluviões dos rios Bacaxá, Capivari e afluentes) e VI-d (terrenos sedimentares da bacia do rio Una e litorâneos). Em termos municipais contidos na RH-VI, a maior área sedimentar está em Cabo Frio (264,5 km^2, que soma porções nas bacias dos rios Una e São João, além de terrenos litorâneos), sendo que, em percentuais, predominam estes terrenos nos municípios de Armação dos Búzios (50,4%), Arraial do Cabo (84,3%), Cabo Frio (71,6%), Casimiro de Abreu (51,7%) e Rio das Ostras (82,0%).
- Domínio Cristalino: formado por terrenos cristalinos (diversas unidades de rochas ígneas e metamórficas) – 65,2% da RH-VI (2.205,5 km^2), sendo majoritário em relação

ao Domínio Sedimentar em todas as UHPs, exceto VI-b. A maior extensão está no município de Silva Jardim (713,9 km^2). Predominam nos municípios de Araruama (75,4%), Cachoeiras de Macacu (91,7%), Iguaba Grande (100%), Maricá (58,2%), Rio Bonito (78,3%), São Pedro da Aldeia (76,8%), Saquarema (62%) e Silva Jardim (76,1%).

5.9.2 Geologia na Compreensão dos Recursos Hídricos Subterrâneos

A história geológica da RH-VI inicia cerca de 2 bilhões de anos atrás (rochas mais antigas pertencentes ao Complexo Região dos Lagos), e segue até os dias atuais, com a dinâmica exógeno-sedimentar (continental e marinha) e antrópica. No decorrer, há registros aflorantes de rochas pertencentes ao Neoproterozoico (~500-600 Ma; sobretudo nas porções NW, N, W e SW da RH-VI, além da Serra de Sapiatiba e partes de Armação dos Búzios) e, adentrando ao Eon Fanerozoico, litologias do Cambriano (~500 Ma; corpos graníticos na UHP VI-a, como em Silva Jardim), Cretáceo (entre 66 e 145 Ma; rochas ígneas alcalinas do Morro São João, Rio Bonito, Ilha do Cabo Frio e Morro dos Gatos, além de enxames de diques de rochas básicas) e os terrenos sedimentares mais recentes (desde cerca de 23 Ma). Esses registros mais recentes são da Era Cenozoica, desde o período Neógeno (pequenas porções com afloramento da Formação Barreiras, sobretudo em Armação dos Búzios, na face norte da falha da Ponta do Pai Vitório, com a evidente presença de paredões de paleofalésias nos arredores da Praia Rasa) aos terrenos do Quaternário/atuais (sedimentos e depósitos das áreas costeiras de areias de praia, dunas, pântanos/mangues e aluviões dos principais rios, como São João, Una, entre outros).

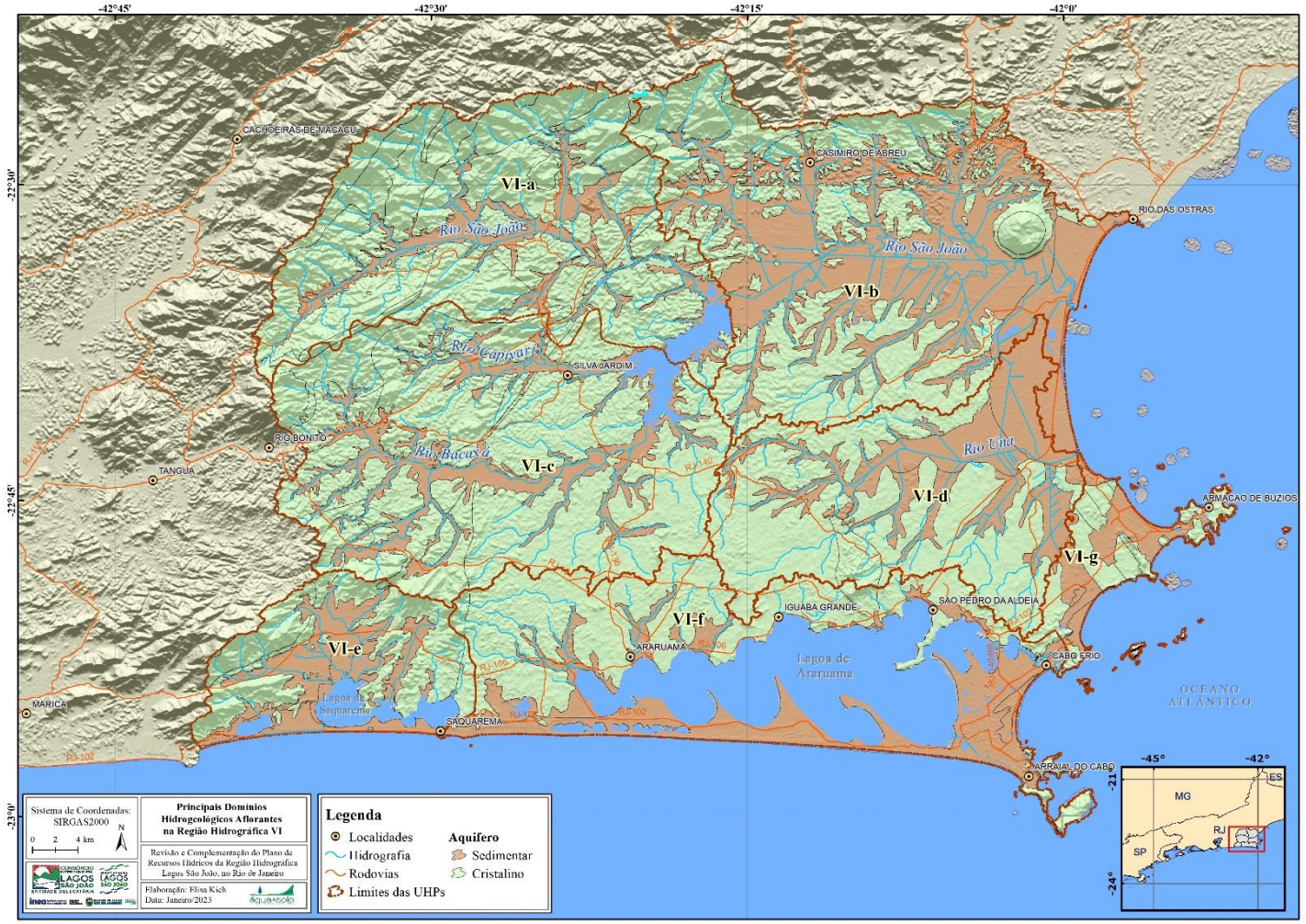


Figura 5.24 Distribuição dos Principais Domínios Hidrogeológicos (em afloramento) da RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

5.9.3 Uso das águas subterrâneas e aprimoramento das bases de poços

O uso das águas subterrâneas na RH-VI é documentado por três bases principais: o banco de outorgas do INEA (2023), o SIAGAS/CPRM (2023) e o projeto RESUB Lagos (1998–2001). O INEA registra 77 poços com outorga de direito de uso, 299 de uso insignificante e autorizações diversas para perfuração ou tamponamento, com maior concentração na UHP VI-f (Cabo Frio e Araruama), sendo o uso mais comum "lavagem" e poucos poços efetivamente destinados ao abastecimento público. O SIAGAS é pouco representativo (apenas 12 poços), mas é recomendado como base nacional compartilhada. O RESUB, apesar de antigo, fornece informações valiosas sobre pequenas captações, cacimbas e fontes naturais, evidenciando usos domésticos e rurais, mostrando complementaridade com as bases oficiais.

A análise das bases revela lacunas significativas em variáveis-chave: profundidade do poço, nível estático, capacidade específica (Q/s) e especificação do aquífero são frequentemente ausentes, limitando o entendimento hidrogeológico e o planejamento de recursos hídricos. Apenas a vazão apresenta boa cobertura (92,3% dos poços). Há necessidade de aprimorar o cadastramento e intercâmbio de dados, inclusive para pequenas captações, e de conscientizar usuários sobre a entrega de relatórios técnicos completos.

As águas subterrâneas são recursos complementares às superficiais, com captação descentralizada próxima ao consumo, mas sua produtividade é geralmente baixa e não substituem os sistemas superficiais, especialmente em situações críticas como paralisação do reservatório Juturnaíba. A gestão eficaz depende de bases atualizadas, integradas e consistentes para prevenir superexploração, contaminação e garantir melhor aproveitamento desses recursos.

5.9.4 Cuidados construtivos, de proteção sanitária e operacionais

O manejo de poços requer atenção técnica abrangente em todas as suas fases, desde o projeto, construção, operação e manutenção, seguindo normas específicas que garantem vazão contínua e qualidade da água, proteção da área do poço, definição adequada de diâmetro, profundidade e distância entre poços, além de especificações de revestimento, filtros e pré-filtros para assegurar eficiência hidráulica e retenção de partículas. A seleção do local deve considerar características geológicas, risco de salinização e heterogeneidade dos aquíferos, com apoio de informações secundárias e métodos indiretos, como levantamentos geofísicos, para identificar

camadas com qualidade de água adequada. A instalação inadequada, especialmente em áreas litorâneas, pode gerar contaminação e mistura de águas de diferentes salinidades, comprometendo o potencial hídrico local.

A proteção sanitária envolve a construção de laje, tampa de poço e selo sanitário, garantindo isolamento e impedindo contaminação por infiltrações superficiais, animais ou líquidos indesejados. Esses cuidados, mesmo que de baixo custo, são fundamentais para evitar prejuízos posteriores e manter a integridade do aquífero. A manutenção deve ser preventiva, realizada aproximadamente a cada dois anos, e corretiva, atendendo a falhas ou desgaste de equipamentos, com atenção especial às áreas litorâneas devido à corrosão. Poços desativados devem ser tamponados ou lacrados após desinfecção, utilizando materiais que restabeleçam as condições originais do aquífero, e comunicados aos órgãos gestores, prevenindo riscos ambientais e garantindo a segurança da água subterrânea.

5.9.5 Disponibilidade hídrica subterrânea e variações por eventos críticos

Os aquíferos funcionam como reservatórios dinâmicos, influenciados por fatores como recarga, circulação e descarga de águas, além de interferências antrópicas. A recarga depende sobretudo da chuva, da infiltração no solo e do uso e ocupação do território, podendo ser reduzida pela impermeabilização urbana ou alterada por obras hidráulicas. O relevo também interfere: áreas planas favorecem a infiltração, enquanto declives acentuados tendem a gerar maior escoamento superficial.

Na RH-VI, a disponibilidade foi caracterizada por análises cartográficas, dados de poços, estimativas de recarga potencial direta (RPD) e indicadores de vazões mínimas, resultando em valores de reservas reguladoras e explotáveis. Os cálculos mostraram que o uso atual por poços representa percentuais baixos da disponibilidade, mas em algumas unidades hidrogeológicas (VI-e e VI-f) a pressão é mais significativa, chegando a percentuais próximos ou acima de 30% em cenários de estiagem, patamar considerado crítico. Isso demonstra que a variabilidade das chuvas, em especial em períodos de escassez, pode reduzir de forma expressiva a recarga e, consequentemente, a água disponível para captação.

O regime pluviométrico anual, concentrado no verão, reforça a importância dos aquíferos para manter os rios e reservatórios nos períodos secos. Por isso, recomenda-se o monitoramento contínuo e integrado das condições hidrometeorológicas e hidrogeológicas, especialmente no

entorno do reservatório de Juturnaíba, estratégico para a região. Tal acompanhamento envolve instalação de poços de observação, realização de testes de interação entre águas superficiais e subterrâneas, integração de dados pluviométricos e fluviométricos, além do uso de geoprocessamento e tecnologias como satélites, de forma a antecipar impactos de eventos críticos e apoiar a gestão sustentável dos recursos hídricos.

5.9.6 Questões relativas à qualidade das águas

As características hidroquímicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, se armazenam e circulam (aquíferos), guardando estreita relação com rochas, minerais e solos associados, podendo ainda ser influenciados por concentrações anômalas, naturais e/ou antrópicas. A qualidade das águas subterrâneas como recurso hídrico é definida por sua composição e pela existência ou não de eventuais valores (concentrações) considerados acima dos Valores Máximos Permitidos – VMPs (não conformidades), tendo como referências: a Portaria GM/MS nº 888/2021 (potabilidade); ou ainda, quando não presentes na primeira, as Resoluções CONAMA 396/2008 (VMP - usos preponderantes) e 420/2009 (valores orientadores - potabilidade ou calculados com base em risco à saúde humana).

No Diagnóstico, foram tratados e apresentados dados tanto das bases disponíveis (INEA/outorgas, RESUB/Lagos e SIAGAS/CPRM), quanto uma síntese a partir de publicações técnico-científicas. Além das não conformidades, em poços com análises de íons maiores (cátions - Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}; ânions - Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- e CO_3^{2-}), foi verificada a classificação das águas, com o auxílio dos diagramas de PIPER (1944) e limites de erro de balanço iônico.

Em síntese:

- Base de outorgas/INEA, de 2023: águas sódicas cloretadas em 5 amostras de água de Cabo Frio (4) e Silva Jardim (1); e variação em Araruama, entre mista bicarbonatada (1) e sódica mista (2). Poucas não conformidades: 14 no total da RH-VI, sendo as mais frequentes: turbidez (6), indicadores microbiológicos (6), ferro (4), manganês (4), alumínio (4) e nitrato (3). Deve-se observar que alguns poços da base geral do INEA possuem análises mais detalhadas, contemplando mais parâmetros inorgânicos (como: Sb, Ba, Be, Cd, Co, Pb, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Ti, V, Zn, B, As, Se) e orgânicos (BTEX - benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno), mas não foram observadas não conformidades em quaisquer dos poços para estes parâmetros.

- Base do SIAGAS/CPRM, de 2023: dos 12 poços situados na RH-VI, apenas 6 apresentam dados de qualidade das águas subterrâneas; destes, 4 apresentam valores acima dos VMP para ferro (três em Saquarema e um em Araruama); e 3 para manganês (todos em Saquarema; nos mesmos locais do ferro em não conformidade). Esta base de dados inclui análises de outros parâmetros, inorgânicos (Al, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Na, K e Zn; Cl^-, F^-, NO_3^- e SO_4^{2-}) e orgânicos (BTEX), mas para estes, não foram encontradas não conformidades. Não há classificação das águas devido a não disponibilidade de dados de íons maiores.
- Base do projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001): dos 477 pontos entre poços (468) e fontes (9), 346 possuem dado de pH; e 318 de sólidos totais dissolvidos (STD). Quanto à classificação das águas: em cátions, a imensa maioria é de águas sódicas (79,7%); quanto aos ânions, a maioria é de águas cloradas (75%). As demais classificações (cálcicas; mistas; bicarbonatadas e uma única sulfatada) estão distribuídas nas UHPs VI-e (7), VI-d (4), VI-c (1) e VI-f (1). Foram encontradas não conformidades em um número expressivo de locais, indicando que as cacimbas e demais poços e fontes usados principalmente como soluções alternativas ou complementares para abastecimento de água (consumo humano), podem estar em situação sanitária precária e sem controle. Destacam-se, como não conformidades: manganês, ferro, nitrato, alumínio, nitrato, sódio e cloreto, além de cor, turbidez e STD (>1000mg/L). Em número menor de amostras, foram identificados ainda valores acima dos VMPs para bário, boro, chumbo, selênio e sulfato. Não há dados disponíveis de parâmetros microbiológicos ou de compostos orgânicos no projeto RESUB/Lagos.

Quanto aos parâmetros mais frequentes de não conformidades, foram observados ferro e manganês (que muito provavelmente são de origem natural e, por vezes, há ambos, indicando certa afinidade de comportamento hidrogeoquímico), parâmetros microbiológicos e nitrato (que estão associados ao uso e ocupação do solo e, eventualmente a deficiências de saneamento básico - esgoto). Há ainda a maior salinidade, facilmente detectada via parâmetros como STD e condutividade elétrica (além de alguns íons, como de sódio e cloreto), sobretudo em áreas litorâneas. Salvo casos de ferro e manganês, esses dados indicam necessidade de controle de fontes potenciais de contaminação, ações de melhoria na temática de esgotos e, eventualmente, tratamentos simplificados em água de poços (como é feito, p.e., nos poços da concessionária

Águas de Juturnaíba em Cesário Alvim, Silva Jardim). Já a questão da salinidade elevada, se ocorre, normalmente inviabiliza a utilização de água para vários tipos de uso.

Exceto no caso mais óbvio das águas salinizadas, estes dados sugerem que na maioria das vezes a qualidade não é impeditivo para que as águas subterrâneas sejam consideradas uma alternativa como recurso hídrico, mas requer medidas de controle e monitoramento, hoje inexistentes ou incipientes.

A Figura 5.25 apresenta a distribuição dos poços com não conformidades nas bases com mais dados – Projeto RESUB/Lagos (2001) e outorgas (INEA, 2023). E a Figura 5.26, a localização dos poços com parâmetros ferro e/ou manganês; nitrato; microbiológicos (não disponível na base RESUB/lagos); e STD (água não potável: STD>1000mg/L).

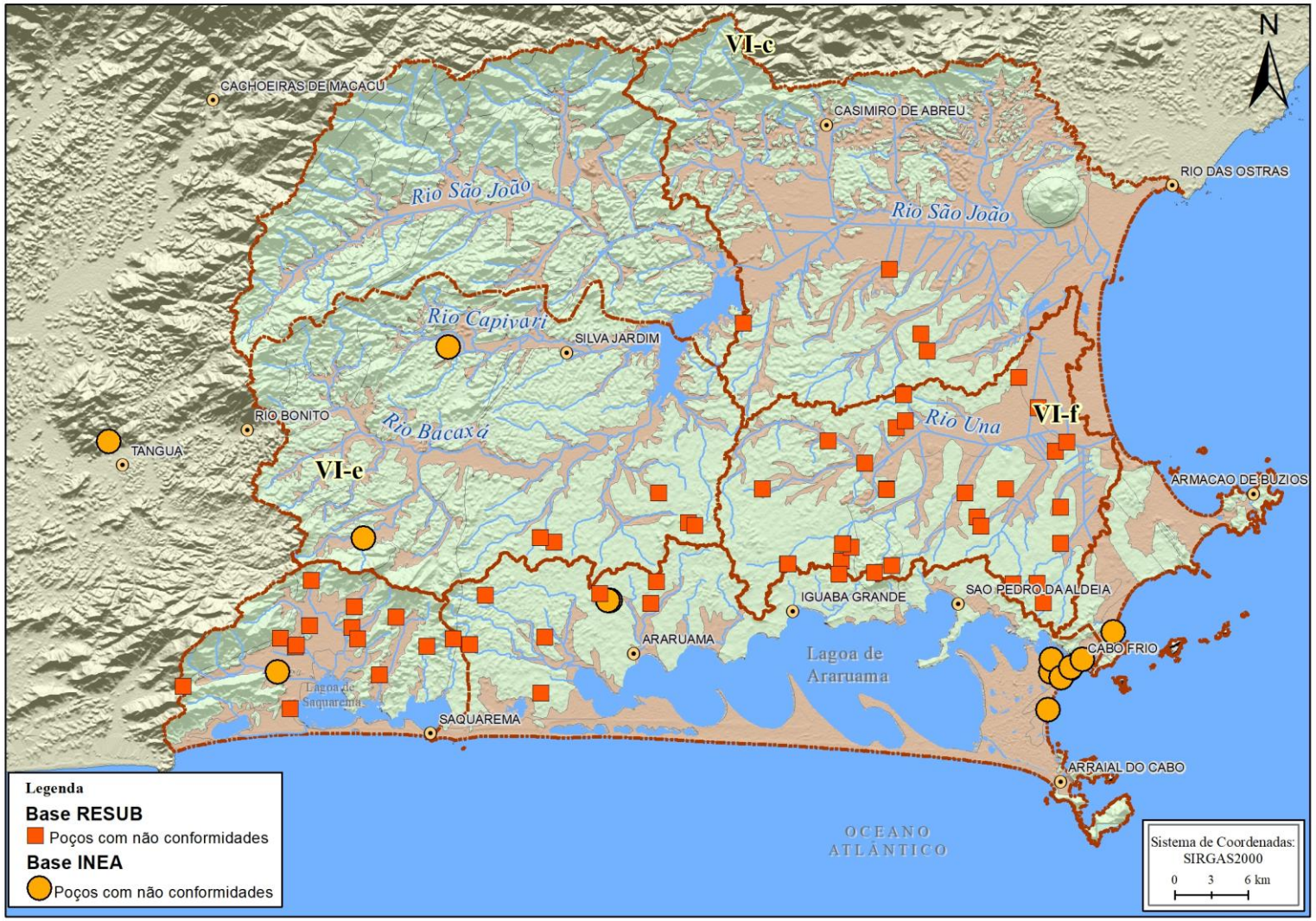
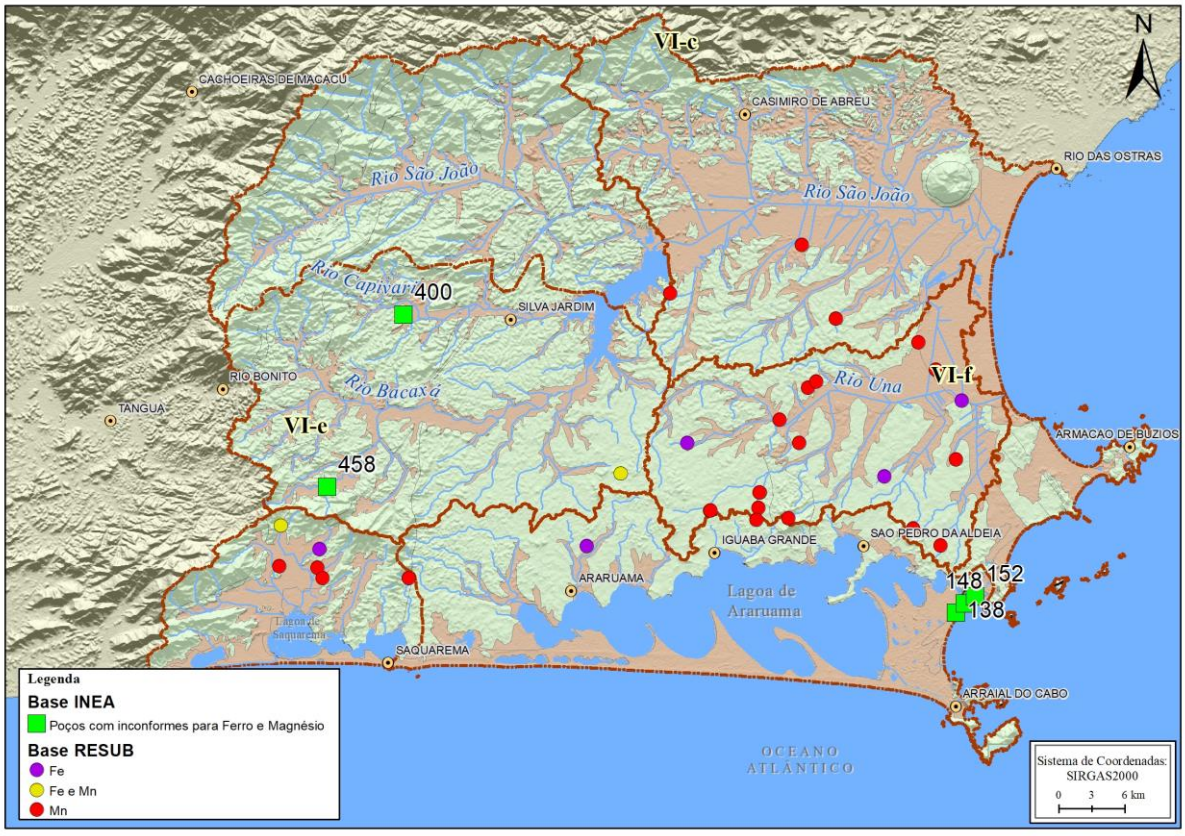
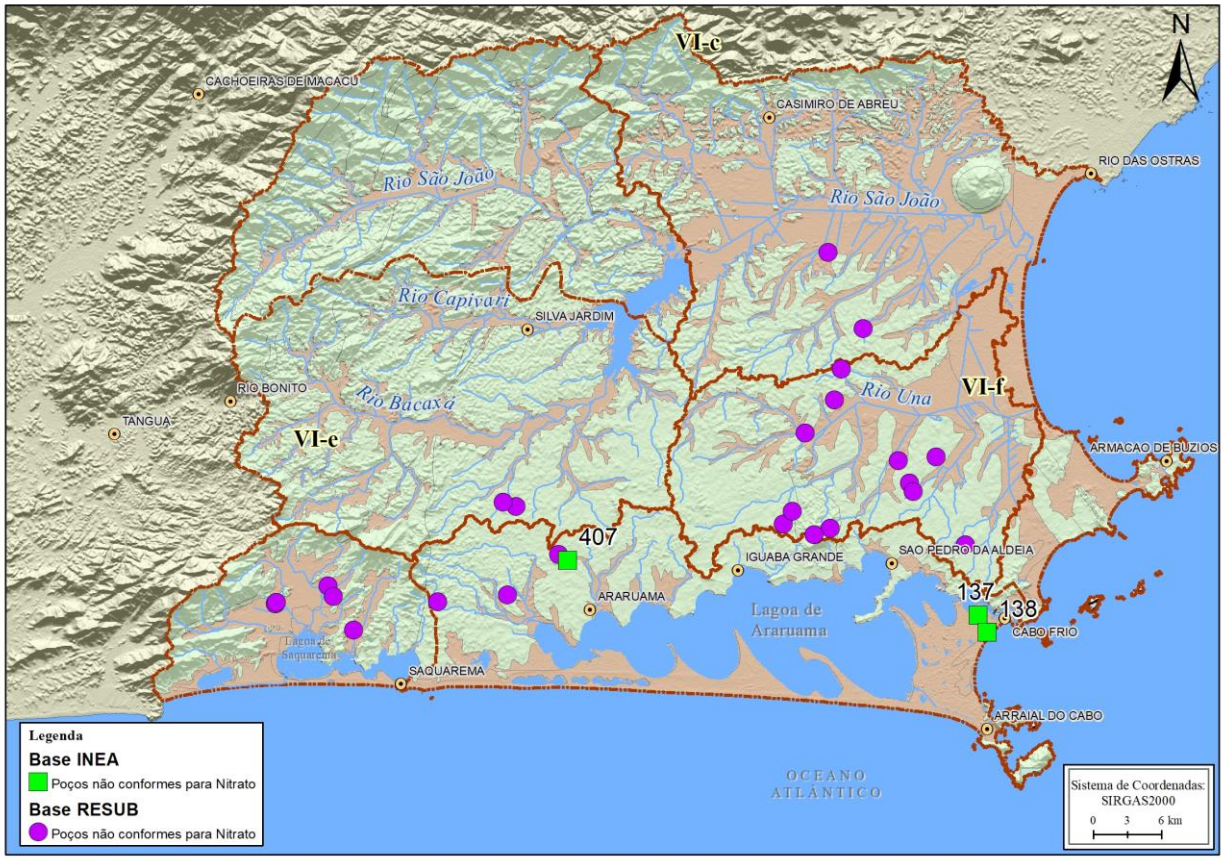
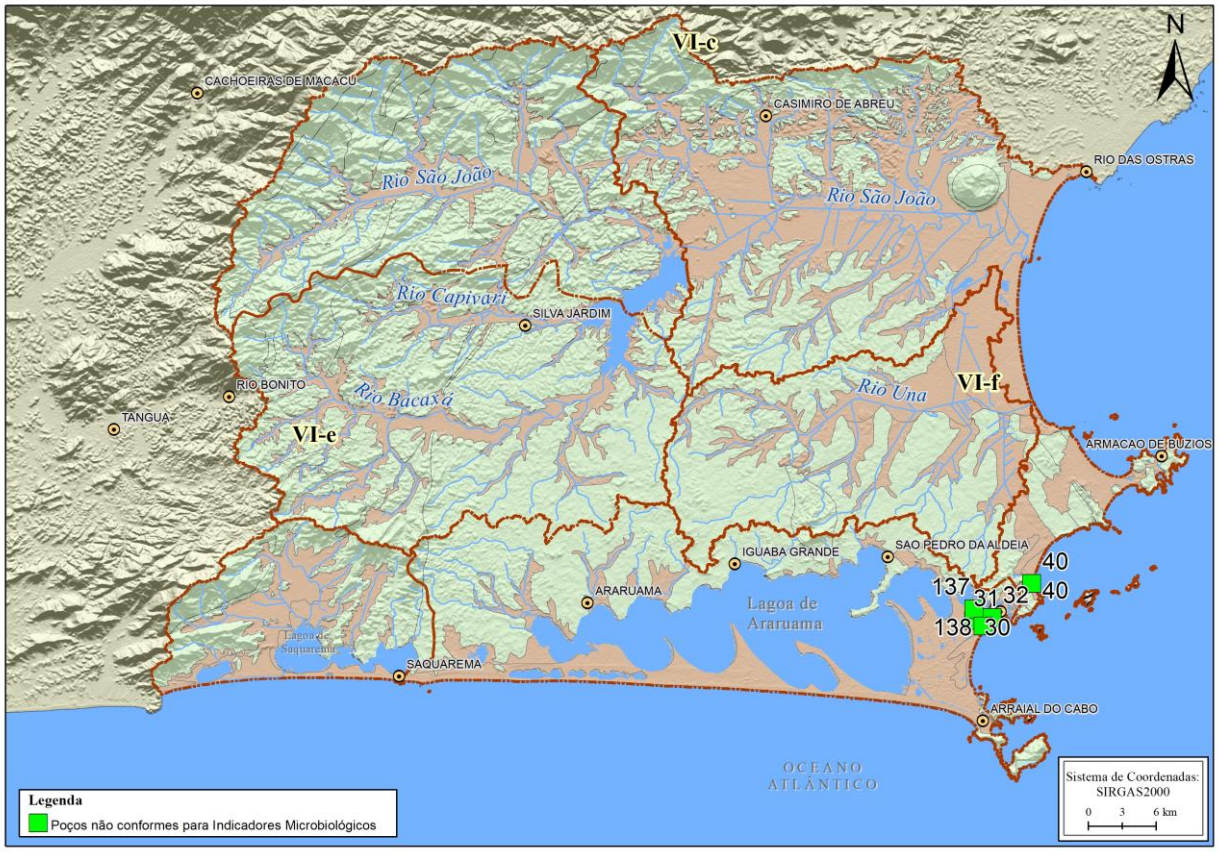


Figura 5.25 - Não conformidades na qualidade das águas subterrâneas - poços das bases do INEA e RESUB/Lagos.
Fonte de dados: RESUB (2001) e INEA (2023).

Alguns trabalhos técnico-científicos abordam a temática da qualidade das águas subterrâneas na RH-VI: NERES (2011) e LIMA et al. (2020), sobre o Distrito de Tamoios, em Cabo Frio (UHP VI-b); REBELO (2013) e BENFEITA (2017), além de BOMFIM et al. (2019), sobre o caso do Mangue de Pedra, em Armação dos Búzios (UHP VI-g); CARVALHO (2004), com estudo hidrogeoquímico em terrenos cristalinos em Silva Jardim (UHP VI-a); MENEZES et al. (2013), sobre aplicação de Índice de Qualidade de Água em hidrogeoquímica do Estado do RJ; e ALMEIDA et al. (2004a, 2004b), sobre isótopos nas águas subterrâneas da Região dos Lagos (parte da UHP VI). Na ausência de uma rede de monitoramento sistemática (tema que será abordado no item 5.9.8) e representativa da realidade hidrogeológica da RH-VI, estes trabalhos complementam as bases de poços (sintetizadas anteriormente), para compor o cenário/cena atual para fins de planejamento qualitativo dos recursos hídricos subterrâneos.




N
VI-c
CACHOEIRAS DE MACACU
CASIMIRO DE ABREU
RIO DAS OSTRAS
Rio São João
Rio São João
Rio Capivari
SILVA JARDIM
RIO BONITO
Rio Bacaxá
TANGUA
VI-e
Rio Una
VI-f
ARMACAO DE BUZIOS
407
IGUABA GRANDE
SAO PEDRO DA ALDEIA
ARARUAMA
137
138
Lagoa de Araruama
CABO FRIO
Lagoa de Saquarema
SAQUAREMA
ARRAIAL DO CABO
OCEANO ATLÂNTICO
Legenda
Base INEA
Poços não conformes para Nitrato
Base RESUB
Poços não conformes para Nitrato
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
0 3 6 km


N
VI-c
CACHOEIRAS DE MACACU
CASIMIRO DE ABREU
RIO DAS OSTRAS
Rio São João
Rio São João
Rio Capivari
SILVA JARDIM
RIO BONITO
Rio Bacaxá
TANGUA
VI-e
Rio Una
VI-f
ARMACAO DE BUZIOS
IGUABA GRANDE
SAO PEDRO DA ALDEIA
40
137
31
32
40
ARARUAMA
Lagoa de Araruama
138
30
Lagoa de Saquarema
SAQUAREMA
ARRAIAL DO CABO
OCEANO ATLÂNTICO
Legenda
Poços não conformes para Indicadores Microbiológicos
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
0 3 6 km

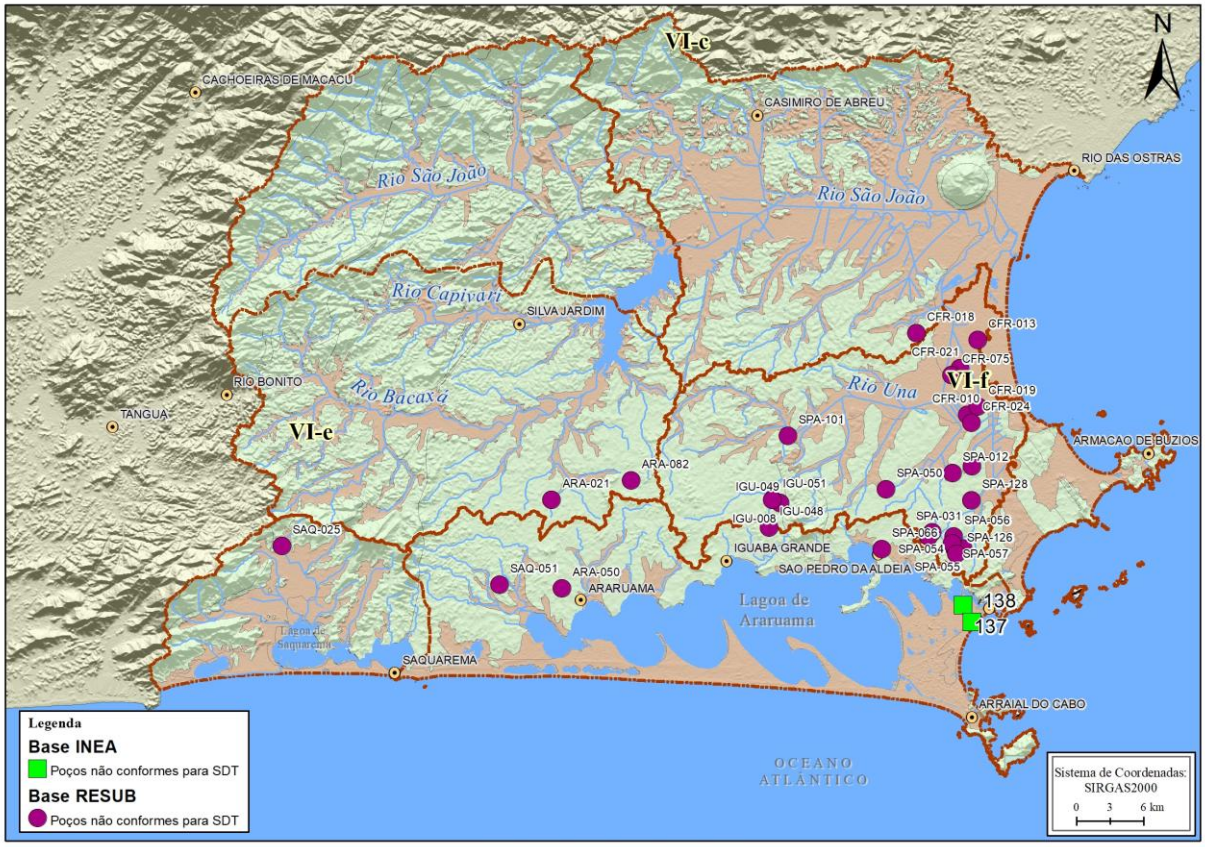


Figura 5.26 - Não conformidades na qualidade das águas subterrâneas – desde em cima para baixo: ferro e/ou manganês; nitrato, parâmetros microbiológicos e STD (> 1000mg/L). Fonte de dados: RESUB (2001) e INEA (2023).

5.9.7 Mapeamento de Vulnerabilidades Naturais e Recuperação/Remediação

Vulnerabilidade de um aquífero expressa sua maior ou menor suscetibilidade natural de ser afetado por uma carga contaminante. O levantamento existente foi elaborado dentro dos trabalhos do Mapa Hidrogeológico do Estado do RJ (CPRM, 2021), empregando-se o método GOD (*Groundwater occurrence, Overall lithology of the unsaturated zone, Depth to the water table*), que considera, como indicado nas iniciais: tipo de aquífero, litologias e profundidade do nível d´água (FOSTER, 1987; FOSTER & HIRATA, 1988; FOSTER et al., 2006).

O recorte para a RH-VI foi apresentado no Diagnóstico, em que os valores mais elevados estão nos terrenos sedimentares aluvionares; e os mais baixos, nas áreas de relevo mais alto/acidentado de terrenos cristalinos; com demais porções da RH-VI em níveis intermediários. Os terrenos de pântanos e mangues foram considerados naquele trabalho como de vulnerabilidade natural de aquíferos insignificante, mas parte destas áreas encontra-se em porções urbanizadas ou com prática agrícola, portanto, requerem atenção. A distribuição irregular de poços ao longo da RH-VI (e pequena quantidade de poços com dados de

profundidade de nível estático; e ausência de descritivos detalhados de perfis geológicos) não permite a confecção de mapas mais detalhados para fins de diagnóstico.

Este mapa, embora útil, não é adequado para escala das UHPs, demandando elaboração de algo mais detalhado. Esta ação deve passar pela avaliação de qual método utilizar; isso, pois, além do método GOD, há outros dois para caracterização da vulnerabilidade de aquíferos:

- DRASTIC, desenvolvida pela Agência Ambiental Norte-americana - EPA (ALLER et al., 1987);
- AVI (Aquifer Vulnerability Index), desenvolvido pelo NHRI - Instituto Nacional de Pesquisa Hidrológica do Canadá, na qual são considerados valores estimados do potencial de recarga do aquífero e a distância entre a superfície topográfica e o lençol freático.

O método DRASTIC (ALLER et al., 1987) considera sete características hidrogeológicas somadas de forma ponderada: D (profundidade do topo do aquífero), R (recarga), A (material do aquífero), S (Tipo de Solo), T (declividade), I (influência da zona não saturada) e C (condutividade hidráulica). O DRASTIC permite encontrar um valor numérico para cada ponto da área estudada:

DRASTIC = (Di x Dp)+(Ri x Rp)+(Ai x Ap)+(Si x Sp)+(Ti x Tp)+(Ii x Ip)+(Ci x Cp)

Onde: i é valor atribuído ao parâmetro e p o seu peso. A cada um dos parâmetros atribui-se valores i que variam de 1 a 10 cujo valor se relaciona diretamente com o potencial de poluição e um peso p que varia de 1 a 5 refletindo a importância relativa.

O método DRASTIC foi desenvolvido a partir das seguintes conjecturas: o contaminante é introduzido à superfície do terreno; o contaminante é transportado verticalmente até o aquífero pela água de infiltração; o contaminante tem a mobilidade da água; e a área mínima avaliada pelo DRASTIC é de 0,4 km^2 (ALLER et al., 1987).

O método AVI é um dos mais simplificados, sendo baseado em dois parâmetros físicos: espessura (d) de cada camada sedimentar acima da parte saturada do aquífero; e a condutividade hidráulica de cada uma dessas camadas sedimentares (K). Com base nesses dois parâmetros, d e K, a resistência hidráulica (C) é calculada por:

C = Σ di/ki para camadas de 1 a i

Neste método, são utilizados para o cálculo do índice de vulnerabilidade os fatores hidrogeológicos potencial de recarga ao aquífero (que considera a condutividade hidráulica do meio, o gradiente hidráulico e a porosidade) e a profundidade do nível d'água. Fatores como a capacidade de atenuação natural do solo não são considerados. Divide-se a profundidade do nível d'água pelo potencial de recarga, obtendo-se como resultado o tempo de percurso vertical. Este é um valor estimado de quanto tempo um contaminante dissolvido levará para atingir o aquífero. Os tempos de percurso são divididos em classes (GUIGUER & KOHNKE, 2002).

Nenhum dos três métodos considera conexões a corpos de água superficiais ou variações do nível do lençol freático. Também não são consideradas características específicas dos contaminantes, umidade específica do solo, taxas de precipitação e sua composição química.

Todos os três métodos são simplificações, com aplicações principalmente ao gerenciamento de hidrogeológico integrado de uma região, bacia ou município. A seleção entre um método ou outro varia muito em função da disponibilidade de dados, sendo o método DRASTIC envolve mais parâmetros; AVI e GOD, menos.

A principal vantagem do método GOD é exatamente a facilidade de utilização pela simplicidade, e o fato de utilizar parâmetros dos mais importantes; ademais, é o único que diferencia um aquífero livre de um confinado. Uma das principais desvantagens do método GOD é o fato de não utilizar a recarga nos cálculos (GUIGUER & KOHNKE, 2002).

Além da vulnerabilidade, o perigo de contaminação da água subterrânea pode ser definido como a probabilidade de um aquífero sofrer impactos negativos decorrentes de determinada atividade humana, a tal nível que sua água subterrânea se torne imprópria para consumo humano ou outro tipo de uso. Pode ser determinado considerando-se a interação entre a carga contaminante como resultado de atividades humanas; e a vulnerabilidade do aquífero.

A RH-VI ainda não apresenta um inventário sistemático de fontes potenciais de contaminação, muito menos um levantamento que contemple a caracterização do potencial poluidor dos empreendimentos e das fontes ao ambiente (solo/rochas subjacentes e aquíferos/águas subterrâneas). Logo, se faz necessária uma ação futura de execução de inventário sistemático, que possa subsidiar, na sequência, o cruzamento de informações com a vulnerabilidade natural dos aquíferos. Por outro lado, foi apresentado no Diagnóstico um levantamento com a localização de fontes potenciais de contaminação (Figura 5.27), como um ponto de partida à gestão e levantamentos futuros.

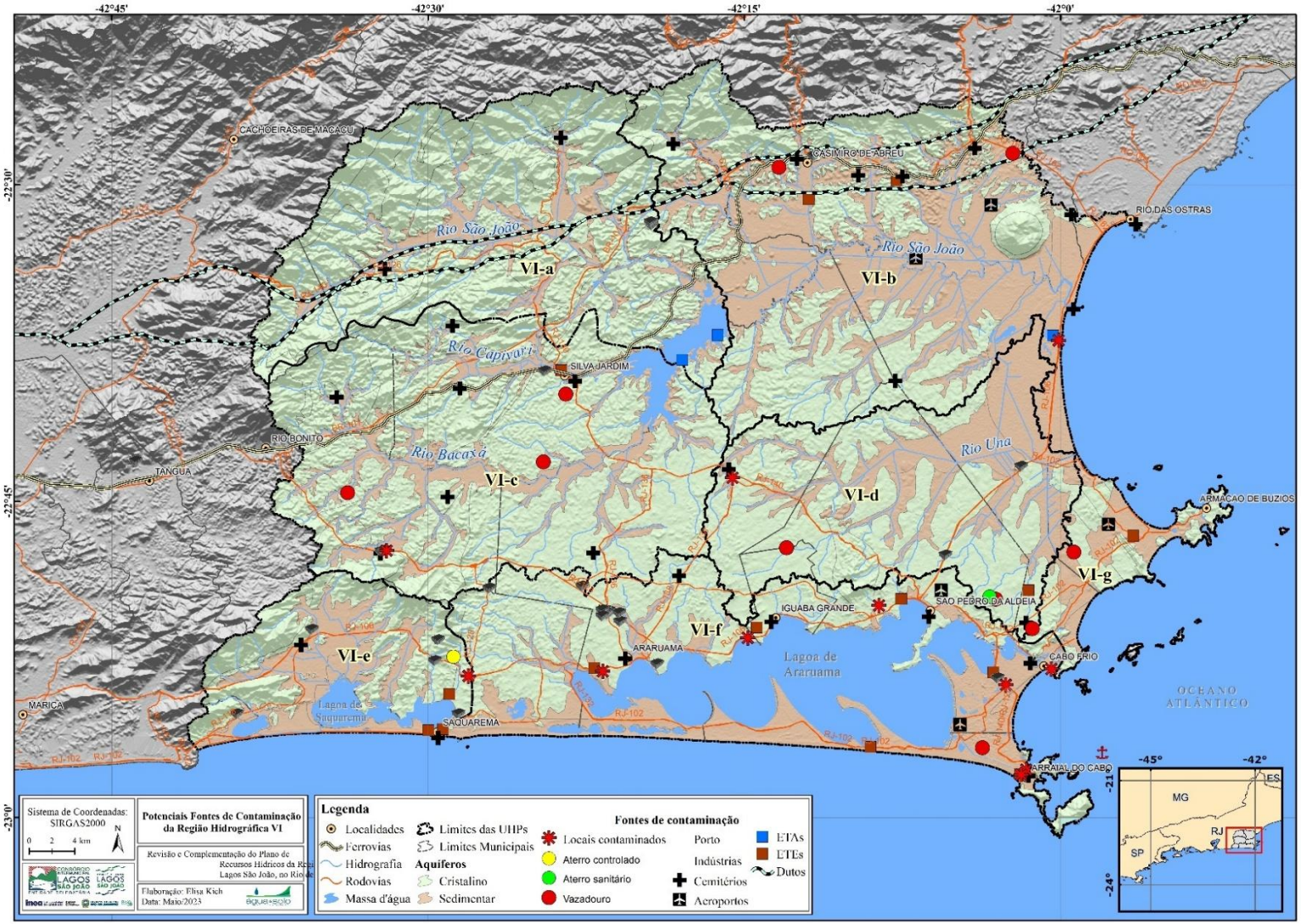


Figura 5.27 - Principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas da RH-VI. Fonte: desenvolvido neste Plano.
Fonte: Elaboração própria.

Complementarmente, foi efetuada a avaliação das cargas potenciais poluidoras difusas, com base na associação entre o mapa de uso e ocupação do solo adotado neste Plano, e classes de potencial poluidor adaptadas da literatura. Os resultados obtidos indicam clara alusão de mais elevado potencial poluidor nas áreas urbanas (concentradas sobretudo nas partes costeiras e arredores de lagoas/lagunas; e nas UHPs VI-f e VI-g), além de pequenas áreas por toda RH.

Outro aspecto que merece atenção são os casos de contaminação ou degradação ambiental já identificados, como as áreas contaminadas pelo INEA (áreas associadas a postos de combustíveis), além de outros casos ou situações de requerem cuidados, como locais com disposição de resíduos sólidos (principalmente vários lixões desativados), a antiga indústria Álcalis (planta industrial em Arraial do Cabo – OEREIRA, 2014; CARVALHO, 2021) e as salinas típicas da RH-VI (COSTA et al., 2022). Estes locais são prioritários para a execução de estudos de passivos ambientais (avaliação da contaminação e monitoramento; dependendo dos resultados, ações de recuperação ou remediação).

Quanto às áreas contaminadas, há diversos instrumentos normativos, como a Resolução CONAMA 420/2009 (federal); no RJ, a NOP-INEA-06 (Norma Operacional para avaliação ambiental da qualidade do solo e água subterrânea em postos de serviços) e a Resolução INEA nº 122/2015 (que aprovou esta NOP). Todas as 11 áreas da listagem do INEA (2022) na RH-VI são postos de combustíveis, sendo 3 consideradas “Áreas Contaminadas sob Intervenção” (áreas em que foi constatada a presença de substâncias químicas em fase livre; ou comprovada, após investigação detalhada e avaliação de risco, a existência de risco à saúde humana) e 8 “Áreas Contaminada sob Investigação”. Os contaminantes são predominantemente compostos orgânicos (BTEX - benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno; PAHs - *polycyclic aromatic hydrocarbons* ou hidrocarbonetos aromáticos policíclicos).

Adicionalmente, é sugerido procedimento semelhante ao efetuado pelo órgão ambiental paulista (CETESB), de cadastramento compulsório de postos com execução de estudos básicos de passivos ambientais (neste caso, postos são alvo prioritário, pelo grande número de situações com passivos detectadas).

Quanto aos locais com disposição de resíduos sólidos urbanos, há um aterro sanitário na RH-VI (aterro Dois Arcos), localizado em São Pedro da Aldeia (UHP VI-d, no alto curso do Pântano da Malhada, afluência à margem direita do rio Una), que opera desde 2008 e, atualmente, recebe a maioria dos resíduos gerados na RH-VI, incluindo dos municípios de São Pedro da Aldeia, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Silva Jardim e Araruama. Em Saquarema, o antigo lixão opera atualmente como aterro controlado após melhorias efetuadas alguns anos atrás.

Se a destinação dos resíduos gerados atualmente é predominantemente satisfatória por concentrar-se sobretudo em aterro sanitário (Dois Arcos), a situação permanece indefinida em relação a passivos ambientais, sobretudo de vários antigos lixões (vazadouros) desativados (ou que recebem atualmente no máximo podas, entulho ou material provisoriamente estocado), cuja existência foi identificada em vistoria de campo ou através de listagem fornecida pelo INEA de 2023: a) UHP VI-b: dois em Casimiro de Abreu, um a oeste da sede (urbana) e outro mais a leste, próximo ao limite com Rio das Ostras; b) UHP VI-c: três locais, sendo um em Rio Bonito (Estrada Boa Esperança Nova) e dois em Silva Jardim (um localizado imediatamente ao sul da sede/urbana; outro, na porção sul do município, próximo ao limite com Araruama); c) UHP VI-d: um em São Pedro da Aldeia, nas proximidades de Iguaba Grande, situado no alto curso do rio Una (acesso pela RJ-140); e um em Cabo Frio (Monte Alegre), próximo ao limite com a UHP-g; d) UHP VI-f: um local em Arraial do Cabo, próximo ao pórtico na entrada da cidade; e e) UHP VI-g: um em Armação de Búzios (Baía Formosa). Assim, tais locais, assim como os postos de combustível, são prioritários para a execução de estudos de passivos ambientais.

5.9.8 Monitoramento das águas subterrâneas

Uma das deficiências detectada na RH-VI é a inexistência de redes de monitoramento das águas subterrâneas, quantitativas e/ou qualitativas, tanto pelo órgão ambiental estadual (INEA), quanto pela CPRM.

No nível nacional, a CPRM opera a RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas da CPRM tem as seguintes características gerais principais (CPRM, 2013; 2023):

- Natureza: rede principalmente quantitativa;
- Perfil dos poços: rasos (ou até 50-100m);
- Pontos monitorados: sempre dedicados (exclusivos da rede);
- Densidade de pontos: variável, levando em conta usos da água, uso e ocupação do solo, densidade demográfica e extensão regional do aquífero;
- Armazenamento: através do SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas;
- Parâmetros monitorados: nível d'água (quantitativo) e parâmetros físico-químicos;
- Frequência: a) Nível d'água – medidas horárias; b) Parâmetros físico-químicos – apenas alguns dos parâmetros da Resolução Federal CONAMA n. 396/2008 (pH, condutividade elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, turbidez e nitrato) – semestral a anual (dependendo do local); c) Análises físico-químicas mais completas – anual a quinquenal (parâmetros variáveis, dependendo do local e das variações observadas nos resultados de monitoramento);
- Preocupação com integração com as estações de monitoramento hidrometeorológicas para correlação águas de chuva – subterrâneas - superficiais;
- Todas as amostragens para fins de análises são efetuadas com equipamento de baixa vazão (*low flow*) e filtradas manualmente (membrana a 0,45µm). Nestas ocasiões, há medição de alguns parâmetros *in situ* (condutividade elétrica, pH, Potencial redox - ORP, temperatura da água e ambiente, além de dosagens em campo de nitrato, nitrito e alcalinidades, com equipamentos portáteis);

Os órgãos ambientais (CETESB) e outorgante (DAEE) do Estado de São Paulo, por exemplo, apresentam uma rede integrada quanti-qualitativa, com poços exclusivos, de perfil semelhante à RIMAS.

Outra possibilidade – inclusive podendo ser concomitante e complementarmente a redes integradas quali-quantitativas -, é a existência de uma rede com poços em produção (em funcionamento), não dedicados (estritamente à rede de monitoramento), com finalidade

sobretudo qualitativa. A CETESB faz isso no Estado de São Paulo, utilizando poços de concessionárias de abastecimento público (como a SABESP).

A CETESB analisa maior número de parâmetros de qualidade (comparativamente à RIMAS), sendo os principais:

- Físicos: temperatura da água e do ar, sólidos dissolvidos totais e sólidos totais;
- Químicos: pH, alcalinidade - bicarbonato, alcalinidade - carbonato, alcalinidade - hidróxido, condutividade elétrica, dureza total, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio Kjeldhal total, carbono orgânico dissolvido, cloreto, fluoreto, sulfato e as concentrações totais de alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, cálcio, chumbo, cobalto, cobre, crômio, crômio hexavalente, estanho, estrôncio, ferro, lítio, magnésio, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, potássio, prata, selênio, sódio, titânio, urânio, vanádio e zinco;
- Microbiológicos: Coliformes totais, bactérias heterotróficas, Escherichia coli.
- Para alguns pontos localizados em áreas rurais ou próximos a elas, a partir de 2010 a CETESB tem determinado agroquímicos (agrotóxicos) legislados, como: herbicidas fenioxiácidos clororados, herbicidas triazinas, outros herbicidas, pesticidas organoclorados e pesticidas organofosforados.
- Para alguns poços, a partir de 2010, também têm sido determinados compostos orgânicos voláteis, tendo em vista o histórico da industrialização.
- Adicionalmente, com objetivo de avaliar a ocorrência de substâncias que agem como interferentes endócrinos, ou seja, que possuem a capacidade de interferir na produção ou ação dos hormônios, foi introduzida a avaliação de atividade estrogênica em 2011. Estes compostos podem atingir os mananciais subterrâneos pela contaminação com esgoto doméstico, pela percolação de pesticidas ou outros compostos aplicados no solo (CETESB, 2023).

De forma geral, a estruturação esquemática de um programa de monitoramento é apresentada na Figura 5.28, segundo EUROPEAN COMMUNITIES (2003), devendo a rede de monitoramento ser implantada de forma gradual, em função dos custos. Sua

estruturação e operação devem ser estabelecidas de acordo com as características dos corpos d´água subterrânea considerados; do nível de conhecimento existente (incluindo o nível de confiança nos modelos conceituais); do tipo, extensão e variação das pressões sobre estes corpos d´água, bem como do risco a partir dessas pressões.

UIL et al. (1999) definem que o monitoramento é um processo cíclico, na medida em que o aprimoramento da caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica conduz à revisão e adaptação da rede (Figura 5.29).

Embora o foco da RIMAS seja em aquíferos sedimentares (granulares) regionais mais relevantes, algum dos órgãos (CPRM ou INEA) poderia avaliar a possibilidade de instalação de um conjunto inicial de poços de monitoramento prioritariamente nos arredores do reservatório Juturnaíba, dada a importância estratégica deste manancial. Neste caso, seriam do perfil da RIMAS/CPRM ou rede integrada DAEE-CETESB, com poços rasos, dedicados (exclusivos) e para levantamentos quantitativos e qualitativos.

Outra situação de interesse prioritária seriam localidades com poços utilizados para abastecimento público. Esta situação poderia ser avaliada em relação, p.e., aos dois poços da concessionária Águas de Juturnaíba em Cesário Alvim, Silva Jardim.

A Resolução CNRH nº 107/2010, que "estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para planejamento, implantação e operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas", em seu Art. 3º, indica que a escolha dos pontos de monitoramento deverá considerar: I - o uso e a ocupação do solo; II - a demanda pela água subterrânea (densidade de poços; volume de explotação; densidade e crescimento populacional; uso da água para abastecimento público; tipo de atividade econômica; áreas de conflitos); III - caracterização geológica; IV - caracterização hidrogeológica (hidráulica; geometria; tipo de aquífero; zonas de recarga/descarga; e interação das águas superficiais e subterrâneas); V – hidrogeoquímica (características naturais das águas subterrâneas; e águas subterrâneas alteradas por ações antrópicas); VI- vulnerabilidade natural dos aquíferos, risco de poluição das águas subterrâneas e áreas contaminadas; VII – clima (tipos climáticos; área sujeita a eventos hidrometeorológicos críticos); VIII - aquíferos de importância estratégica; e IX - a proximidade e possibilidade de integração com estações de monitoramento

hidrometeorológicas. Estes são fatores que devem ser considerados como critérios de seleção de aquíferos e locais a serem monitorados.

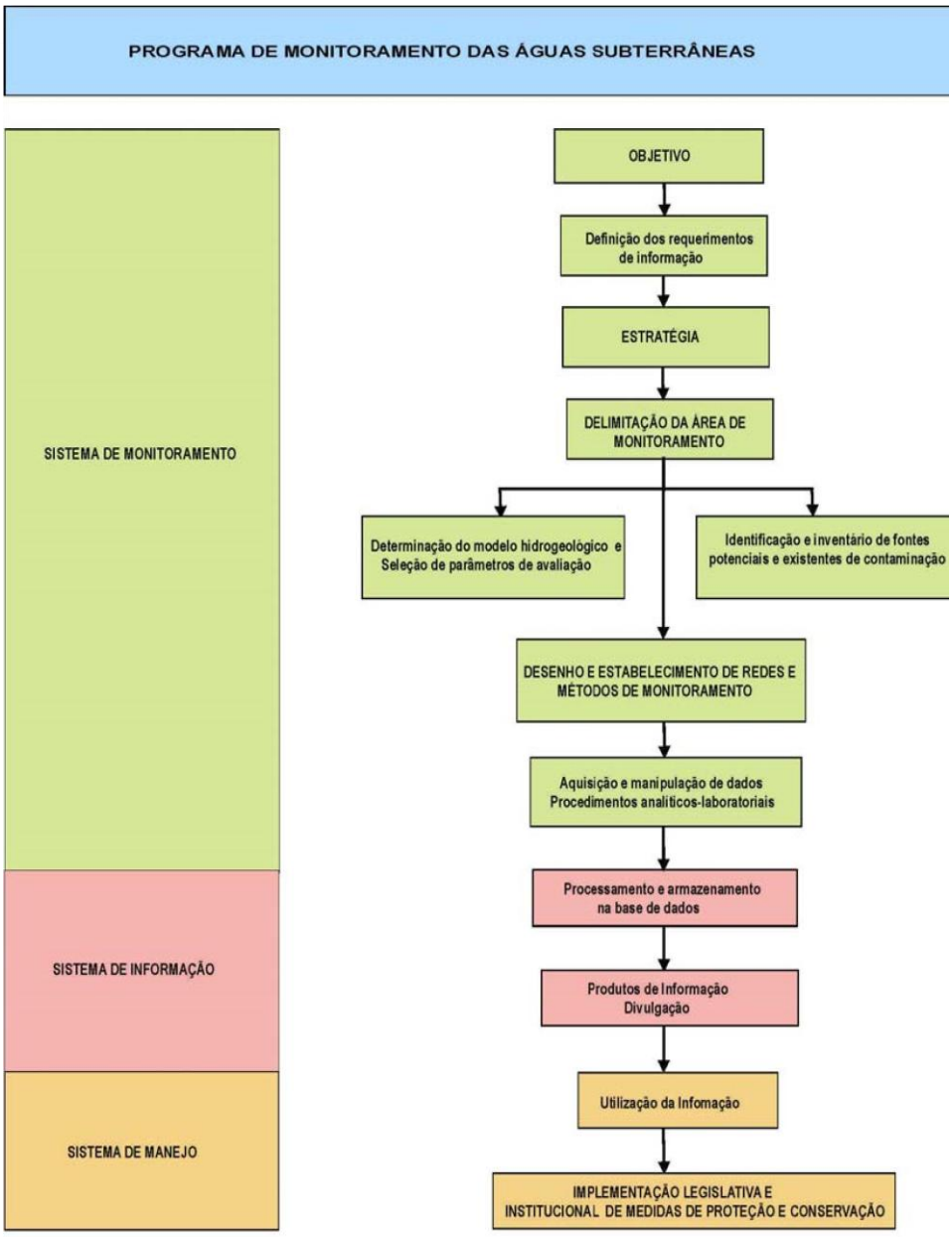


Figura 5.28 - Sistemas envolvidos em um programa de monitoramento de águas subterrâneas. Fonte: MARTINEZ (2004) in CPRM (2009).

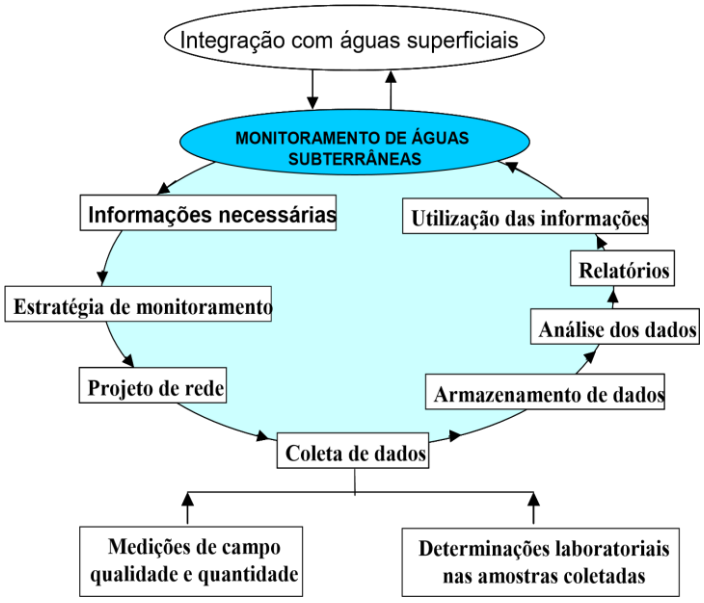


Figura 5.29 - Ciclo de um programa de monitoramento.
Fonte: UIL et al. (1999) in DIAS (2005).

Quanto ao número e à densidade de pontos de amostragem, não há uma regra específica; bom senso e prioridades regionais, ou alvos, como indicados no presente trabalho para a RH-VI, devem sempre ser considerados. A literatura indica grande diversidade de propostas:

- A Agência Ambiental Europeia recomenda uma densidade de um ponto de amostragem a cada 25 km^2 para áreas altamente impactadas e um ponto a cada 100 km^2 em outras áreas; quanto maior a vulnerabilidade e a complexidade hidrogeológica do corpo hídrico, maior deverá ser a densidade de pontos de monitoramento (EUROPEAN COMMUNITIES, 2003).
- No Estado da Califórnia (EUA), para programas de monitoramento de qualidade, foram adotados os seguintes critérios de densidade de poços: 1 poço a cada 25 km^2; para bacias hidrográficas < 500 km^2, deve haver pelo menos 20 pontos de monitoramento, em função de se obter significância estatística; e para bacias hidrográficas com mais de 1.500 km^2, não mais de 60 pontos de monitoramento devem ser selecionados, em função do custo-benefício (CALIFORNIA STATE, 2003 in DIAS, 2005).

- A rede regional de monitoramento de qualidade da CETESB (SP) não tem os pontos de monitoramento espaçados segundo uma malha constante ou homogênea, mas se pretende, ao longo do tempo, atingir 1 ponto a cada 25 km^2 em áreas com iminente risco de poluição; 1 ponto a cada 100 km^2 em corpos hídricos priorizados em função da vulnerabilidade e de atividades antrópicas, e 1 ponto a cada 400 km^2 em outras áreas (DIAS, 2005; CETESB, 2023).

CEPAS (2013) indica que redes regionais de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas têm características intrínsecas que limitam a sua eficiência. A raiz desse problema reside basicamente na forma de obtenção da informação hidrogeológica que se monitora, que é através de poços (tubulares de produção ou dedicados), os quais são essencialmente "míopes", isto é, não têm a capacidade de "enxergar" um evento a uma distância maior que algumas dezenas ou centenas de metros a partir de seu centro, tanto para o monitoramento de qualidade, quanto de quantidade. Em estudos de sítios contaminados (tipicamente efetuados em escalas de maior detalhe), aumentar a densidade é a resposta natural a esta "miopia"; entretanto, em estudos e redes regionais, tal procedimento torna-se economicamente inviável, sobretudo em países com a dimensão continental como o Brasil. Assim, desenvolver uma rede de monitoramento que tencione dar conta de detectar problemas de qualidade ou de quantidade é um grande desafio que se coloca aos órgãos de gerenciamento dos recursos hídricos.

Mesmo com estas dificuldades, uma rede de monitoramento regional, do ponto de vista qualitativo, funciona para ações específicas, como: determinação da qualidade natural (e suas anomalias naturais) e estabelecimento de valores de referência; monitoramento de qualidade de fontes de contaminação dispersas e multipontuais; monitoramento de áreas com alto perigo de contaminação (alta vulnerabilidade e elevada densidade de cargas potencialmente contaminantes); melhoria das informações sobre o aquífero e seu modelo conceitual; avaliação de eventos de causas atmosféricas nas águas subterrâneas (chuvas ácidas, deposição de material na precipitação atmosférica); entre outras.

5.9.9 Gestão de Aquíferos e Normativos Relevantes

O gerenciamento de aquíferos demanda atenção criteriosa diante da heterogeneidade geológica, da variação na produtividade dos poços e da presença potencial de salinidade

ou contaminação. Apesar da disponibilidade de água subterrânea, a expansão do uso desses recursos requer bases de dados confiáveis, estudos sistemáticos e ações de gestão que garantam proteção ambiental e segurança hídrica. Instrumentos legais, como a outorga de direito de uso, desempenham papel central no controle quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas, sendo essenciais para o planejamento de sistemas de abastecimento e prevenção de impactos.

A proteção das fontes inclui a definição de perímetros de captura e zonas de influência, que delimitam áreas de recarga e controle do uso do solo para evitar poluição e garantir a resiliência dos sistemas. Políticas públicas, planos de segurança da água, planos municipais de saneamento e perímetros de proteção de poços fortalecem a gestão, especialmente em localidades sujeitas a eventos críticos de escassez hídrica, variações sazonais, acidentes ambientais ou densidade elevada de uso.

Normativas estaduais e federais, bem como resoluções de órgãos como CNRH e CONAMA, fornecem diretrizes para enquadramento, monitoramento, outorga, proteção e uso sustentável das águas subterrâneas. Normas técnicas específicas regulam a construção e operação de poços de monitoramento e procedimentos de avaliação de passivos ambientais, garantindo a qualidade da água e a integridade do aquífero. A gestão de águas minerais exige regulamentação adicional, contemplando composição química, classificação das fontes, proteção das áreas e aspectos sanitários. O uso sustentável e seguro dos recursos hídricos subterrâneos depende da integração desses instrumentos, do avanço do conhecimento técnico-científico e da conscientização de usuários e gestores.

5.10 Reservatório de Juturnaíba

Considerando a grande importância do reservatório de Juturnaíba no abastecimento da população da RH-VI foi fundamental realizar um estudo setorial focado nesta temática. O propósito fundamental desse estudo foi realizar uma avaliação crítica das informações pertinentes relacionadas à quantidade de água disponível para abastecimento e outros usos, bem como a qualidade dessa água.

5.10.1 Aspectos quantitativos

Localizado no estado do Rio de Janeiro entre os municípios de Silva Jardim e Araruama, o reservatório de Juturnaíba é o principal manancial de abastecimento da bacia do rio São João, sendo responsável pelo abastecimento público de 75% da população, em especial dos municípios da zona costeira (CBHLSJ, 2023). Os rios São João, Bacaxá e Capivari são os principais cursos d'água responsáveis pelo abastecimento do reservatório, sendo que os dois últimos formavam a antiga lagoa de Juturnaíba.

A construção da barragem iniciou em 1980 e foi finalizada em 1984, como parte de um programa coordenado pelo Ministério do Interior, com a participação do extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). O resultado dessa intervenção foi a ampliação da área do lago, que passou de 8 km² para cerca de 43 km², alterando significativamente a conformação dos recursos hídricos da bacia, já que incorporou as águas do rio São João ao reservatório (NORONHA, 2009). A Figura 5.30 apresenta a sobreposição da antiga lagoa, estimada através de antigas imagens de satélite, com o atual reservatório de Juturnaíba.

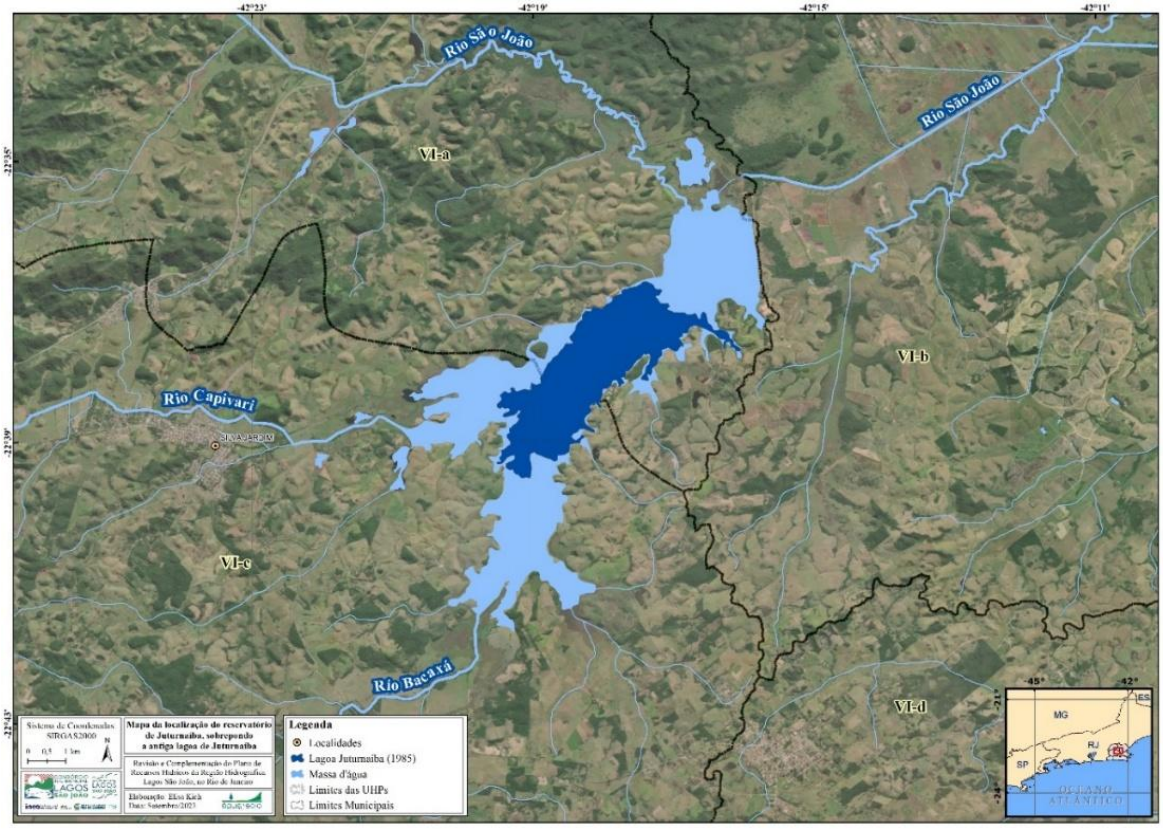


Figura 5.30 - Localização do reservatório de Juturnaíba e da antiga lagoa de Juturnaíba
Fonte: Elaboração Própria.

Como um dos objetivos deste projeto, além da segurança hídrica para o abastecimento de água dos habitantes dos municípios da Região dos Lagos, previa-se a irrigação de terras a jusante (BIDEGAIN, 2003), o que não ocorreu até hoje. Segundo o mesmo autor, as dimensões e o volume de água armazenada no reservatório mostraram-se exageradas e incompatíveis com o número de habitantes dos municípios da Região dos Lagos, o que acarretou vários impactos para os ecossistemas naturais da área de influência do reservatório.

Se por um lado a região dos Lagos não apresenta problemas com a falta de água para abastecimento, a região leste metropolitana do Rio de Janeiro enfrenta um quadro de insegurança hídrica em seu manancial abastecedor, o sistema Imunana-Laranjal (Britto et al., 2016), quadro este que vem se agravando face ao crescimento vertiginoso do município de São Gonçalo nas últimas décadas (PEREIRA et al, 2022). Entre as alternativas que visam mitigar este problema, a mais abordada atualmente é a construção de uma barragem de regularização de vazão no rio Guapiaçu, porém seus impactos ambientais trazem consequências que desmobilizam sua instalação.

Assim, como uma alternativa a construção da barragem no rio Guapiaçu, surge a alternativa de transposição de águas de Juturnaíba para o leste metropolitano. Desta forma, torna-se necessária a realização de estudos mais aprofundados abordando o balanço hídrico do reservatório, até mesmo para saber quanta vazão poderia ser regularizada para o leste metropolitano, ou para futuras novas demandas que possam surgir.

Portanto, a fim de conhecer a disponibilidade hídrica do reservatório de Juturnaíba, tanto para as demandas atuais quanto para as futuras, buscou-se a realização de um balanço hídrico simplificado. O balanço hídrico é uma ferramenta que permite avaliar o volume da água resultante após quantificar todos os seus usos.

Em reservatórios de grande área superficial, o balanço hídrico vertical na superfície do reservatório, ganha relevância no balanço como um todo. Neste limite, há uma parcela de entrada de água devido a precipitação direta e uma parcela de remoção de água devido a evaporação direta, ambas sobre o reservatório. Ainda, dependendo das condições hidrogeológicas do local, há uma parcela de água que infiltra para o lençol freático ou um fluxo subterrâneo que abastece o reservatório. Independente se o fluxo é positivo (abastecimento) ou negativo (infiltração), a contribuição do fluxo subterrâneo para o balanço como um todo tende a ser desprezível em alguns casos.

Além dos processos verticais, o balanço hídrico em reservatórios também considera a vazão afluente natural, dos rios onde o barramento está localizado. Esta parcela é considerada um fluxo positivo, ou seja, uma entrada de água para o reservatório (talvez a mais importante). As parcelas de saída são devido a operação do reservatório, que podem ser fluxos devido a turbinamento, vertimento ou extravasamento, descargas de fundo e outras formas de operação do reservatório. Há também a possibilidade de haver captação de água em reservatórios (saída) e lançamento de efluentes tratados (entrada) que devem ser considerados no balanço hídrico dessas unidades.

Os dados utilizados para a estimativa quantitativa são apresentados em detalhe no item de metodologia dos aspectos quantitativos no produto de Prognóstico Setorial, que pode ser consultado para maior detalhamento.

Foram realizados múltiplos testes para avaliar diferentes níveis de demanda de captação no reservatório. Inicialmente, a vazão de retirada estabelecida como a demanda atual, equivalente a 3 m³/s, foi analisada. Nesse cenário, o reservatório manteve-se com comportamento constante, em proximidade considerável à sua cota operacional de 8,4 metros, correspondendo a um volume de aproximadamente 63,5 hm³.

Para examinar vazões de retirada destinadas a futuras demandas, deu-se início à simulação com o dobro da vazão atual, ou seja, 6 m³/s. Como resultado, o volume do reservatório ainda ficou consideravalemente distante da cota do volume do morto, sem a ocorrência de falhas. Prosseguindo com a análise, adotou-se a vazão de 8 m³/s como demanda futura. Em contraste com a demanda de 6 m³/s, o reservatório começou a apresentar falhas, registrando uma média de 1,22% ao longo dos anos analisados.

Finalmente, simulou-se uma vazão de retirada de 10 m³/s e o reservatório ultrapassou a média aceitável de falhas de 5%, com uma média de 6,99%.. Embora o reservatório tenha excedido o limite de falhas estabelecidos, não sustentando a retirada de água para esta demanda, este valor ultrapassou em 7 m³/s as demandas atuais, demonstrando a capacidade do reservatório em fornecer vazões maiores do que as que vem sendo retiradas.

Apesar dos resultados apresentados, é importante ressaltar que a análise apresentada é preliminar, baseada na base de dados disponível, carecendo de informações mais precisas para uma simulação efetiva do comportamento do reservatório. As limitações, como a falta de dados de precipitação e evaporação, a ausência de um levantamento batimétrico para determinação da CAV, e o monitoramento das vazões captadas e extravasadas do reservatório, são fatores limitantes neste processo. No entanto, o estudo possibilitou concluir que, diante das demandas atuais, o reservatório apresenta uma alternativa viável para a captação de água para demais usos, servindo como base para estudos posteriores que possam surgir.

5.10.2 Aspectos qualitativos

O reservatório de Juturnaíba está localizado entre os municípios de Silva Jardim e Araruama. A formação do reservatório ocorreu entre 1982 e 1984, cobrindo a antiga lagoa de Juturnaíba e criando um ecossistema aquático completamente diferente do original.

Esta represa recebe os deságues dos rios São João, Bacaxá e Capivari, sendo construída com o propósito de fornecer abastecimento público e suportar a irrigação nas áreas planas que foram drenadas (MORAIS et al., 2016). Resulta, assim, no maior reservatório de água doce destinado ao abastecimento humano no estado do Rio de Janeiro (CBHLSJ, 2022), logo, a qualidade da água do reservatório é de fundamental importância.

Em 2013, realizou-se um parecer técnico sobre as condições limnológicas do reservatório (PEREIRA et al., 2013) no âmbito do uso de suas águas para abastecimento público. Conforme o parecer, mesmo antes do barramento do rio São João para formar o reservatório, já ocorriam florações de cianobactérias no reservatório de Juturnaíba, principalmente devido à agricultura e lançamento de esgotos.

Com os dados coletados de 2011 a 2013, percebeu-se que o rio Bacaxá apresentou a mais elevada turbidez da água e concentrações de sólidos totais em suspensão, seguido do rio Capivari. As águas nos quatro tributários variaram de levemente ácidas a levemente alcalinas, com maiores valores no rio São João e, de modo geral, foram bem oxigenadas. Ainda, as águas da captação e do rio São João apresentaram-se como mesotróficas e dos rios Bacaxá e Capivari, como eutróficas. E as concentrações de fósforo total oscilaram sazonalmente tanto nos tributários como no reservatório (PEREIRA et al., 2013).

A partir desses resultados, Pereira et al. (2013) faz recomendações principalmente referentes ao uso do solo e aporte de esgotos. Isso inclui estudos para monitorar, identificar e reduzir essas fontes de nutrientes, para assim mitigar a eutrofização e potenciais florações associadas.

Um estudo de Souza (2013) realizou uma avaliação da distribuição dos metais Al, Pb, Cu, Mn, Fe e Zn e Hg, nos sedimentos superficiais do reservatório Juturnaíba. Os resultados indicaram que os maiores valores de Pb, Zn, Mn e Hg estão associados com o rio Bacaxá. Os outros metais, Al, Fe e Cu, tiveram maiores concentrações associadas com o aporte do rio São João, próximo ao vertedouro da barragem. Destaca-se, também, que as maiores concentrações Pb, Zn, Mn e Hg ocorreram em uma área de significativa produção de macrófitas, onde o processo de metilação pode ser mais significativo (SOUZA, 2013).

Mais tarde, em 2016, uma pesquisa de Morais et al. avaliou a qualidade da água do reservatório de Juturnaíba. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas realizadas a montante nos rios, comparando-as com a qualidade a jusante.

No estudo, destaca-se que o rio São João ainda mantém uma boa qualidade da água, embora apresente coliformes termotolerantes com valores bastante expressivos pelo estabelecido na resolução CONAMA 357/2005. De maneira geral, esse rio mantém condições equilibradas para a vida aquática (MORAIS et al., 2016).

Por outro lado, o rio Capivari sofreu notáveis alterações nos níveis de oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes em pontos antes e após a ETE, com o OD significativamente abaixo dos valores esperados e os coliformes acima. O rio Bacaxá também apresentou aumentos significativos nos níveis de coliformes termotolerantes, além de variações na condutividade elétrica (MORAIS et al., 2016).

A Represa de Juturnaíba, apesar de receber águas contaminadas dos rios Capivari e Bacaxá, manteve melhores condições de qualidade da água, com valores de coliformes termotolerantes abaixo do limite. No entanto, a presença abundante de macrófitas sugere uma excessiva carga de nitrogênio e fósforo, possivelmente provenientes de fertilizantes agrícolas, ou de esgoto lançado diretamente nela, ou carreado pelos rios que nela desembocam. Entretanto, a análise de íons mostrou conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357. Ainda, pôde ser observada a clarificação da água durante as coletas, sendo que a coloração turva da água da represa sugere a presença de sedimentos provenientes dos rios afluentes (MORAIS et al., 2016).

Em 2021, a Águas de Juturnaíba realizou um estudo de autodepuração e diluição do efluente tratado da Estação de Tratamento de Esgoto Caju (ETE Caju), situada em Silva Jardim - RJ, no rio Capivari, afluente à Represa de Juturnaíba. No estudo, foram analisados dois cenários. O cenário 1 considerou o limite máximo dos parâmetros do efluente tratado para que não ocorra o desenquadramento do corpo hídrico, sendo ele considerado de classe 2, conforme a CONAMA 357/2005. E o cenário 2 analisou o comportamento do Rio Capivari a jusante do lançamento do efluente tratado nas concentrações máximas estabelecidas na NOP-INEA-45 para ambientes lóticos (ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, 2021).

Como resultado, tem-se que, para o cenário 1, não ocorreu o desenquadramento do corpo receptor em nenhum parâmetro na zona de mistura inicial, assim como ao longo de todo percurso do corpo receptor até a foz na Represa de Juturnaíba. Bem como, o cenário 2 demonstra que o lançamento do efluente tratado nas concentrações máximas estabelecidas na NOP-INEA-45 para ambientes lóticos não provoca o desenquadramento do Rio Capivari. Ainda, para ambos os cenários, as concentrações na foz do rio Capivari estão dentro dos limites de lançamento estabelecidos pela NOP-INEA-45 para ambientes lênticos, como se classifica a represa de Juturnaíba (ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, 2021).

Assim, a preservação do reservatório de Juturnaíba e de seus afluentes é de extrema importância para garantir o abastecimento de água de qualidade para a população e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos na região. Os estudos mostram que a poluição dos rios Bacaxá e Capivari, que deságuam nele, representa um desafio com implicações na qualidade da água do reservatório, destacando os poluentes provenientes, principalmente, de atividades agrícolas e lançamentos de esgotos. Logo, é essencial uma gestão adequada e cuidado com a qualidade da água dos afluentes e da represa, visando seu uso sustentável.

Complementar aos estudos apresentados anteriormente, foi realizado recorte dos dados apresentados na avaliação da qualidade superficial no Diagnóstico, dando foco aos resultados encontrados para o Reservatório de Juturnaíba que possui dois pontos de amostragem de qualidade associados às captações de água bruta pelas concessionárias de abastecimento de água. Cabe ressaltar que os resultados obtidos a partir da análise do banco de monitoramento não necessariamente geram as mesmas conclusões que os estudos apresentados acima, por se tratarem de análises com dados diferentes. Essa constatação só reforça a necessidade de unificação e complementação da rede de monitoramento de qualidade da água na RH-VI.

O parâmetro de Coliformes Termotolerantes (CT) apresentou poucas variações entre os agrupamentos analisados, permanecendo dentro da Classe I na maioria dos casos. Porém, os dados apontam que quanto mais próximo da barragem da represa, são observados valores maiores de CT, resultando amostragens enquadradas na classe II.

As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentam valores compatíveis com a Classe II e III. Novamente, os dados mais próximos da barragem da represa resultaram em enquadramentos de pior qualidade.

As concentrações de Fósforo Total apresentaram tendência distinta dos parâmetros apresentados anteriormente. O agrupamento 45, localizado mais ao centro do reservatório, resultou em dados pertencentes a classe III. Porém, a região próxima ao barramento resultou em valores pertencentes a classe I. A série temporal de dados corrobora com as conclusões obtidas na análise de permanência, com concentrações de fósforo baixas e recorrentes na região próxima ao reservatório.

Apenas o agrupamento de dados 45 apresentou parâmetros de Oxigênio Dissolvido. Foram registrados valores pertencentes às Classes I, II e IV. O fato de existirem poucos dados de monitoramento disponíveis dificulta a avaliação de uma tendência das análises deste parâmetro.

Para o parâmetro Turbidez apenas foram registrados dados no agrupamento 45, sendo os registros representativos apenas da Classe I.

O Índice de Estado Trófico (IET) foi calculado apenas para o agrupamento Juturnaíba 45 para o ano de 2022, já que existem dados disponíveis para os parâmetros Clorofila-a e Fósforo. O IET do grupo Juturnaíba 45 resultou na classificação MESOTRÓFICO, se caracterizando como um ambiente com produtividade moderada de nutrientes e plânctons.

Os dados de enquadramento apresentados denotaram amostragens enquadradas para usos menos restritivos (classes III e IV) para os parâmetros DBO, Fósforo e OD. As frequências de classes de qualidade pior foram registradas no agrupamento mais próximo do barramento do reservatório, e podem indicar um aumento do nível de eutrofização no vertedouro do barramento.

Ainda, a integralidade da quantidade, disposição espacial e temporal de dados, e também dos tipos de parâmetros dos dados disponíveis, é insuficiente para o diagnóstico aprofundado e completo da qualidade de água do reservatório. Portanto, não foi viável a formulação de uma classificação definitiva da qualidade da água na RH-VI com base nos dados disponíveis. O monitoramento deve ser complementado com novos pontos,

incluindo os rios Bacaxá e Capivari, que desaguam no reservatório, além do monitoramento de mais parâmetros de qualidade da água. Ainda, deve-se buscar unificar as análises dos pontos temporalmente.

5.11 Cenarização

Esse capítulo apresenta a proposta de cenarização para o futuro da RH-VI. Os cenários propostos foram construídos com base nos estudos setoriais, apontamentos dos atores envolvidos e principais limitantes identificadas pela equipe técnica.

5.11.1 Matriz FOFA

Em Oficina de Mobilização realizada em 13 de abril de 2023 foi solicitado aos participantes que construíssem uma Matriz FOFA para a RH VI. Esta matriz é uma ferramenta gerencial que examina o ambiente interno e externo de uma organização buscando identificar elementos favoráveis a serem aproveitados, e desfavoráveis a serem evitados ou mitigados, visando a obtenção de melhorias e a otimização do desempenho. Sua construção se resume na identificação de elementos favoráveis do ambiente interno, as Forças, e do ambiente externo, as Oportunidades, que deverão ser aproveitados para alavancar a organização. Também devem ser buscados os elementos desfavoráveis do ambiente interno, as Fraquezas, e do ambiente externo, as Ameaças, para que sejam evitadas ou terem seus impactos mitigados no gerenciamento da organização.

Uma dinâmica de grupo foi realizada como parte do processo de mobilização e os participantes agregaram suas percepções, construindo a Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI, reproduzida na Figura 5.31.

	Ambiente interno	Ambiente externo
FAVORÁVEIS	**FORÇAS** • Qualidade das águas; • Belezas cênicas; • Natureza preservada; • Gestão de recursos hídricos ativa; • Unidades de conservação instituídas; • Crescimento na capacidade de abastecimento de água e na cobertura da coleta e do tratamento de esgotos; • Sociedade civil organizada; • Atuação das ONGs e instituições de defesa ambiental; • Plano atual com ações implementáveis; • Maturidade do comitê de bacia, com capacidade de diálogo; • Reflorestamento de áreas prioritárias; • Estudos aprovados (enchentes); • Reservatório de Juturnaíba.	**OPORTUNIDADES** • Ações de educação ambiental; • Turismo, esportes aquáticos; • Planos regionais de saneamento; • ICMS ecológico; • Instituições de ensino com debate ecológico; • Ações de comunicação popular; • Desenvolvimento de program • Empresas e cooperativas para coleta seletiva;as de recuperação ambiental; • Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos em conjunto com o de Segurança Hídrica; • Plano de gerenciamento costeiro integrado ao plano de bacia; • ODS - Agenda 2030; • Água doce (lagoa de Jacarepiá); • Abastecimento da região leste do Rio de Janeiro, com águas do reservatório de Juturnaíba (PSA).
DESFAVORÁVEIS	**FRAQUEZAS** • Destinação dos efluentes: lagoa Araruama; • Não há consenso sobre lançamento de efluentes (corpos receptores); • Falta de investimento público (metas de abastecimento e esgotamento sanitário); • Eficiência do sistema de esgotamento sanitário, não acompanha o crescimento populacional; • Uma única fonte de abastecimento de água (Reservatório de Juturnaíba); • Iniciativas de saneamento descentralizadas e não integradas; • Plano de bacia desatualizado; • Planos municipais desatualizados; • Falta de execução dos planos de ação existentes, falta de contingente; • Barra de Saquarema (abertura / assoreamento); • Enchentes - Capivari (Silva Jardim); • Falta de coleta seletiva de resíduos sólidos; • Maturidade ambiental da população; • Indecisões políticas e descontinuidade de políticas públicas; • Falta de estudos para lidar com problemas; • Comunicação deficiente - atores; • Falta de integração das iniciativas; • Falta de fiscalização ambiental; • Não cumprimento das legislações ambientais; • Não existência do CAR; • Falta de diálogo: sociedade e prefeituras; • Legislações municipais flexíveis (conservação ambiental não prioritária); • Falta de monitoramento das nascentes e cabeceiras.	**AMEAÇAS** • Instalação de terminal portuário da Ponta Negra; • Ocupações clandestinas; • Não complementar o sistema de saneamento; • Oferta hídrica naturalmente reduzida; • Dados de monitoramento não utilizados; • Especulação imobiliária; • Turismo sem controle.

Figura 5.31 - Matriz FOFA do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da RH VI
Fonte: Elaboração própria.

Estes elementos, agregados ao diagnóstico integrado previamente apresentado, serviram de subsídios para as análises prospectivas que foram elaboradas.

5.11.2 Sementes do Futuro

Para efeitos de prospecção de futuros alternativos para a RH VI, as sementes de futuro que o Diagnóstico Integrado prévio permite identificar são apresentadas na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 - Sementes de futuro prospectadas para a RH VI

Sementes de futuro	Na RH VI
Tendências de Peso	• Encarecimento da exploração ou esgotamento do petróleo e do gás natural da Bacia de Campos; • Descarbonização da economia, com redução do uso de combustíveis fósseis; • Redução dos royalties do petróleo e do gás natural recebido pelos municípios, como consequência das tendências acima; • Redução das oportunidades turísticas mais qualificadas nas zonas mais congestionadas;
Fatos portadores de futuro	• Busca de alternativa para o crescimento econômico regional, desvinculado da cadeia produtiva do petróleo; • Indústria criativa; • Transição energética; • Fruição do ambiente natural protegido; • Variabilidades ou mudanças climáticas;
Incertezas Críticas	• Qual alternativa econômica os municípios da RH VI conseguem implantar, além da oferta de serviços para o turismo e o lazer? • Ordenamento territorial: haverá efetividade no gerenciamento da ocupação do solo nos municípios da RH VI, evitando o processo de degradação ambiental? • Qual o tipo de turismo prevalecerá em cada região da RH VI em função das políticas públicas implementadas?
Surpresas inevitáveis	• Impacto da variabilidade e mudança climática na disponibilidade hídrica regional;
Cisnes Negros	• Acidente na Bacia de Campos ou em terminais de transporte de petróleo polui o litoral da RH VI; • Poluição acidental ou provocada do reservatório de Juturnaíba, prejudicando o suprimento de água aos sistemas de abastecimento;
Coringas (Wild Cards)	• Por definição, não há como antecipar.

Fonte: Elaboração própria.

5.11.3 Cenários

Cenários são narrativas que visam explorar as possíveis formas com que o futuro pode ocorrer, visando a formulação antecipada de estratégias durante o processo de planejamento. Nesse sentido, os cenários permitem antecipar potencialidades, gargalos e conflitos que requeiram intervenções no sistema objeto do plano.

A antecipação da estratégia perante aos cenários futuros visa: i) evitar ou mitigar efeitos negativos; ii) permitir que os atores se organizem para lidar com a imprevisibilidade do futuro e iii) evidenciar oportunidades a serem aproveitadas pelo sistema objeto de planejamento.

Muito importante destacar que cenários são formulados por meio de hipóteses sobre o comportamento de variáveis sobre as quais o sistema objeto de planejamento não tem

controle. As variáveis que o sistema pode controlar devem conformar as estratégias para enfrentamento dos cenários.

Por isto, esta separação entre variáveis não-controláveis, que levam aos cenários, e as controláveis, que levam às estratégias é fundamental neste processo de planejamento. E não é tarefa trivial, pois existem variáveis parcialmente controláveis entre as duas categorias. Para isto, há necessidade de previamente serrem definidas as variáveis que o sistema consegue, as não consegue controlar, e aquelas cujo controle é apenas parcial.

Em certos casos, em que se constata que o sistema não controla as variáveis que se supõe que deveria ter controle, fica constatada a falta de governança. O que deveria determinar que antes de prosseguir no processo de planejamento - que o sistema não será capaz de implementar - que sejam buscadas previamente as condições necessárias de governança que, em termos operacionais, significa que o sistema deve efetivamente controlar as variáveis que necessita ter controle para estabelecer estratégias implementáveis.

As variáveis que que um Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos deve controlar são os instrumentos de gerenciamento:

1. **Planos de recursos hídricos**: de acordo com o sistema, nacional, estadual ou de bacia hidrográfica, com seus respectivos planos, que propõem estratégias e planos de ação para o gerenciamento dos recursos hídricos da unidade de planejamento em tela;
2. **Enquadramento de corpos de água em classes, de acordo com os usos pretendidos**: metas de qualidade de água a serem alcançadas, em função das exigências qualitativas dos usos de água que se pretende realizar nos corpos hídricos; como são metas, devem fazer parte dos planos, e devem ser implementadas pelos instrumentos de outorgas, a seguir comentados;
3. **Outorgas de direitos de uso de água**: concessão, autorização ou permissão de uso de água (retirada, despejo de efluentes, uso local não consuntivo), na busca de conciliação entre as disponibilidades e as demandas hídricas;
4. **Cobrança pelo uso de água**: sinalização da escassez de água aos seus usuários, incitando-os a aumentar a eficiência de uso (objetivo econômico), e alternativa de

geração de recursos para aplicação na bacia (objetivo financeiro), em medidas de promovam o alcance de quantidades e qualidades adequadas das águas;

5. **Criação de áreas de restrição para proteção dos recursos hídricos**: estabelecimento de restrições de uso e ocupação de áreas que possam contribuir para aumento de quantidade e melhoria da qualidade de água;
6. **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos**: repositório de informações que são necessárias para o monitoramento da quantidade e da qualidade de água, das demandas existentes, outorgadas ou não, das intervenções que potencial ou efetivamente alteram a quantidade e a qualidade de água, e de estratégias e medidas propostas para compatibilização das disponibilidades e as demandas de água, em quantidade e em quantidade, entre outras.

Todas as demais variáveis não são controláveis. Por exemplo, o estabelecimento de metas para a cobertura e eficiência de remoção de poluentes para os serviços de esgotamento sanitário não são controláveis pelos Sistemas de Recursos Hídricos. O que estes sistemas podem fazer é, por meio das outorgas de lançamento de efluentes, fixarem restrições que levem o Sistema de Saneamento Básico a estabelecer as coberturas e as eficiências comentadas, para atender as restrições.

Obviamente, o controle que se entende deva ocorrer sobre os instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos não se pretende que seja absoluto. Em várias situações deve haver longas negociações entre as partes envolvidas, buscando viabilizar ou facilitar a implementação destes controles. Para superar estas complexidades foram criados colegiados representativos das partes envolvidas, visando promover as negociações e a implementação das decisões, na forma de Comitês de Bacia Hidrográfica e Conselhos de Recursos Hídricos. Não obstante atuação destes colegiados, podem haver contenciosos que levem a instâncias decisórias superiores e até a área judiciária, como última instância. Qualquer sistema de planejamento apresenta suas incertezas, e os controles não podem ser categorizados de forma absoluta entre os que se tem e os que não se tem governabilidade. Geralmente eles se encontram entre estes dois extremos, e cabe ao sistema objeto de planejamento avaliar o que pode ser considerado controlável ou não.

Por exemplo, os planos de ações dos planos de recursos hídricos já foram criticados serem "tigres de papel" e "promessas a serem cumpridas por outros"[5]. Isto pois muitas vezes foram previstas intervenções sem que houvesse qualquer garantia de que os atores envolvidos aceitassem a responsabilidade para realiza-las e houvesse recursos financeiros para as suas implementações. Por isto, seria desejável que entre as variáveis parcialmente controláveis fossem incluídas as implementações de certas ações previstas. E se prever antecipadamente às suas implementações o desenvolvimento de um processo de negociação com os atores envolvidos.

Enfim, se planejar fosse algo simples, bastaria após aprovado o resultado partir-se para a implementação das ações previstas. Como está longe de ser algo simples, sempre deve ser aceita a existência de incertezas, o que não impede que ações sejam propostas e aprovadas, e esforços sejam realizados para as suas implementações. Finalmente, os processos de monitoramento da implementação dos planos são necessários para avaliar até que ponto as premissas realizadas – entre elas as relacionadas às variáveis controláveis – estavam corretas e, nos casos contrários, promover a atualização dos planos incorporando as novas informações.

5.11.3.1 Antecedentes

As mais recentes referências de prospecção de cenários que podem orientar o Plano de Recursos Hídricos da RH VI são:

1. No âmbito nacional, com horizonte 2040: Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040[6];
2. No âmbito estadual, com horizonte 2030: Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro[7];
3. No âmbito regional, com horizonte 2035: Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro[8].

[5] OECD (2015), Governança dos Recursos Hídricos no Brasil, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264238169-pt.
[6] BRASIL/MDR (2022). Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Plano de Ação: Estratégia Nacional para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos 2022-2040.
[7] INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA (2013). Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro R8 – Cenário econômico e demográfico. Fundação Coppetec Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente – Junho 2013.
[8] SEPLAG/RJ (2010). Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro – Cenários e Estratégias. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Setembro de 2010.

Com exceção do PNRH 2022-2040, que é recente, os demais foram baseados em conjunturas que ocorreram há mais de 10 anos, estando, portanto, defasados. Porém, suas análises poderão sugerir abordagens que possam ser consideradas nas prospecções de futuras alternativos da RH VI. Isto justifica as suas análises.

5.11.3.1.1 Cenário Nacional: PNRH 2022-2040

Os cenários foram elaborados considerando o horizonte de 2040, e adotando com as dimensões econômica e socioambiental como referencial, como ilustrado na Figura 5.32.

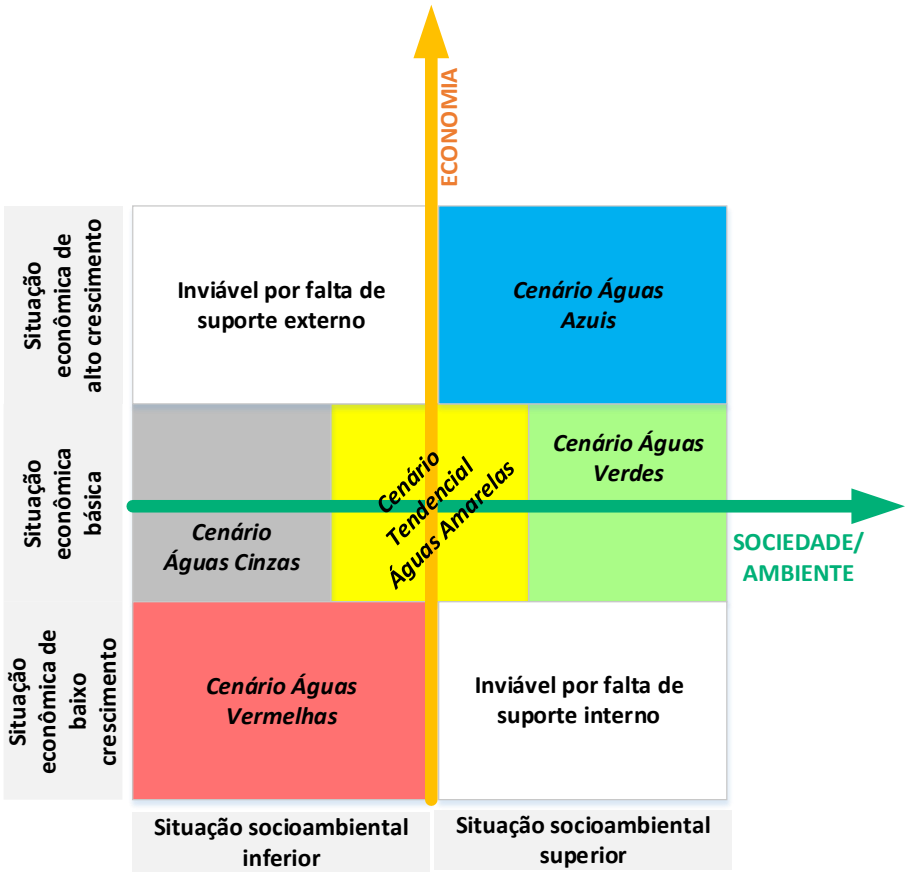


Figura 5.32 - Proposta de Cenários para o Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil até 2040
Fonte: Elaboração própria

As Incertezas Críticas relacionadas à dimensão econômica consideraram a demanda mundial por produtos brasileiros de exportação, a geração de energia elétrica e a produção industrial e minerária. Elas são afetadas pelos movimentos dos mercados internos e externos. A dimensão socioambiental apresenta como incerteza crítica as pressões

mundiais relacionadas a evitar que países se valham da baixa consideração com questões sociais (equidade social) ou ambientais (sustentabilidade ambiental) para fins de posicionamento competitivo no comércio mundial.

Foi entendido que um cenário que pressuponha alto crescimento econômico conjugado com retrocesso socioambiental seria inviável devido às pressões externas, que já ocorrem, dificultando o posicionamento dos produtos brasileiros nos mercados globais, por meio de barreiras ambientais. Também, um cenário que conjugasse baixo crescimento econômico com avanços socioambientais seria igualmente inviável devido à falta de condições internas para sua promoção: apoio da população, do setor produtivo, e capacidade gerencial dos órgãos de controle.

Com isto, além do Cenário considerado Tendencial, denominado Cenário Águas Amarelas, restaram mais 4 cenários que foram considerados plausíveis, cujas caracterizações são apresentadas na sequência:

1. **Cenário 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 e consequentes dificuldades de colocação de seus produtos nos mercados externos, devido a barreira ambientais.
2. **Cenário Águas Cinzas**: este cenário conjuga o cenário básico para a economia, tendencial, com retrocessos ambientais que é uma das possíveis causas de não alcançar um alto crescimento econômico, mas, certamente, não a única.
3. **Cenário Águas Verdes**: este é um cenário no qual são promovidos avanços na dimensão socioambiental mantendo-se a economia no cenário tendencial; nele, considerável esforço do país é dirigido para a superação dos problemas sociais e ambientais, buscando atender a exigências dos mercados externos e promovendo uma maior coesão na sociedade brasileira.
4. **Cenário Águas Azuis**: é o melhor cenário, que conjuga alto crescimento econômico com avanços socioambientais.

Estes cenários, apesar de estabelecerem alternativas contrastadas para fins de planejamento dos recursos hídricos do país, carecem de uma visão regional, e dos

problemas específicos da RH VI. Podem ser consideradas orientações caso possam ser estabelecidas convergências com os cenários da RH VI.

5.11.3.1.2 Cenários do PDSNN-RJ 2010-2035

A Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Rio de Janeiro – SEPLAG/RJ contratou a elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, cujo relatório final foi disponibilizado em setembro de 2010. O relatório denominado Cenários e Estratégias apresentou visões de futuro com horizonte em 2035 da região Norte/Nordeste do RJ[9], uma pouco mais ao norte da RH VI. Eles consideram uma das principais forças motrizes a cadeia produtiva do petróleo e do gás natural do eixo Macaé-Campos de Goytacazes, sendo ilustrados da Figura 5.33.

[9] Os municípios considerados foram Campos de Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição do Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidelis, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, na região Norte, e Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Itaiva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sal na região Noroeste.

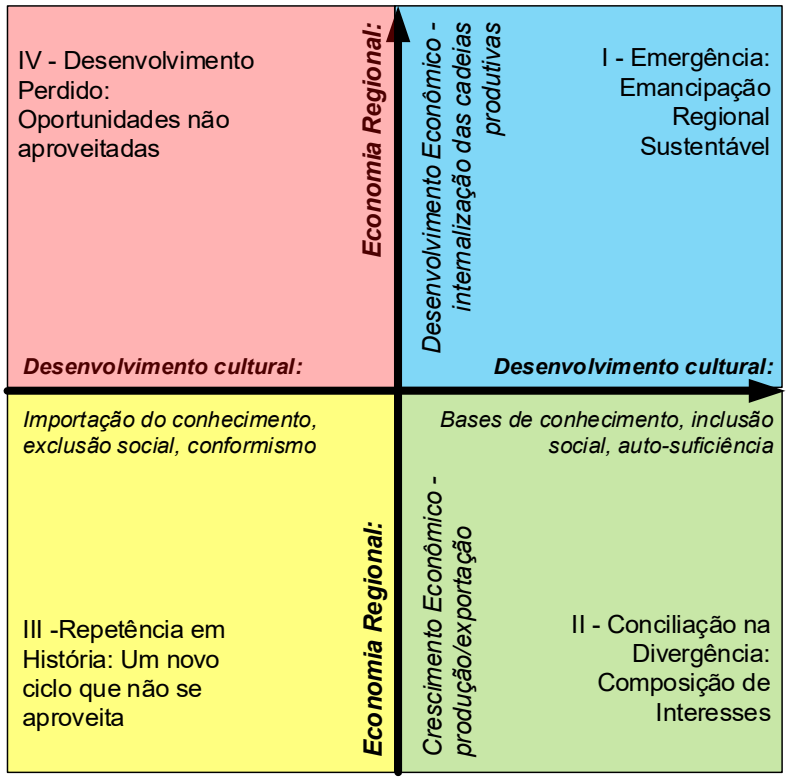


Figura 5.33 - Cenários prospectivos para a Região Norte e Noroeste/RJ
Fonte: SEPLAG/RJ (2010)

Os cenários foram elaborados a partir da composição de duas dimensões, representadas por variáveis que constituem as incertezas críticas síntese para o desenvolvimento sustentável no N/NO Fluminense, de acordo com as hipóteses sobre as incertezas críticas reveladas na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 - Hipótese sobre o comportamento das incertezas críticas

Dimensão	Visão exógena	Visão endógena
Economia Regional	**Crescimento econômico** regional conduzido por grandes empresas e conglomerados, voltados para atender aos mercados externos, nacional e internacional, particularmente atuando nas atividades da indústria extrativa;	**Desenvolvimento econômico**, constituído pela parceria e alianças dos agentes anteriores com os agentes e líderes regionais, internalizando e agregando valor às cadeias de produções mais diversificadas;
Desenvolvimento da cultura e da gestão regional	**Cultura conservadora, conformista e complacente**, que dirige de fora, ou aceita que isto aconteça, que se importa e se preocupa com a maximização de resultados no curto prazo, que consome ou despende os seus lucros ou os transfere para o exterior, e que tenta conviver com a exclusão;	**Cultura direcionada para a autonomia participativa e a governança regional**, criação de um ambiente de produção e guarda do conhecimento e da tecnologia vinculados, participação no financiamento (*funding*) com a reinversão de saldos em resultados em investimentos rentáveis, da cultura do empreendedorismo, criação e inovação, e da efetiva inclusão socioeconômica sem tréguas.

Fonte: SEPLAG/RJ (2010)

Apesar da defasagem da conjuntura face a qual foi elaborado, este estudo considerou duas dimensões que confrontam visões convencionais e progressistas, com focos regionais, que são de relevância para a RH VI.

5.11.3.1.3 Cenários para o PERH-RJ 2015-2035

Os cenários do PERH-RJ adotaram o referencial do Plano Estratégico do Governo do Rio de Janeiro 2012-2031[10], considerando duas incertezas críticas: a situação da economia nacional e a qualidade da gestão governamental estadual. A Figura 5.34 os ilustra, e suas descrições são apresentadas na Tabela 5.15.

[10] GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012). Plano Estratégico do Governo do Rio de Janeiro 2012-2031.

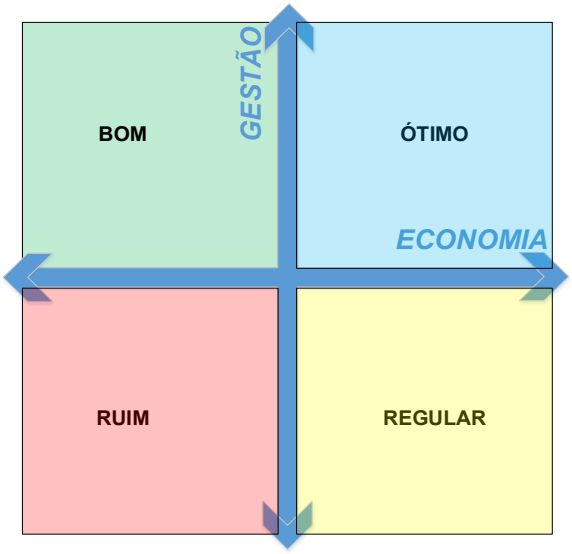


Figura 5.34 - Cenários para o Estado do Rio de Janeiro 2012-2031
Fonte: GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012)

Foram estabelecidos contrastes entre o âmbito nacional (economia) e estadual (governança) que não incluem diretamente a complexidades inerentes ao desenvolvimento econômico da RH VI.

Tabela 5.15 - Descrição dos cenários do Plano Estratégico do Governo do RJ 2012-2031.

Cenário	Ideia-Força	Descrição
Ótimo	Cenário desejado, particularizando-se pela gestão governamental qualificada e pela economia em forte crescimento;	O Rio de Janeiro supera seus principais entraves internos e se insere em um ciclo duradouro de desenvolvimento sustentável, aproveitando-se das principais oportunidades oferecidas pelo contexto externo favorável. Combina acentuado crescimento econômico, fortalecimento institucional, redução da pobreza e das desigualdades sociais e o uso sustentável do capital natural, vivenciando um processo de intensa recuperação de sua imagem no Brasil e no exterior;
Bom	Gestão governamental qualificada em uma economia em lento crescimento;	O Rio de Janeiro promove uma transformação persistente e positiva mesmo diante de um contexto econômico predominantemente desfavorável. Aproveita as escassas oportunidades e faz da adversidade um ambiente propício à inovação e à quebra de paradigmas em várias áreas, experimentando um processo de intensa recuperação de sua imagem no Brasil e no exterior;
Regular	Gestão governamental decadente em uma economia em forte crescimento;	O Rio de Janeiro e o Brasil apresentam dinâmicas divergentes. Mesmo diante das oportunidades trazidas pelo crescimento econômico, o estado "patina" internamente e não se mostra capaz de aproveitá-las, vivenciando acirramento das desigualdades sócio regionais e degradação do patrimônio natural;
Ruim	Gestão governamental decadente e economia em lento crescimento.	As dificuldades trazidas pelo ambiente nacional de baixo crescimento são potencializadas pela baixa iniciativa estratégica dos atores políticos, econômicos e sociais fluminenses, culminando na persistência de um quadro de decadência e degradação, marcado por crescimento econômico baixo, elevadas desigualdades sociais e meio ambiente em processo de degradação.

Fonte: GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2012)

Considerando estes cenários, os impactos na Gestão Estadual de Recursos Hídricos são revelados no Tabela 5.16.

Tabela 5.16 - Tendências de peso em cada cenário

Cenário	Tendências Consolidadas de Maior Impacto Regional
Ótimo	• Intensificação do processo de urbanização e metropolização; • Aquecimento global e aumento da relevância da questão ambiental; • A emergência da nova classe média; • Atração e implantação de grandes projetos de investimento; • Crescimento e envelhecimento populacional.
Bom	• Melhoria do ambiente de negócios e atração de investimentos produtivos; • Desenvolvimento puxado setor de serviços avançados; • Melhora do balanço hídrico.
Regular	• Aumento da taxa de desemprego e da informalidade da economia; • Especialização e menor competitividade da indústria e dos serviços; • Piora do balanço hídrico.
Ruim	• Espaço urbano marcado pela ocupação territorial desordenada; • Retrocesso da indústria de transformação e da qualidade do setor de serviços; • Piora substancial do balanço hídrico.

Fonte: INEA (2013).

5.11.3.2 Prospecção de cenários para a RH VI

A avaliação retrospectiva e a análise conjuntural realizadas mostram a existência de duas forças motrizes principais que poderão conformar o futuro da RH VI, e que se constituem em incertezas críticas: o tipo de crescimento econômico e o ordenamento territorial. O tipo de turismo que prevalecerá em cada região da RH VI é uma terceira incerteza crítica que será consequência das duas anteriores.

A dimensão crescimento econômico estabelece alinhamentos com as dimensões Economia ou Economia Regional dos cenários previamente considerados, em especial com o do PDSNN-RJ 2010-2035. Este último, inclusive, considera as alternativas de estratégias voltadas a um desenvolvimento endógeno, voltado à região, e exógeno, voltado ao aproveitamento das oportunidades do mercado externo, nacional ou internacional.

A dimensão do ordenamento territorial encontra similaridades com a dimensão Sociedade e ambiente do PNRH 2022-2040, Gestão do PERH-RJ 2015-2035 e, com alguma liberdade, com a dimensão Desenvolvimento Cultural do PDSNN-RJ 2010-2035.

A economia regional tem nas atividades turísticas e de lazer os principais vetores. Em algumas regiões esta vocação econômica chegou próxima a um limite, ou já o ultrapassou, a partir do qual qualquer intensificação adicional pode resultar em degradação qualitativa, e na perda dos atrativos que previamente oferecia. Portanto, a atividade de turismo deve ser gerenciada com cautelas, buscando zonas menos congestionadas e mais resilientes a impactos do excesso de ocupação.

Mais recentemente, com a exploração do pré-sal da Bacia de Campos, a cadeia do hidrocarboneto, basicamente o petróleo e o gás natural, assumiram algum protagonismo, não em função de suas externalidades na economia regional, mas ao aumento das receitas municipais com o pagamento de royalties. Entretanto, as perspectivas desta atividade não são promissoras em termos futuros. Tanto por não gerar economias externas, como foi analisado previamente, quanto pelo fato dos royalties tendem a se reduzir, seja pelo esgotamento da produção, seja pela possível cassação da liminar que manteve os royalties exclusivamente para os estados e municípios confrontantes aos campos de extração de petróleo e gás natural. Em prazos mais longos, ainda existe o processo de descarbonização

da economia que tende a reduzir o preço do petróleo e do gás natural, que seriam substituídos por outras alternativas energéticas.

Portanto, aos municípios restam duas opções: uma será aceitar passivamente a redução dos royalties e o comprometimento das receitas municipais. Outra seria a busca de outra vocação econômica que possa sustentar o crescimento econômico, para além do turismo. Isto pois, como se comentou acima, tentar uma maior intensificação da atividade turística representaria aumentar o congestionamento da região, comprometendo os atrativos naturais e a busca dos serviços atuais.

A falta de tradição, vocação e potencial agropecuário, e as dificuldades de atração e os conflitos que resultariam da opção industrial, do tipo convencional, leva à opção que talvez seja a única que se pode conceber para a RH VI: a Indústria Criativa.

A Indústria criativa é o setor da economia que tem o Capital Intelectual como a principal matéria-prima na produção de bens e serviços. O Capital Intelectual é formado pelo conhecimento e experiência adquiridos por cada pessoa, ao longo de sua trajetória de vida. Como cada indivíduo é único, as experiências de vida, sociais, pessoais e profissionais ao se articularem e se complementarem em uma comunidade, geram um ecossistema de inovação que pode sustentar a economia regional de forma virtuosa. Para que isto se realize, porém, devem ser criadas condições para que sejam promovidas as articulações e complementações dos Capitais Intelectuais individuais, formando o Capital Intelectual comunitário, algo que depende de políticas públicas de incentivo.

O que se percebe na RH VI é a existência de Capital Intelectual individual, formado por professores e alunos da rede de ensino, pesquisadores e profissionais que ali se estabeleceram na busca de melhor qualidade de vida, comunidades tradicionais de pescadores que detém conhecimento sobre o ambiente e o defendem como patrimônio comunitário. Alguns são aposentados, mas ainda atuantes, seja em atividades de consultoria, seja em organizações da sociedade civil voltadas à proteção do ambiente e à promoção da equidade social, ou voltadas ao desenvolvimento do turismo comunitário. Parte deste grupo pode incorporar à RH VI o que tem sido denominado como “bônus grisalho”.

Bônus grisalho é uma metáfora que se refere à população idosa que se mantém ativa, colocando seu Capital Intelectual às causas que lhe interessa, ou simplesmente na atividade para a qual se especializou. Este bônus se coloca como compensação à redução do bônus demográfico, que representa o quociente da População em Idade Ativa – PIA e a população total - PT. A PIA não contabiliza os menores de idade e os aposentados; quando a taxa de natalidade se reduz, por opção familiar, e a taxa de mortalidade também, devido aos avanços da medicina e a busca de vida mais saudável, a PIA é reduzida em relação à população total, reduzindo o bônus demográfico.

Para compensar a redução do bônus demográfico a solução proposta é aumentar a produtividade, fazendo com que a PIA seja mais produtiva, promovendo investimentos em seu capital intelectual e no capital físico, na forma de equipamentos modernos e eficientes que aumentem a produtividade do trabalho.

Isto pode ser representado matematicamente pela equação que segue:

$$Renda\ per\ capita = \frac{PIB}{PT} = \frac{PIA}{PT} x \frac{PIB}{PIA}$$

Onde PIB é o Produto Interno Bruto, PT é a população total, PIA é a população em idade ativa. O quociente $\frac{PIA}{PT}$ corresponde ao bônus demográfico e o quociente $\frac{PIB}{PIA}$ é o bônus de produtividade.

O terceiro bônus, o bônus grisalho, tem sido proposto se incorporar à economia, pelo estímulo que os idosos se mantenham ativos, retardando a aposentadoria, fazendo assim com que seja incrementada a PIA.

Portanto, a formação do Capital Intelectual da RH VI pode ser estimulada pelo aumento da produtividade de toda sociedade regional e pela criação de oportunidades para que os idosos se mantenham ativos. O aumento de produtividade pode ser obtido pela capacitação da população ocupada, algo a que a rede de ensino da RH VI pode se dedicar. O bônus grisalho pode ser promovido pela valorização e incorporação da experiência dos idosos à PIA da RH VI.

Indústria criativa e inovação são processos que podem andar juntos. Portanto, a criação de uma indústria criativa e inovadora, que incorpore o bônus de produtividade e o bônus grisalho ao processo produtivo, pode ser a opção para promover uma alternativa

econômica para a RH VI. Com isto, haveria promoção do seu crescimento econômico, sem estabelecer conflitos com o ambiente, que é um dos atrativos para a atividade de turismo e lazer, base de sua economia atual.

Por outro lado, o ordenamento territorial é a força motriz que permitiria evitar o processo de degradação gerado pelo excessivo adensamento populacional que tem caracterizado o desenvolvimento regional. Esta degradação é basicamente causada pela insuficiência da cobertura de serviços de esgotamento sanitário, que não consegue evitar que poluentes alcancem os sistemas lagunares regionais, especialmente a Lagoa de Araruama.

Embora grandes progressos tenham sido realizados por meio do cordão de coleta de esgotos pluviais em tempo seco na Lagoa de Araruama eles, por um lado, não evitam que em épocas de chuva os esgotos extravasem para a lagoa. Por outro lado, existe o impasse de onde destinar o esgoto coletado, após tratamento.

Um sistema de esgotamento sanitário que impedisse em grande parte o lançamento de poluentes nos sistemas lagunares tem custos altos, com tratamentos que demandam eficiências cada vez maiores, e o problema dos lançamentos. As opções que têm sido propostas – lançamento no Rio São Una e lançamento marítimo – têm encontrado repúdio por parte de segmentos da sociedade local, devido a alegados problemas de comprometimento da qualidade das águas dos corpos receptores. E, especialmente o lançamento marítimo, tem a barreira dos altos custos alegados.

Devido a isto, o ordenamento territorial, que é da atribuição dos municípios, seria a alternativa complementar a ser adotada para controle da poluição, evitando o aumento do adensamento populacional em locais sem a devida cobertura de serviços de coleta, tratamento e destinação final de esgotos.

A conjunção destas duas forças motrizes – indústria criativa e ordenamento territorial - da RH VI permite prospectar cenários futuros da RH VI, de acordo com o que ilustra a Figura 5.35.

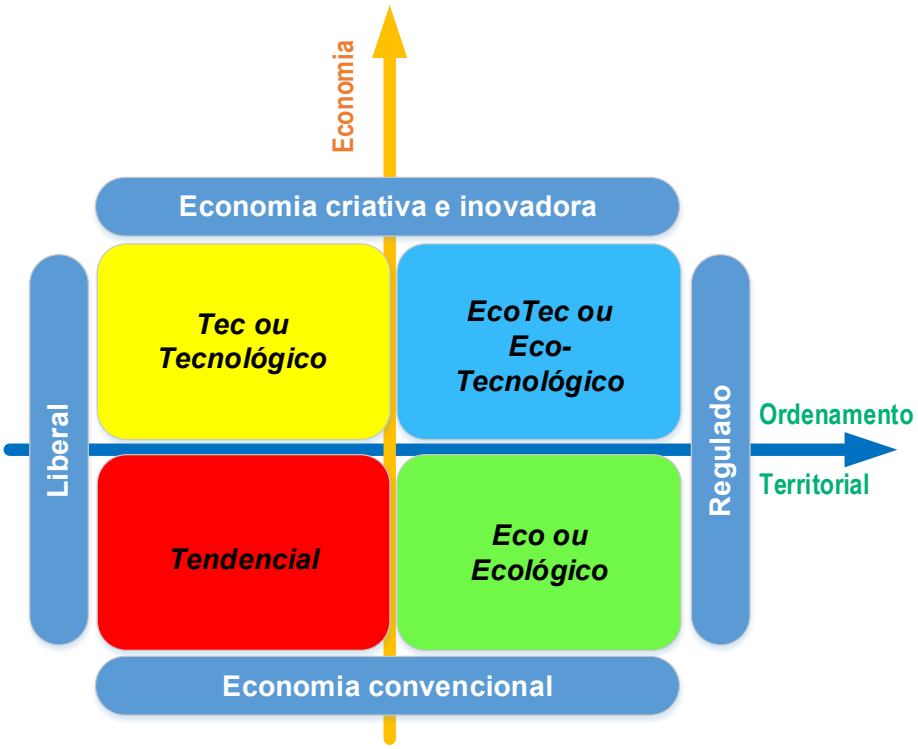


Figura 5.35 - Cenários prospectivos para a RH VI
Fonte: Elaboração própria.

Nesta ilustração o eixo da ordenada, vertical, representa a força motriz do crescimento econômico. Caso haja manutenção da Indústria Convencional, são encontradas as situações dos quadrantes inferiores no gráfico. Caso ocorra a transição para a Indústria Criativa, serão encontrados os quadrantes superiores do gráfico.

O eixo da abcissa, horizontal na ilustração da Figura 5.35 - Cenários prospectivos para a RH VI, mede a efetividade do ordenamento territorial. Nos quadrantes à esquerda estão as situações em que o ordenamento é pouco efetivo, liberal, no sentido de que as forças do mercado imobiliário atuam com alguma liberalidade. Os quadrantes à direita representam situações onde o ordenamento é atuante, restritivo à adensamentos populacionais em desacordo com a capacidade do sistema de esgotamento sanitário, como forma de proteção às águas e ao ambiente.

A seguir apresenta-se a definição e narrativas para os quatro cenários prospectados para a RH VI,

- **Cenário Tendencial:** o quadrante esquerdo inferior representa a situação em que os investimentos na Indústria Criativa não são suficientes para promover um crescimento significativo da economia, além daquele que historicamente vem ocorrendo. Nele, como acontece atualmente, o ordenamento territorial é pouco funcional e pouco restritivo ao adensamento populacional. O processo de crescimento populacional é mantido, algo que gradualmente afeta a qualidade das águas regionais, comprometendo a atividade turística e de lazer que, porém, se mantém com o perfil socioeconômico atual. Este cenário foi designado como Tendencial, pois se trata da permanência das forças motrizes que atualmente ocorrem na RH VI.
- **Cenário Eco ou Ecológico**: neste cenário o crescimento econômico se mantém como na atualidade, mas o ordenamento territorial é implementado de forma rigorosa e efetiva, para evitar a degradação que o adensamento populacional poderá potencializar. Sendo um cenário de crescimento populacional contido, já que a economia não deslancha como nos cenários dos quadrantes superiores, o ordenamento territorial estará mais voltado à solução dos problemas já criados com a ocupação das bacias, especialmente nas áreas litorâneas, lagunares e oceânicas. O problema será de onde virão os recursos para adequação da cobertura dos serviços de saneamento, já que a economia, embora não recessiva, não apresenta dinamismo suficiente para gerá-los. Pode-se, porém, contar com a preocupação dos executivos e legislativos municipais, pressionados pela sociedade, em conter a degradação ambiental. E a geração de receitas com a expansão das atividades de turismo e lazer, que são oportunizadas pelo ambiente único da região, e ampliadas pela melhor qualidade ambiental. O perfil socioeconômico destas atividades tende a apresentar um aspecto de valorização da natureza, das oportunidades de esporte e aventura, e de fruição da cultura regional. Em função disto, a proteção ambiental avança, sendo a razão da designação deste cenário.
- **Cenário Tec ou Tecnológico**: este cenário é caracterizado por crescimento acelerado da economia, tracionada pela Economia Criativa, mas sem alterações na efetividade do ordenamento territorial. Com isto, há uma tendência que o adensamento populacional seja acelerado pelas oportunidades de emprego e

renda, sem que ocorram soluções efetivas para o controle da poluição ambiental. Mesmo que a Indústria Criativa seja não poluente, o adensamento populacional sem ordenamento acaba por superar a capacidade dos sistemas de esgotamento sanitário e de suporte do sistema lagunas, destinatário final dos efluentes. Com isto, o sistema lagunar, em especial a Lagoa de Araruama sofre com cargas cada vez mais elevadas de poluentes, o que poderá ao longo do tempo comprometer sua qualidade e seus atrativos, prejudicando a atração turística e de lazer que exerce. A despeito dos esforços das comunidades tradicionais para alterar este quadro de degradação. A atividade turística e de lazer adota um perfil socioeconômico menos sofisticado que o atual. A alta demanda de cobertura de serviços de esgotamento sanitário não consegue ser atendida devido à falta de recursos para investimentos, já que são destinados à promoção da economia. Trata-se assim do pior cenário, que se constitui em uma ameaça que deve ser preocupação da gestão de recursos hídricos da RH VI.

- **Cenário Eco-Tec, ou Eco-Tecnológico**: neste cenário ocorre a conciliação entre o crescimento econômico compatibilizado pela Indústria Criativa, não poluente, e a proteção ambiental. Investimentos significativos nos sistemas de coleta, tratamento e destinação final de esgotos mitigam, controlam e evitam a poluição dos atrativos ambientais da RH VI. Estes investimentos são oportunizados pela maior arrecadação dos municípios e pelas compensações ambientais previstas nas licenças ambientais que são aplicadas nos sistemas de proteção ambiental. Com esta situação, a economia regional cresce e gera receitas para manter a proteção ambiental, sendo que o turismo e o lazer se mantêm e geram mais receitas para investimentos. A atividade de turismo, devido à dinâmica econômica estabelecida, tende a apresentar uma versão mais sofisticada em relação à atual, atendendo a clientes com maior poder aquisitivo atraindo investimento em resorts e outros equipamentos sofisticados para este público, o que pode afastar aqueles menor poder aquisitivo, devido ao encarecimento dos serviços e a valorização do solo.

5.12 Conclusões

O principal objetivo do prognóstico é identificar possíveis cenários futuros da bacia, atentando para os pontos positivos, as fortalezas da área, e os pontos negativos, as fraquezas. Essa etapa visa subsidiar a construção de metas e ações para garantir eficiente gestão de recursos hídricos. Para isso, foram elaborados estudos setoriais, os quais forneceram avaliações fundamentais para a elaboração dos cenários prospectivos da RH-VI. Nesse capítulo será apresentado um resumo dos principais apontamentos trazidos ao longo do documento.

O primeiro estudo em pauta concentrou-se na avaliação da preservação da Vegetação Nativa e Biodiversidade na bacia, uma vez que a RH-VI, situada no bioma Mata Atlântica, enfrenta considerável devastação, notadamente em decorrência de atividades humanas, como a urbanização. Ao empregar dados do projeto Mapbiomas e índices do INEA, a pesquisa comparou o uso do solo na bacia nos anos de 1985 e 2021, destacando as UHPs com diferentes proporções de área preservada, recuperada e suprimida. A UHP Armação de Búzios registrou os maiores índices de área suprimida no período avaliado.

O estudo identificou conflitos significativos, influenciados por fatores como retificação dos rios, degradação de pastagens e contaminação hídrica. A análise destacou áreas críticas, como cabeceiras, o Reservatório de Juturnaíba e a Lagoa de Araruama, demandando a implementação de ações para atenuar os impactos. No âmbito de iniciativas e regulamentações, Unidades de Conservação (UCs) foram recentemente estabelecidas em municípios como Armação dos Búzios, Cabo Frio e Arraial do Cabo, além disso, destaca-se a participação do município de Rio Bonito no programa Florestas do Amanhã. Essas ações refletem esforços para lidar com desafios ambientais, tais como a ocupação desordenada e o desmatamento. Todavia, a eficácia dessas medidas está intrinsecamente relacionada à implementação efetiva e à colaboração entre instituições governamentais, usuários dos recursos naturais e comunidades locais.

O capítulo Atividade Econômica apresentou informações sobre a economia da RH-VI, as quais foram cruciais para a construção dos cenários futuros da bacia. A caracterização da atividade econômica foi realizada por meio da análise do PIB Municipal, considerando os agregados setoriais: Agropecuária, Indústria, Serviços e Administração Pública. O número de empregados formais, a evolução do emprego formal ao longo do tempo e os

impactos da cadeia produtiva do petróleo e gás natural também foram discutidos. Ademais, foram avaliadas as potenciais vocações econômicas, destacando-se os setores primário, secundário e de serviços.

No tocante aos efeitos da cadeia produtiva do petróleo e gás natural, destaca-se a relevância dessa atividade para a economia regional, especialmente no que diz respeito aos royalties e às externalidades econômicas geradas. Ainda, foi abordado o potencial de evolução das atividades econômicas estruturantes na RH-VI, considerando setores como a agropecuária, as indústrias de transformação e extrativas, bem como o setor de serviços.

Como fechamento, é feita a análise do desenvolvimento socioeconômico, que revela mudanças desencadeadas pelo desenvolvimento turístico e alterações legislativas ao longo dos últimos 50 anos. Apesar do crescimento populacional em todos os municípios da RH-VI, a região enfrenta desigualdades socioeconômicas e espaciais, com áreas mais nobres ocupadas por turistas e outras carecendo de acesso a serviços básicos. Indicadores como IDHM, mortalidade infantil, PIB e renda per capita são discutidos, fornecendo uma visão abrangente do perfil socioeconômico existente na região.

O próximo estudo setorial abordado foi a Agricultura, relatando a importância desse setor, mesmo sem representação significativa na economia local. O aumento de estabelecimentos rurais ao longo dos anos, a predominância da agricultura familiar e a relevância da pecuária e de lavouras são evidenciados, com dados do último Censo Agropecuário de 2017.

O panorama das culturas cultivadas na RH-VI – como cana-de-açúcar, laranja, banana e milho – é apresentado, assim como o faturamento e a produtividade dessas atividades em 2020. Além disso, foi apresentado o Estudo de Aptidão Agrícola, destacando a importância da estimativa de terras aptas para uso agrícola e irrigação no planejamento futuro da bacia. A classificação das terras, baseada na caracterização pedológica da RH-VI, revela áreas aptas e marginais para irrigação.

Outro aspecto relevante apresentado nos estudos setoriais é a Expansão Urbana, evidenciando que o crescimento demográfico e a urbanização na área, especialmente nos municípios costeiros e em torno da Lagoa de Araruama, são impulsionados pela alta população flutuante, relacionada ao turismo sazonal. A Região dos Lagos apresenta

avanço das manchas urbanas, com aumento de áreas residenciais e industriais. A Lagoa de Araruama e Armação de Búzios são as UHPs mais urbanizadas, enquanto Rio São João Montante é a menos urbanizada. Os municípios costeiros lideram a expansão urbana. A análise identifica sete eixos de expansão urbana, considerando áreas costeiras e próximas à Lagoa de Araruama.

O estudo também destaca a comparação entre a expansão urbana observada e os planos diretores municipais, evidenciando que, em vários casos, a evolução segue as diretrizes desses documentos. Alguns municípios, como Araruama, Casimiro de Abreu, Rio Bonito, São Pedro da Aldeia e Silva Jardim, não têm áreas prioritárias bem definidas para a urbanização. O capítulo conclui que as regiões urbanas e semi-urbanas, principalmente nas áreas costeiras ao mar e à Lagoa de Araruama, mostram avanços, destacando a importância do monitoramento contínuo e o planejamento eficaz para equilibrar o desenvolvimento urbano com a conservação ambiental.

Impossível analisar o futuro da RH-VI sem incluir o turismo. O estudo setorial Atividades Turísticas, fator limitante para diversos usos na bacia. A avaliação apresentada no estudo setorial inicia a partir da retomada do Diagnóstico Ambiental, que classificou os 46 pontos analisados em diferentes classes de qualidade da água, com base na Resolução CONAMA nº 357/2005. A análise nas lagoas de Araruama e Saquarema, foi detalhada com o objetivo de avaliar a alteração da salinidade e do fósforo, procurando encontrar respostas aos questionamentos/apontamentos que os atores fizeram ao longo das oficinas, apesar da carência de dados para o período analisado.

Ademais, o capítulo aborda a balneabilidade, destacando os critérios estabelecidos pelo INEA no Estado do Rio de Janeiro, e analisando os padrões de balneabilidade em quatro UHPs durante o período de 2015 a 2022, proporcionando uma perspectiva regionalizada. Por fim, foram apresentados projetos, programas e legislações relacionados à qualidade da água na RH-VI, fornecendo um panorama das ações desenvolvidas na área.

O Saneamento Ambiental também foi analisado como estudo setorial. Esse capítulo abrangeu a apresentação resumida das ações propostas para o saneamento básico nos municípios da RH-VI, visando cumprir as metas de universalização dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos

sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Também foram fornecidos elementos técnicos e ações específicas para atender às demandas previstas, considerando o crescimento populacional. O capítulo detalha as soluções de engenharia propostas para cada unidade componente do Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário.

Dada a elevada demanda por água na bacia, avaliar a Água Subterrânea também é extremamente importante. O enfoque na temática das águas subterrâneas prioriza os aspectos considerados mais relevantes no contexto atual da região. Assim, o estudo inicia apresentando uma síntese dos principais Domínios Hidrogeológicos, servindo como ponto de partida para a pesquisa. Em seguida, foram discutidos temas como a importância da geologia na compreensão dos recursos hídricos subterrâneos, o atual uso conhecido dessas águas e a necessidade de aprimoramento das estruturas de poços, considerando aspectos construtivos, sanitários e operacionais.

O conteúdo abrange ainda a disponibilidade hídrica subterrânea, a avaliação de eventos críticos, a qualidade da água, o mapeamento da vulnerabilidade, o inventário de fontes de contaminação e as ações de recuperação/remediação, destacando a relevância dos instrumentos de outorga, perímetros de proteção de poços e demais normativas pertinentes. Ao longo do texto, são apresentados projetos, programas, políticas e leis relacionados a cada tema, quando aplicável.

Por fim, o último estudo setorial apresenta a avaliação do Reservatório de Juturnaíba, manancial fundamental para suprir a população da RH-VI. O estudo setorial dedicado ao Reservatório de Juturnaíba teve como objetivo central realizar uma análise abrangente da disponibilidade hídrica para abastecimento e outros usos, bem como da qualidade da água nesse importante reservatório. O estudo abordou tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos.

No que diz respeito aos aspectos quantitativos, foi realizado um balanço hídrico simplificado, avaliando os cenários de demandas atuais e futuras. Em busca de alternativas para a insegurança hídrica na região leste metropolitana do Rio de Janeiro, o estudo teve como objetivo fomentar a discussão acerca da possibilidade de transposição

de águas de Juturnaíba para essa região, servindo como estudo piloto para pesquisas mais aprofundadas sobre a disponibilidade hídrica do reservatório.

No âmbito dos aspectos qualitativos, são discutidos desafios relacionados à poluição dos rios Bacaxá e Capivari, afluentes do reservatório, apontando para a presença de poluentes provenientes de atividades agrícolas e lançamentos de esgotos. Diante disso, enfatiza-se a necessidade de uma gestão cuidadosa e eficaz para garantir a qualidade da água, assegurando seu uso sustentável.

Todos os estudos setoriais foram construídos com o objetivo de analisar, discutir e refletir sobre as principais forçantes da gestão de recursos hídricos na RH-VI. A partir destas discussões, foram propostos 4 cenários para o futuro da bacia:

- **Cenário Tendencial**, que apresenta a tendência da manutenção da situação atual da bacia, o ordenamento territorial é pouco funcional e pouco restritivo ao adensamento populacional; o crescimento populacional é mantido, algo que gradualmente afeta a qualidade das águas regionais, comprometendo a atividade turística e de lazer que, porém, se mantém com o perfil socioeconômico atual;
- **Cenário Eco ou Ecológico**, o crescimento econômico se mantém como na atualidade, mas o ordenamento territorial é implementado de forma rigorosa e efetiva, para evitar a degradação que o adensamento populacional poderá potencializar; crescimento populacional contido;
- **Cenário Tec ou Tecnológico** crescimento acelerado da economia, tracionada pela Economia Criativa, mas sem alterações na efetividade do ordenamento territorial; adensamento populacional acelerado pelas oportunidades de emprego e renda, sem que ocorram soluções efetivas para o controle da poluição ambiental;
- **Cenário Eco-Tec, ou Eco-Tecnológico**, conciliação entre o crescimento econômico compatibilizado pela Indústria Criativa, não poluente, e a proteção ambiental.

Em cada cenário, foram delineadas as demandas hídricas, resultando na elaboração dos balanços hídricos quantitativos. A análise desses resultados desempenha um papel crucial na condução da próxima fase do plano, envolvendo a formulação de ações e metas a curto, médio e longo prazos, com o objetivo de propor soluções para os problemas identificados.

É relevante salientar que, para concluir a etapa de prognóstico, estava prevista a realização de modelagem de balanço hídrico, assim alinhado a este estudo, construiu-se o produto PROGNÓSTICO – DEMANDAS HÍDRICAS (PROG02), dividido em dois volumes: Qualidade e Quantidade.

6 PROGNÓSTICO – DEMANDAS HÍDRICAS (PROG02)

Esta etapa desempenha um papel importante no processo de gestão dos recursos hídricos, sendo fundamental para fornecer uma compreensão aprofundada da situação presente e futura da bacia. Este relatório refere-se à avaliação das demandas qualitativas e quantitativas para a RH-VI, análises decisórias para alocação de água e gerenciamento de conflitos.

6.1 Demanda Hídrica Quantitativa

A demanda hídrica quantitativa refere-se à soma das estimativas de vazão de retirada destinada aos diversos usos consuntivos setoriais, associada aos seus locais de utilização. Já a oferta corresponde a uma vazão de alta garantia (por exemplo, a vazão Q95), definida como disponibilidade hídrica. Portanto, conforme já apresentado no PROGNÓSTICO – ESTUDOS SETORIAIS (PROG01), no item de Cenarização, cada possível cenário futuro da RH, gerou um balando hídrico diferente.

6.2 Projeções das demandas hídricas

As projeções das demandas hídricas consuntivas partiram das estimativas realizadas no Diagnóstico, que tiveram por referência o Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano da ANA (2021a). Notar que foram estimativas realizadas em 2020, quando ainda não eram conhecidos os resultados do Censo Populacional de 2021, que foram parcialmente conhecidos em 2022 e 2023. Em função destas novas informações, foram realizados ajustes nas projeções populacionais e nas demais hídricas das populações urbanas e rurais, bem como inserido o efeito veraneio. Neste último caso, se trata da população flutuante nos períodos de festas de fim de ano e de carnaval. Detalhes das abordagens podem ser encontrado no relatório mencionado.

Por questões de uniformidade com as avaliações realizadas pela ANA, nas quais a projeção das demandas foi realizada considerando a permanência das forças motrizes que atualmente ocorrem na RH VI. Os critérios de projeção do Atlas Águas foram explicados detalhadamente no relatório completo do Prognóstico Setorial.

Deve ser esclarecido que para se obter os valores de demanda hídrica em cada categoria foram acumuladas as demandas estimadas ou projetadas em cada município nas ottobacias inseridas na RH VI. Assim, os valores de demanda foram calculados para os

setores: população urbana e rural, agricultura irrigada, criação animal, abastecimento industrial, mineração, e total.

6.2.1 Demanda hídrica total

As demandas hídricas totais são acumuladas na Tabela 6.1, sendo que as taxas geométricas de crescimento médio anual calculadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.1 Demandas hídricas totais no Cenário Tendencial

Municípios	2023	2028	2033	2038
Araruama	0,519	0,535	0,549	0,561
Armação dos Búzios	0,425	0,431	0,434	0,435
Arraial do Cabo	0,246	0,248	0,249	0,248
Cabo Frio	0,780	0,798	0,812	0,822
Cachoeiras de Macacu	0,002	0,002	0,002	0,002
Casimiro de Abreu	0,106	0,110	0,113	0,116
Iguaba Grande	0,140	0,142	0,143	0,143
Maricá	0,009	0,009	0,009	0,009
Rio Bonito	0,116	0,121	0,126	0,131
Rio das Ostras	0,114	0,123	0,132	0,139
São Pedro da Aldeia	0,272	0,276	0,277	0,278
Saquarema	0,209	0,221	0,233	0,243
Silva Jardim	0,066	0,072	0,077	0,081
RH VI	**3,005**	**3,089**	**3,156**	**3,208**

Fonte: Elaboração própria, baseada em ANA (2021).

Neste Cenário Tendencial o crescimento das demandas hídricas não é significativo. Em termos totais, o aumento até 2038 representa apenas 6,75% da demanda hídrica total estimada em 2023.

Tabela 6.2 Taxas geométricas médias anuais de crescimento da demanda total

Municípios	De 2018	De 2023	De 2028	De 2033
	Para 2023	Para 2028	Para 2033	Para 2038
Araruama	2,00%	0,62%	0,51%	0,44%
Armação dos Búzios	1,40%	0,29%	0,14%	0,05%
Arraial do Cabo	0,73%	0,16%	0,02%	-0,06%
Cabo Frio	1,17%	0,45%	0,33%	0,25%
Cachoeiras de Macacu	-2,02%	-0,99%	-0,80%	-0,60%
Casimiro de Abreu	1,44%	0,70%	0,65%	0,54%
Iguaba Grande	1,38%	0,26%	0,13%	0,04%
Maricá	1,40%	0,48%	0,34%	0,21%
Rio Bonito	1,26%	0,97%	0,83%	0,71%
Rio das Ostras	2,51%	1,57%	1,38%	0,97%
São Pedro da Aldeia	1,07%	0,25%	0,11%	0,03%
Saquarema	0,64%	1,14%	1,03%	0,89%
Silva Jardim	0,98%	1,65%	1,28%	0,98%
RH VI	**1,33%**	**0,55%**	**0,43%**	**0,33%**

Fonte: Elaboração própria, tendo por base ANA (2021).

6.2.2 Projeções para os demais cenários

Em todos os casos se supõe que não existem alterações no curto prazo, vale dizer, entre 2023 e 2028, em relação ao Cenário Tendencial. A justificativa é que há necessidade de tempo para que as alterações nos cenários sejam correspondidas com alterações nas demandas hídricas.

Considerando a lógica de cada cenário alternativo (Tecnológico, Ecológico e Eco-tecnológico) as hipóteses apresentadas na Tabela 6.3 foram adotadas.

As justificativas para as hipóteses são:

1. **Demandas hídricas da população urbana**: o Cenário Tecnológico é aquele que o crescimento populacional é mantido no máximo, estimulado pelo crescimento acelerado da economia; o mesmo ocorre no Cenário Ecotecnológico, com a diferença que neste último existem investimentos no controle dos impactos ambientais. O Cenário Ecológico é caracterizado pela contenção do crescimento populacional, decorrente do controle ambiental e rigor nos processos de licenciamento.
2. **Demandas hídricas da indústria, mineração e criação de animais:** são atividades econômicas que se supõe acompanhar a lógica do crescimento populacional;
3. **Demandas hídricas da população rural:** entende-se ocorrer um efeito inverso aos dos Cenários Tecnológico e Ecotecnológico: quando a população urbana cresce, a rural decresce, devido à atração que o meio urbano exerce sobre a população rural, em busca de oportunidades de emprego e renda; no Cenário Ecológico a população cresce com as mesmas taxas do Cenário Tendencial, mantendo a tendência observada;
4. **Demandas hídricas para irrigação:** no Cenário Tecnológico admite-se ocorrer um processo acelerado de desenvolvimento da área potencialmente irrigável, que alcança até 2038 80% do potencial efetivo, o que determina um aumento anual da área irrigada 13,64 vezes o que é previsto no Cenário Tendencial. No Cenário Ecológico entende-se que as dificuldades de licenciamento impedem o crescimento da área irrigada além de 2028. E no Cenário Ecotecnológico a

prospecção é que o aumento anual da área irrigada é de 5 vezes o que é observado no Cenário Tendencial. Isto incorpora à irrigação 29,3% do potencial efetivo.

Tabela 6.3 - Hipóteses sobre as taxas de crescimento das demandas hídricas nos cenários alternativos, tendo por referência os incrementos no Cenário Tendencial

Demandas Hídricas	Cenários Alternativos		
	Tecnológico	Ecológico	Eco-Tecnológico
Humanas urbanas	Aumentam no máximo verificado ou projetado entre 2011 e 2038	Aumentam no mínimo verificado ou projetado entre 2011 e 2038	Aumentam no máximo verificado ou projetado entre 2011 e 2038
Indústria, Mineração e Criação de Animais			
Humanas rurais	Aumento a taxas mínimas, históricas ou projetadas	Sem alteração	Aumento a taxas mínimas, históricas ou projetadas
Irrigação	Incorpora 80% da área irrigada do potencial efetivo até 2038 (o que resulta em um aumento de 13,64 vezes a área anual incorporada no Cenário Tendencial)	Não cresce a partir de 2028	Alcança um percentual intermediário de crescimento da área irrigada em relação ao potencial efetivo (o que resulta em um aumento de 5 vezes a área anual incorporada no Cenário Tendencial)

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6.1 ilustra a evolução das demandas hídricas totais em cada cenário, evidenciando o contraste estabelecido em decorrência das hipóteses adotadas.

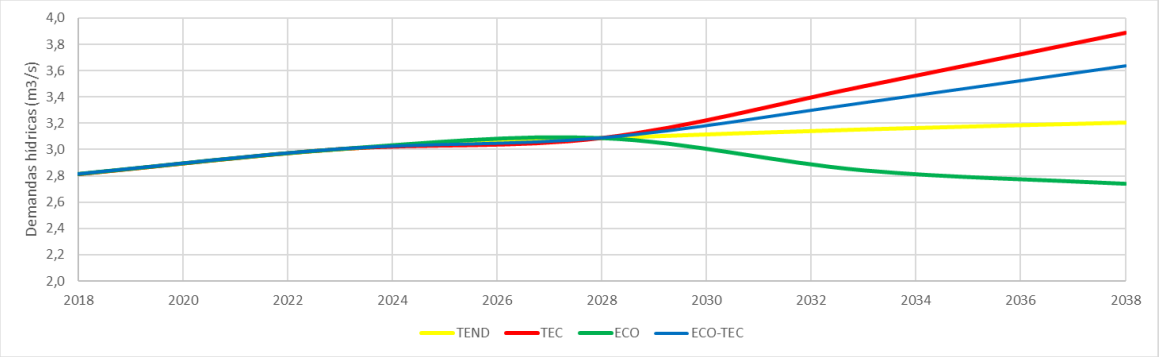


Figura 6.1 Evolução das demandas hídricas totais em cada cenário.
Fonte: Elaboração própria.

6.3 Balanço hídrico quantitativo

O balanço hídrico quantitativo serve como indicador do nível de comprometimento hídrico, desempenhando um papel crucial na identificação da parcela da disponibilidade hídrica utilizada para atender aos usos consuntivos. Essa relação é estabelecida pela razão entre a demanda e a oferta, expressa em termos percentuais de comprometimento hídrico.

A demanda refere-se à soma das estimativas de vazão de retirada destinada aos diversos usos consuntivos setoriais, associada aos seus locais de utilização. Já a oferta corresponde a uma vazão de alta garantia (por exemplo, a vazão Q95), definida como disponibilidade hídrica. Nos itens a seguir é apresentada a metodologia aplicada para o cálculo de balanço hídrico quantitativo na RH-VI.

O balanço hídrico da RH-VI foi realizado para cada uma das UHPs a partir dos resultados de disponibilidade hídrica provenientes dos resultados de vazão gerados através do modelo MGB e da sua respectiva regionalização, em conjunto com os resultados de demanda hídrica, obtidas através dos metadados da ANA.

Assim, obteve-se o resultado do balanço hídrico generalizado para cada UHP e discretizado por trechos de rio. Para a realização do balanço hídrico foi utilizado o pacote de ferramentas WARM-GIS (Kayser e Collischonn, 2013; HGE, 2017), de forma integrada ao software QGIS, versão 3.4.11. O modelo foi aplicado para todas as UHPs, com exceção da UHP-g (Armação de Búzios) que não apresenta rede de drenagem aparente.

6.3.1 Resultado do balanço hídrico quantitativo

Os resultados do balanço hídrico quantitativo são apresentados por meio da atribuição de um valor de *IEH* para cada trecho de rio, que varia de 0% a 100%, sendo um valor mais baixo referente a um menor nível de comprometimento e um valor mais alto a um maior nível de comprometimento. Em termos gerais, o *IEH* representa o percentual de vazão utilizada pelas demandas em relação ao total disponível.

Em uma primeira etapa, foi realizado o cálculo do balanço hídrico por UHP, que teve por objetivo providenciar uma visão global do comprometimento hídrico para cada unidade. Para tal foram consideradas as disponibilidades obtidas em cada exutório (Q95) e as demandas totais de cada UHP para os dez cenários propostos. A Tabela 6.4 apresenta um sumário de cada cenário e o resultado de seu balanço hídrico.

Tabela 6.4. Balanços hídricos quantitativo por UHP.

UHP	Vazão Q95 (m³/s)	Índice de Estresse Hídrico - IEH (%) /Cenários									
		2023	2028	2033				2038			
		Atual	Tendencial	Tendencial	Ecológico	Eco-tecnológico	Tecnológico	Tendencial	Ecológico	Eco-tecnológico	Tecnológico
VI-a - Rio São João Montante	5,19	0,56%	0,62%	0,66%	0,64%	0,68%	0,70%	0,69%	0,67%	0,76%	0,80%
VI-b - Rio São João Jusante	17,33	3,22%	3,34%	3,61%	3,59%	3,79%	3,87%	3,71%	3,66%	4,11%	4,28%
VI-c - Rios Capivari e Bacaxá	11,62	1,80%	1,91%	2,08%	1,87%	2,18%	2,32%	2,18%	1,84%	2,42%	2,69%
VI-d - Rio Una	2,39	13,19%	13,44%	13,61%	12,93%	14,31%	14,61%	13,78%	12,71%	15,27%	15,85%
VI-e - Lagoa Saquarema	1,38	6,66%	7,26%	7,89%	7,50%	9,60%	13,16%	8,46%	7,59%	11,91%	19,03%
VI-f - Lagoa de Araruama	1,80	69,17%	71,09%	70,81%	56,39%	75,26%	77,01%	71,25%	50,39%	80,68%	84,02%
VI-g - Armação de Búzios	1,16	47,98%	47,97%	47,13%	46,82%	50,21%	50,67%	47,36%	46,89%	53,92%	54,67%

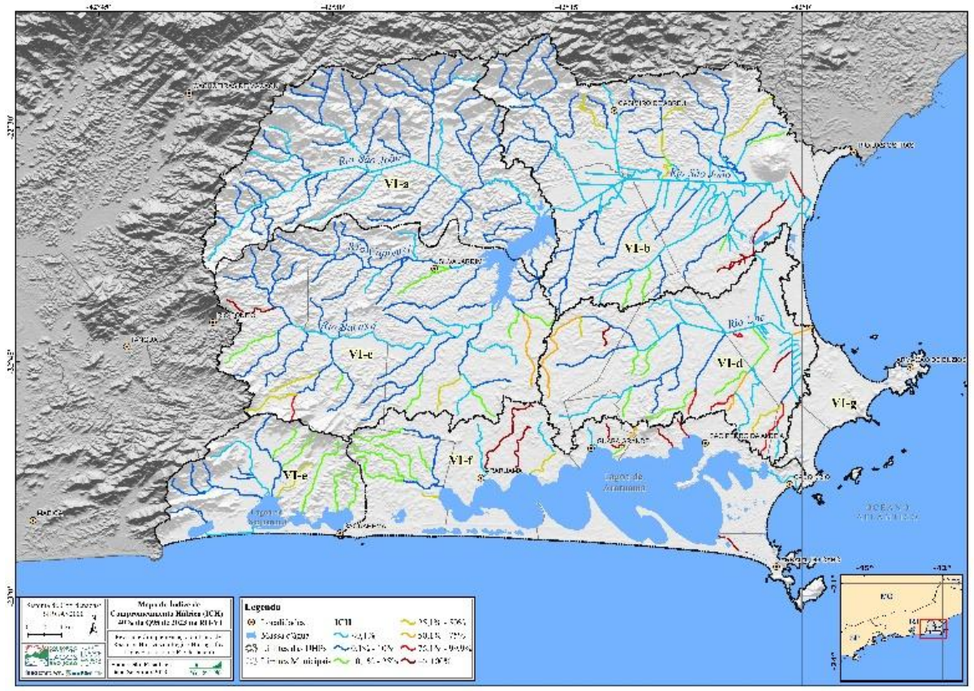
Fonte: Elaboração própria.

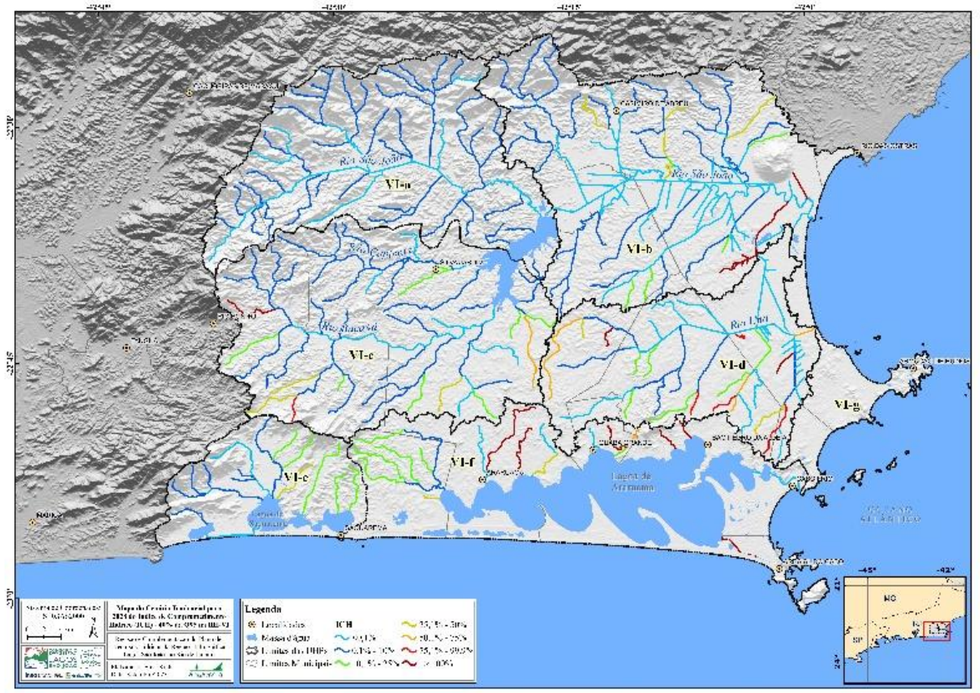
Concomitantemente ao cálculo do balanço hídrico por UHP, foi realizada uma quantificação do *IEH* por trecho de rio. Assim, a seguir serão apresentados os resultados desse cálculo para os seguintes cenários:

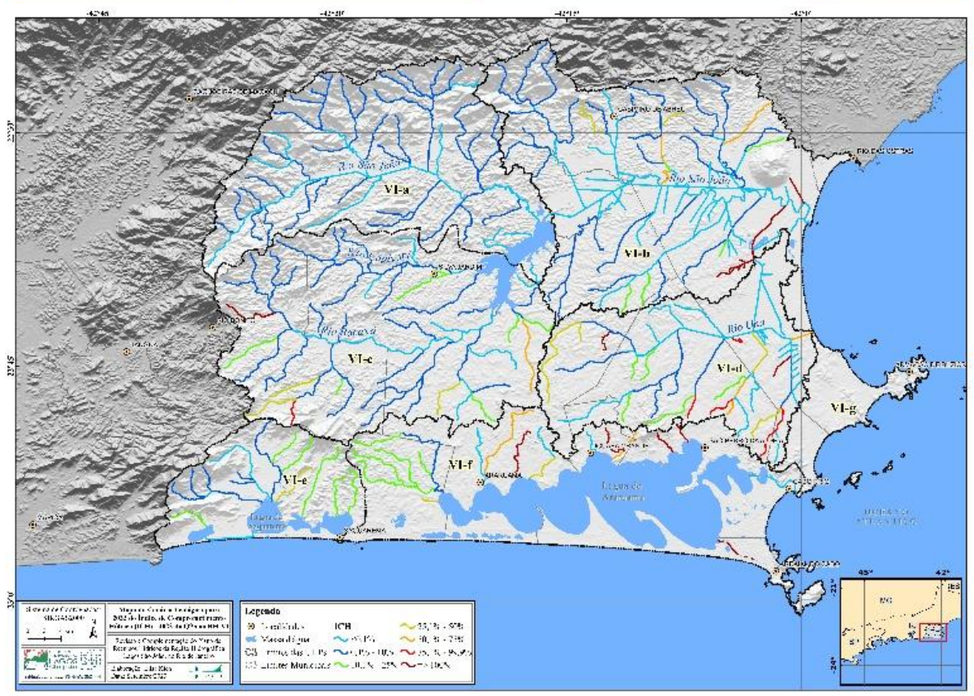
- Cenário atual do ano de 2023;
- Cenário tendencial para os anos de 2028, 2033 e 2038;
- Cenário ecológico para os anos de 2033 e 2038;
- Cenário eco-tecnológico para os anos de 2033 e 2038;
- Cenário tecnológico para os anos de 2033 e 2038;

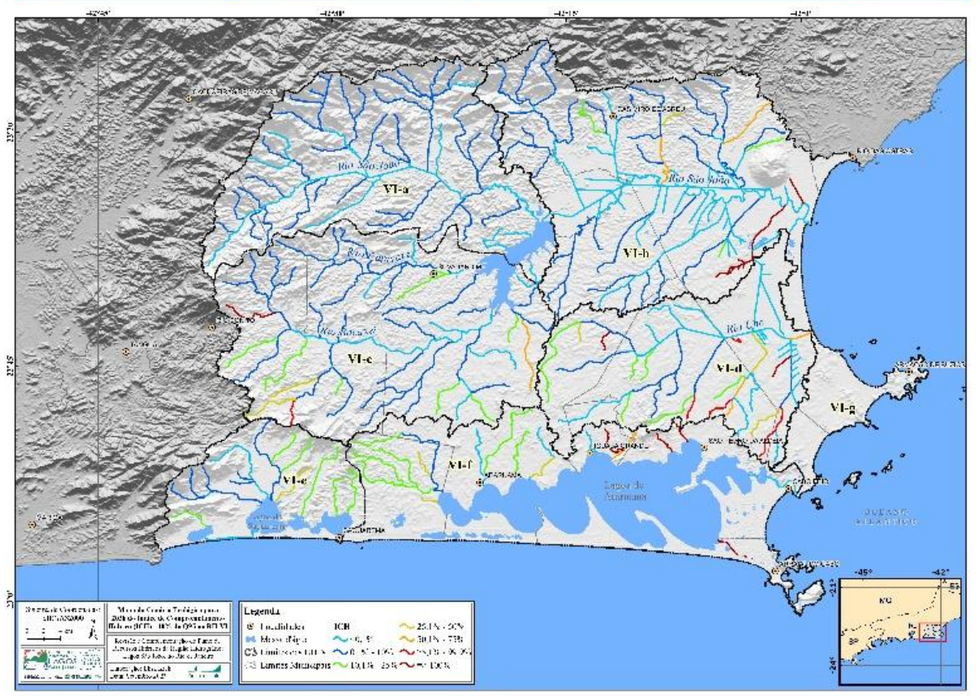
Para todos os cenários foram avaliadas as disponibilidades com uma vazão de referência Q95 e para uma situação de 40% da Q95 (atualmente a vazão máxima outorgável).

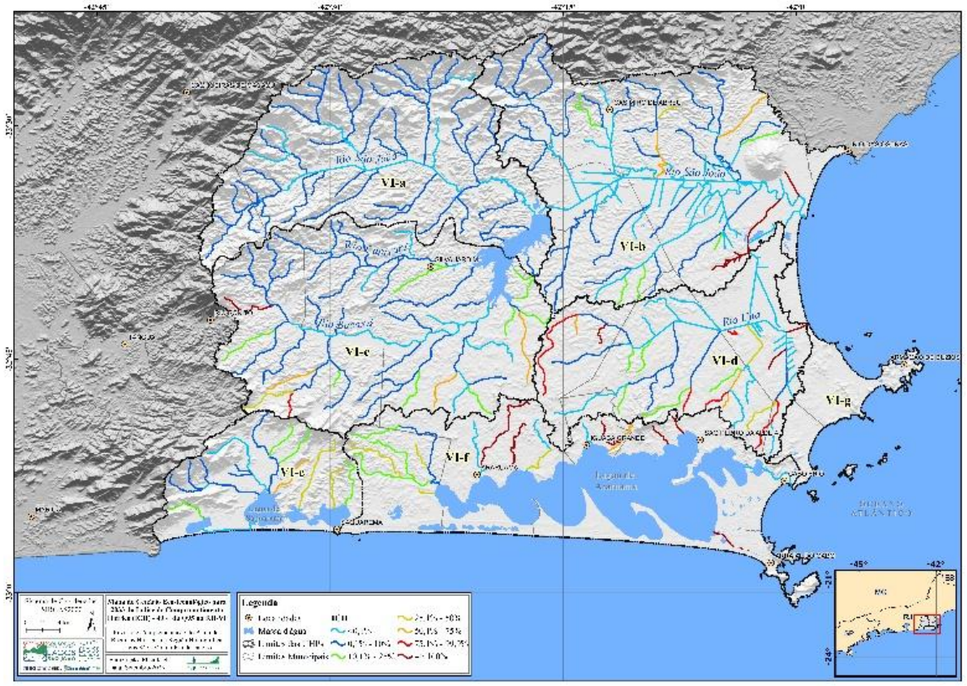
Nas figuras a seguir, são apresentados os resultados desse balanço hídrico discretizado por trecho de rio sobre o mapa da RH-VI, nas quais cada cor representa a situação dos trechos de rio pelo *IEH* calculado conforme a legenda.

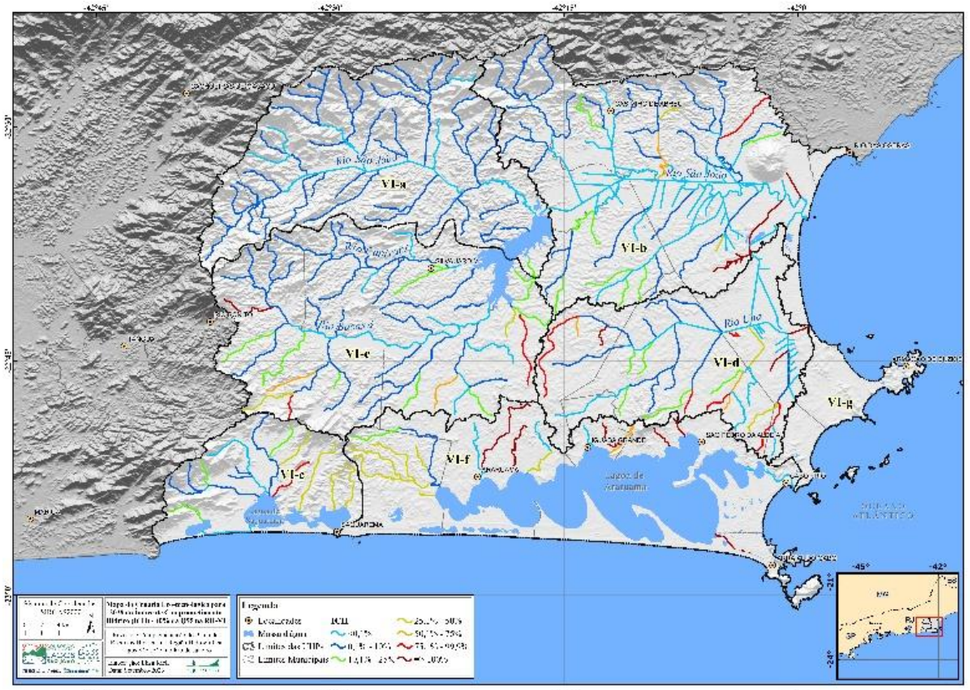

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Lagoa de Araruama
Legenda

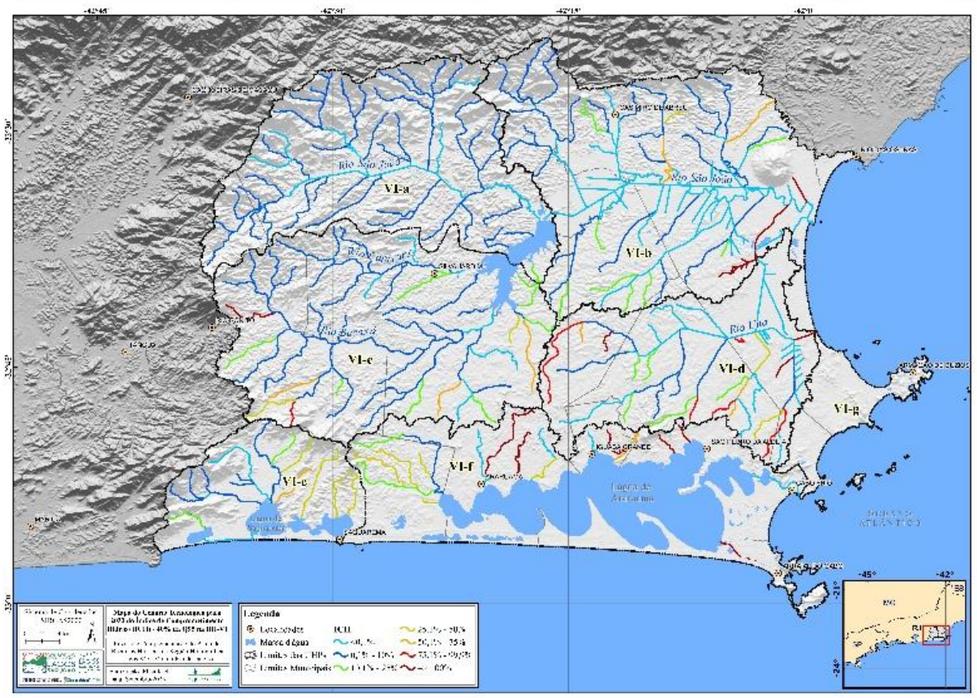

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Lagoa de Araruama
Legenda

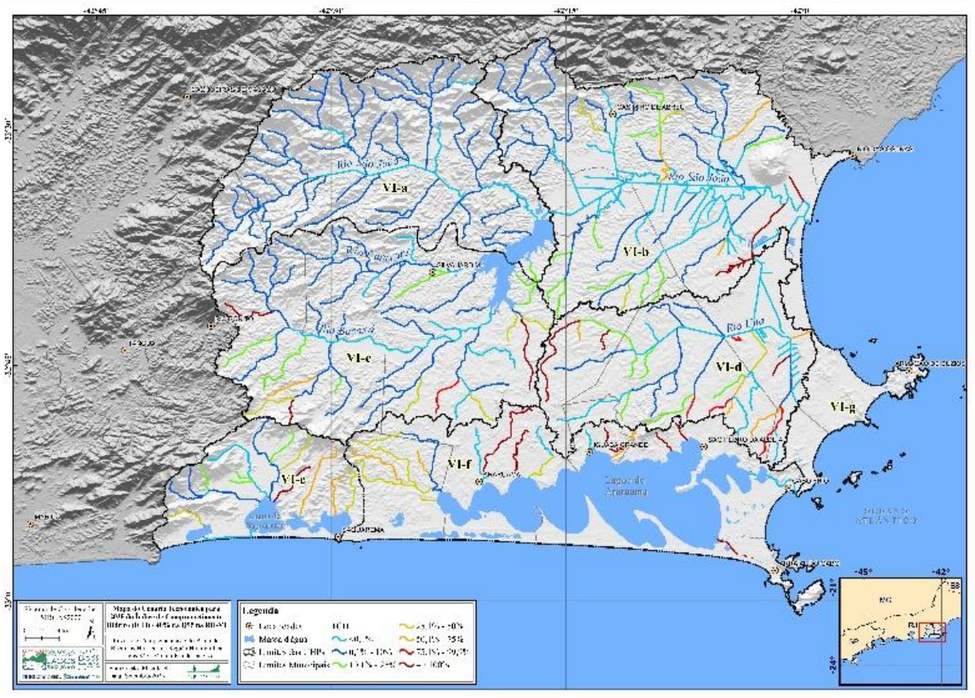

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Lagoa de Araruama
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Lagoa de Araruama
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Macaé
Rio Bonanza
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Macaé
Rio Bonanza
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Macaé
Rio Bonanza
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Macaé
Rio Bonanza
Legenda

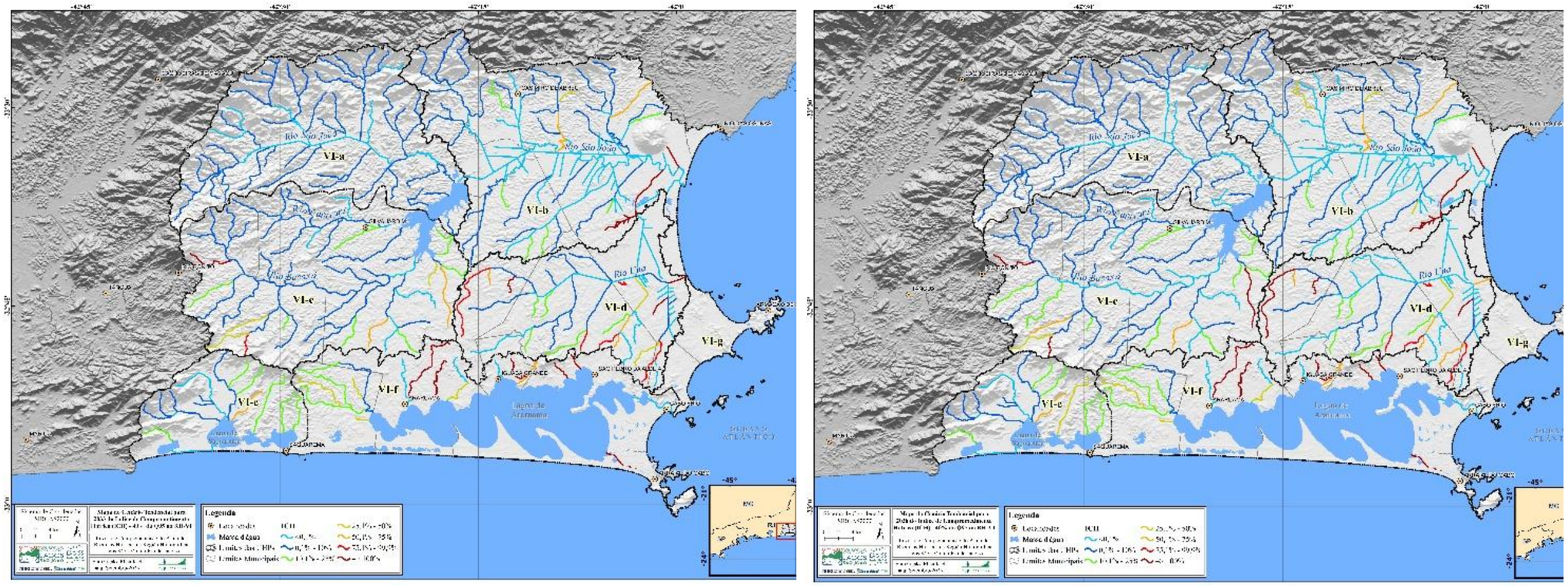
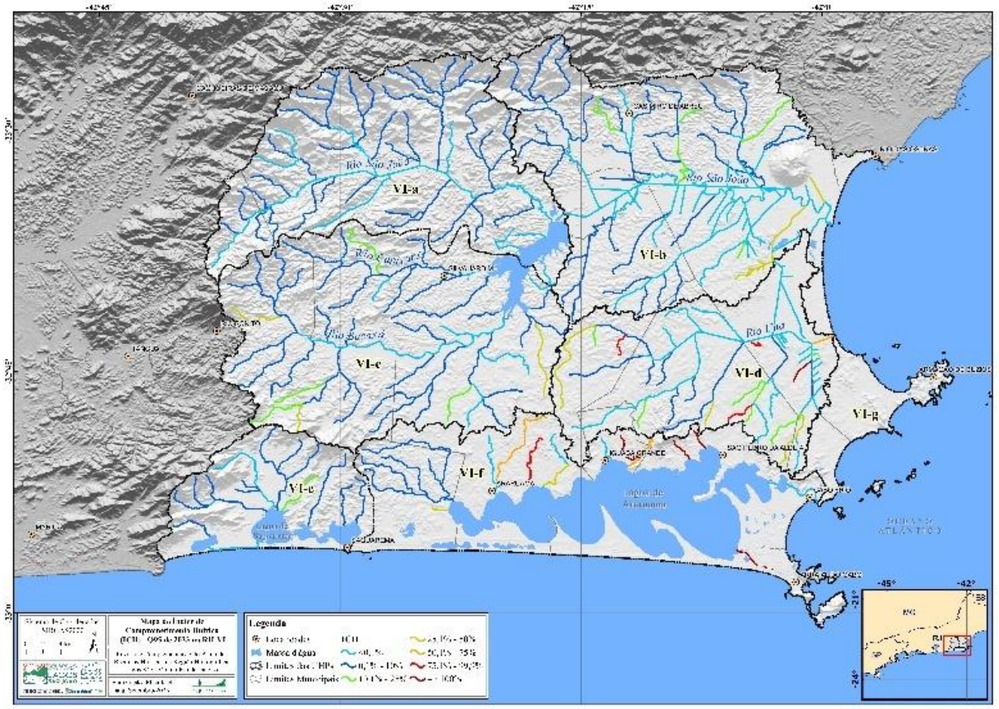
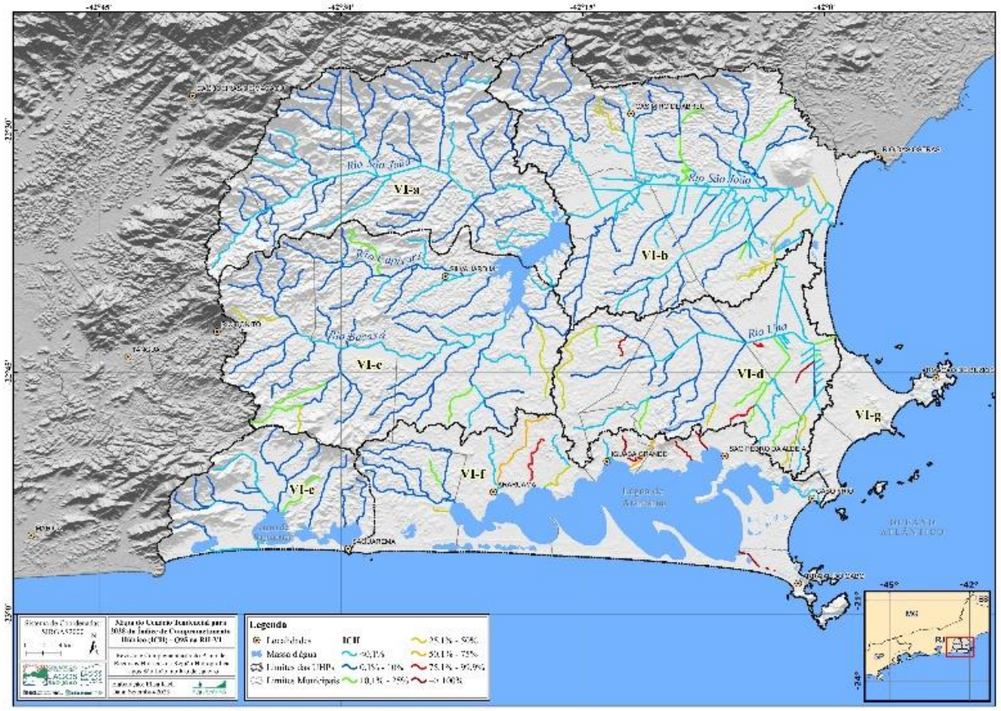
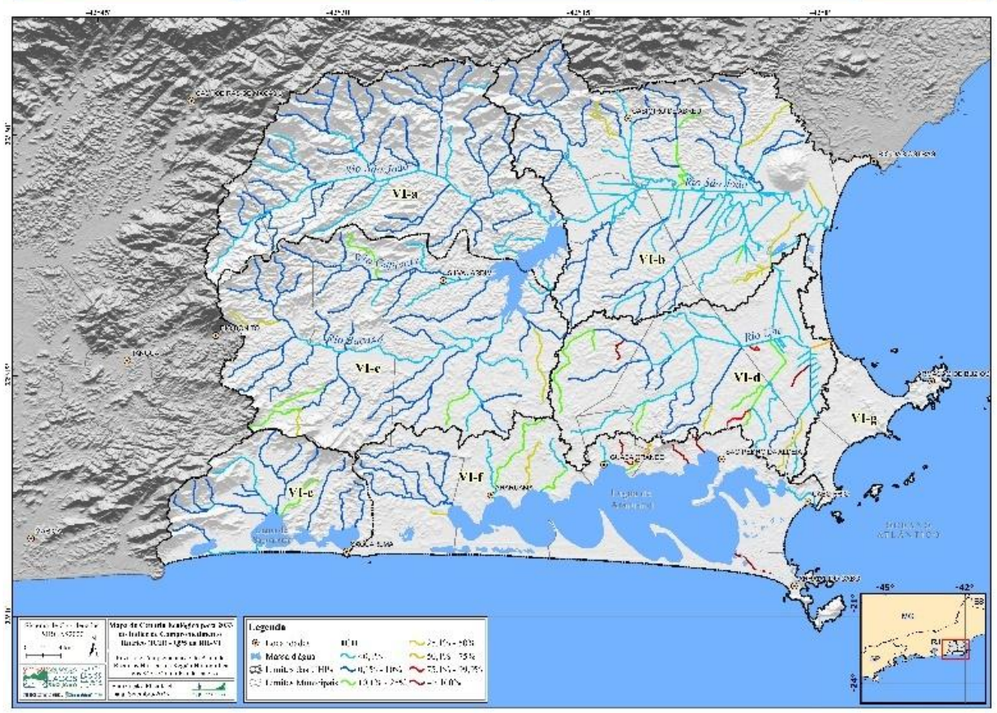
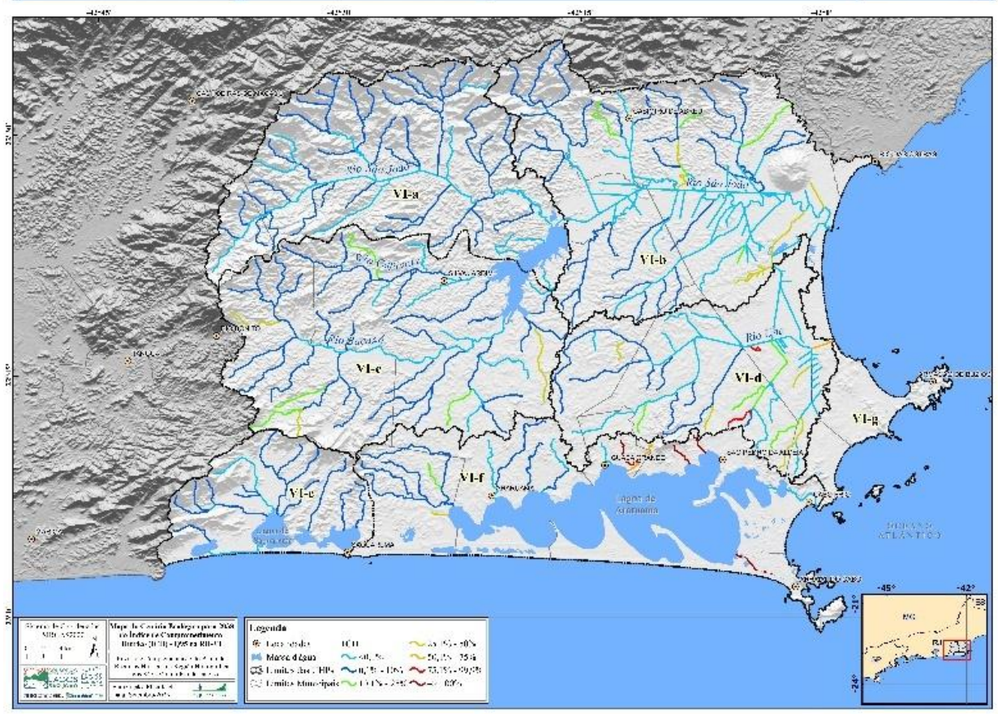


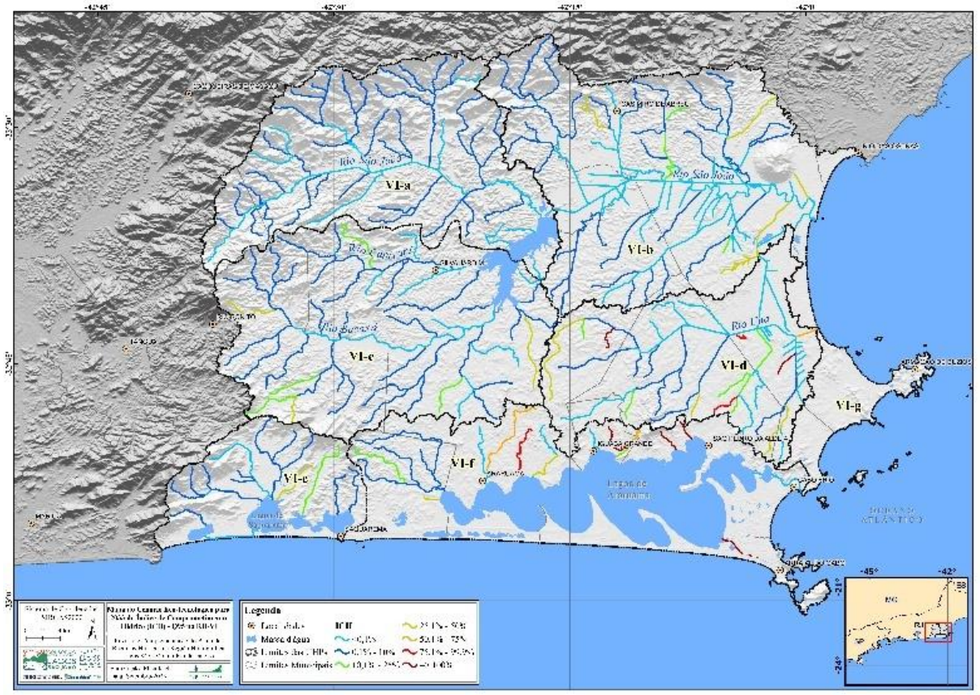
Figura 6.2. Balanço hídrico considerando disponibilidade de 40% da vazão Q95 nos cenários.
Fonte: Elaboração própria.

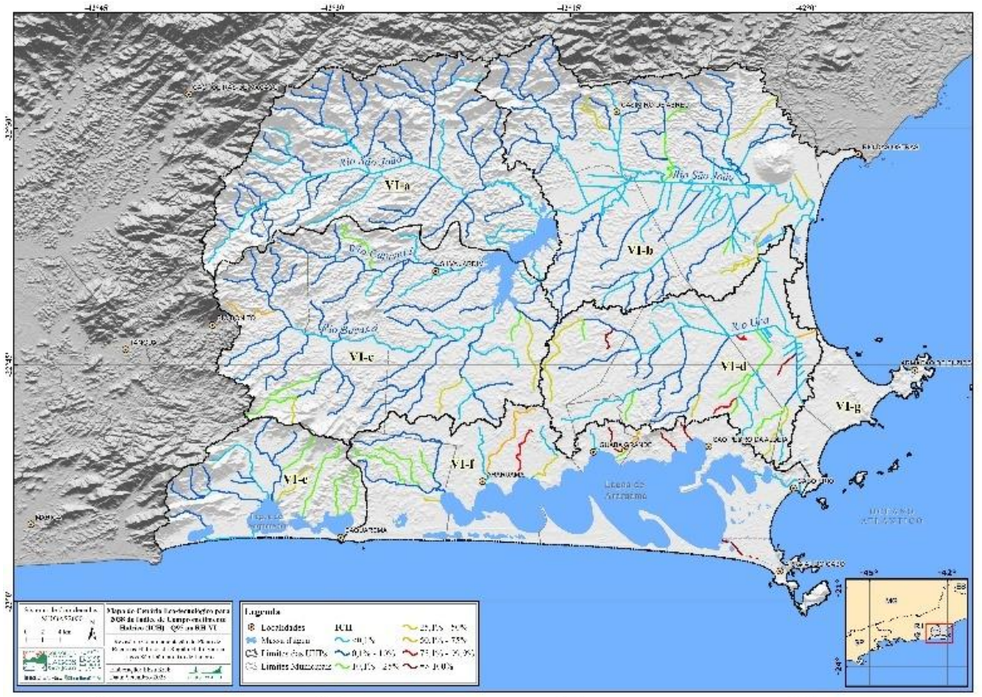

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Legenda

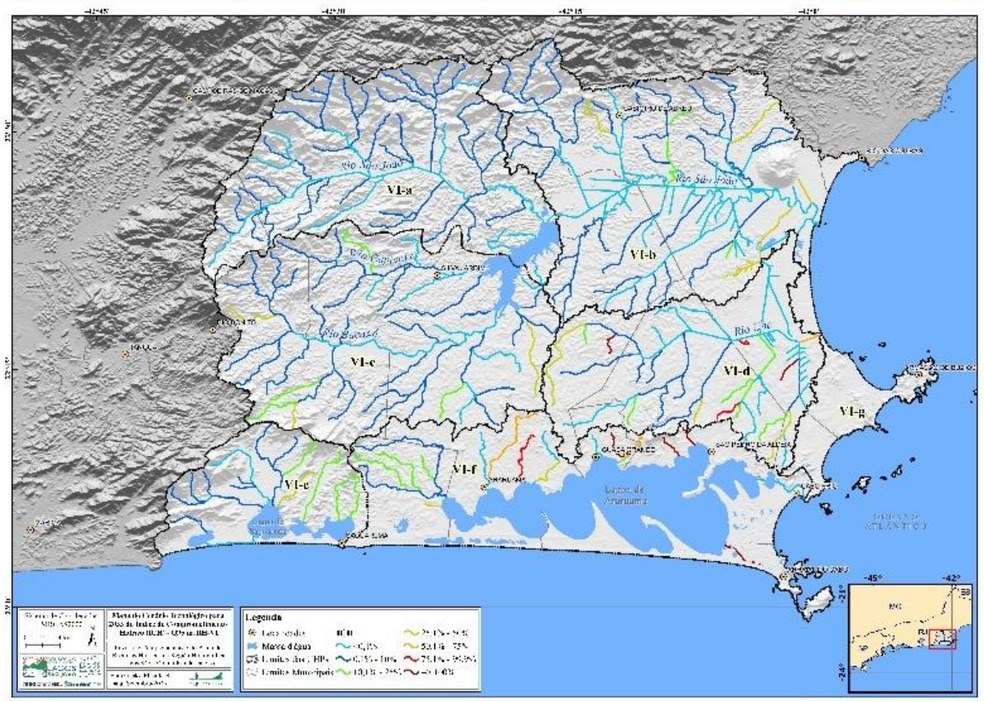

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Legenda

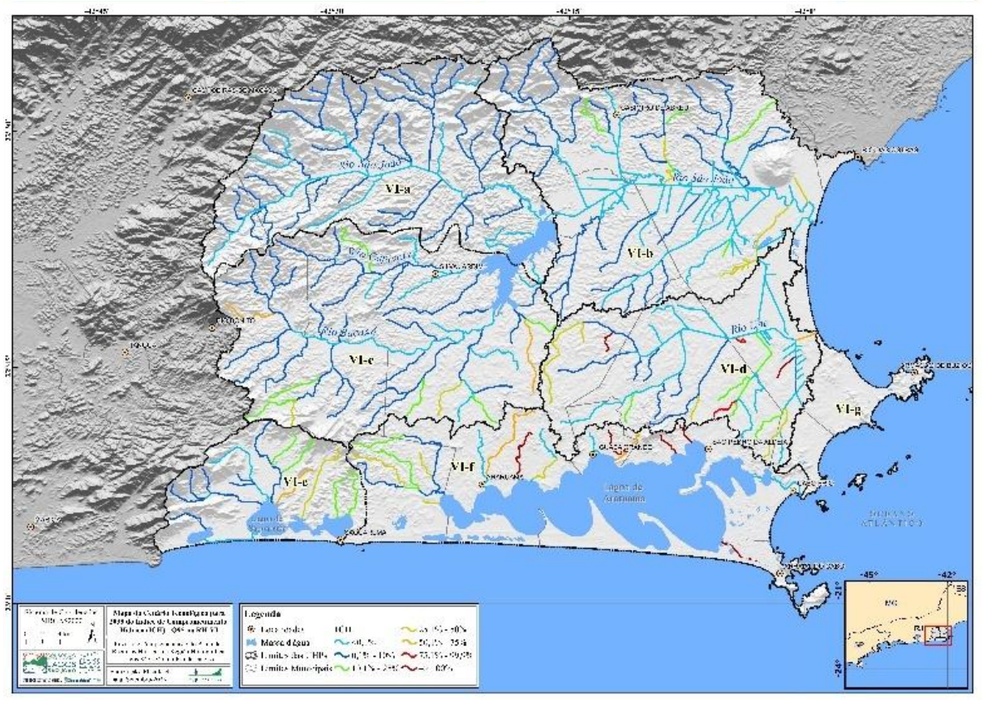

VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Una
Rio Bacaxá
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Capivari
Rio Bacaxá
Rio Una
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Capivari
Rio Bacaxá
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Capivari
Rio Bacaxá
Legenda


VI-a
VI-b
VI-c
VI-d
VI-e
VI-f
VI-g
Rio São João
Rio Capivari
Rio Bacaxá
Legenda

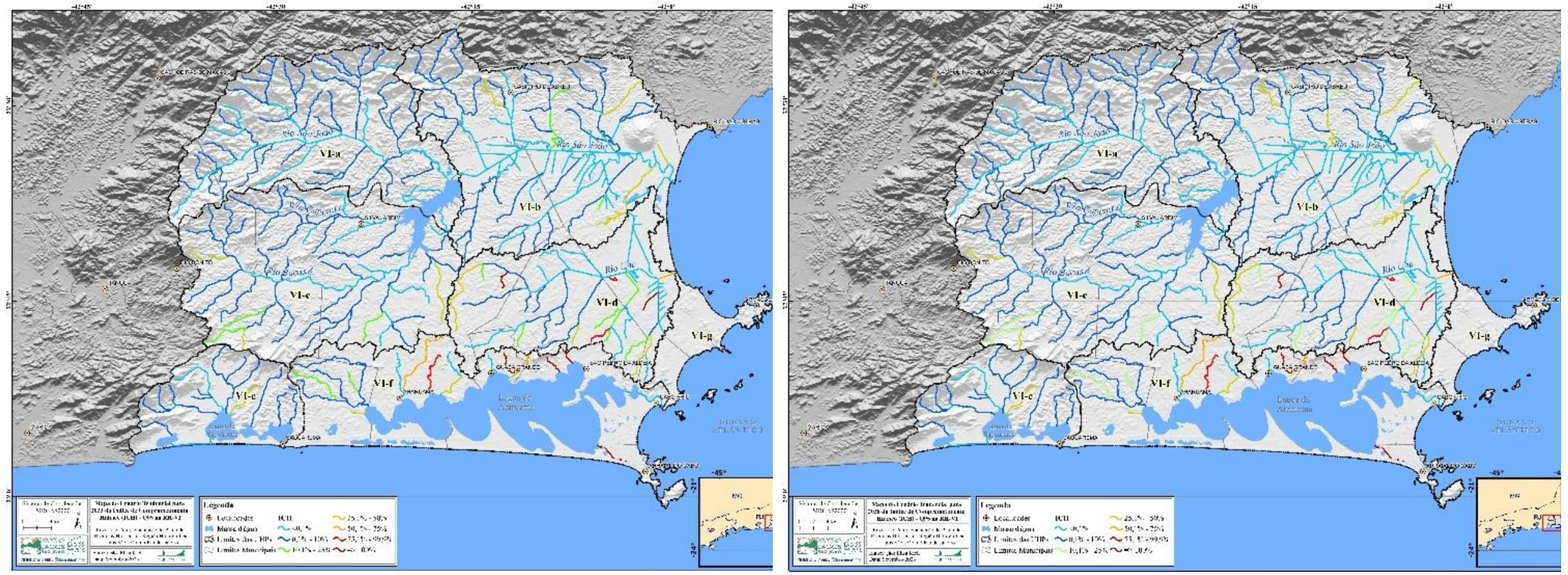


Figura 6.3. Balanço hídrico considerando disponibilidade da vazão Q95 nos cenários.

A seguir é feita a análise dos resultados obtidos para cada um dos cenários simulados na RH-VI. Vale ressaltar que um *IEH* baixo representa um menor nível de comprometimento dos recursos hídricos disponíveis e um *IEH* alto representa um maior nível de comprometimento, podendo afetar a disponibilidade hídrica no curso de água em questão:

- **Demanda hídrica no cenário atual (2023)**: nota-se que o balanço hídrico considerando a demanda atual, tanto para a vazão de referência Q95 quanto para 40% da Q95 apresenta baixos valores de *IEH* na grande maioria dos trechos. Observa-se também que apesar de alguns afluentes apresentarem um *IEH* elevado, o rio principal consegue se recuperar rapidamente em termos quantitativos, mantendo grande parte da bacia com baixos *IEH*.
- **Demanda hídrica para um cenário tendencial (2028, 2033 e 2038):** nesse cenário considera-se que o ordenamento territorial é pouco funcional e pouco restritivo ao adensamento populacional. Sendo assim, percebe-se um aumento na pressão em alguns trechos de rio, que tiveram um aumento significativo no valor de *IEH*. No entanto, até o ano de 2038 não é notada nenhuma pressão significativa nos corpos hídricos principais, sendo que esses mantêm um comportamento similar ao longo dos anos simulados.
- **Demanda hídrica no cenário ecológico (2033 e 2038):** nesse cenário em que se busca evitar a degradação ambiental que o adensamento populacional poderá potencializar, nota-se que os resultados apresentaram o maior número de trechos com baixos *IEH*. Esse comportamento se mantém em ambos os anos simulados e até mesmo para o pior cenário de disponibilidade hídrica (40% da Q95). Outra observação é que para alguns trechos o *IEH* diminuiu ao longo dos anos mesmo com o aumento populacional, mostrando que a pressão sobre os cursos hídricos diminui ao adotar um cenário como esse.
- **Demanda hídrica no cenário eco-tecnológico (2033 e 2038):** as demandas calculadas nesse cenário preveem a conciliação entre o crescimento econômico compatibilizado pela Indústria Criativa, não poluente, e a proteção ambiental. Considerando isso, observa-se uma situação em que os maiores níveis de comprometimento hídrico acontecem apenas nos afluentes, já quando se analisa o curso principal percebe-se que

ele consegue se recuperar quantitativamente. Nesse cenário, da mesma forma que no cenário ecológico, alguns trechos apresentaram uma diminuição no *IEH* ao longo dos anos.

- **Demanda hídrica no cenário tecnológico (2033 e 2038):** nesse cenário, em que se considera o adensamento populacional acelerado e sem soluções efetivas para o controle da degradação ambiental, observa-se um aumento significativo do *IEH* em diversos trechos. Apesar de ser o cenário mais crítico e ter apresentado o maior número de trechos afetados, quando se analisa apenas os rios principais e até o ano simulado, percebe-se que esses ainda conseguem se recuperar quantitativamente, mantendo-se com baixos valores de *IEH*.

Em geral, todos os cenários de balaço hídrico simulados na RH-VI demostram que na maior parte da bacia não há comprometimento significativo da disponibilidade hídrica, mesmo para o cenário da máxima vazão outorgável. Observa-se ainda que a UHP-f (Lagoa de Araruama) possui o maior número de trechos com *IEH* elevado nos afluentes. Na UHP-d (Rio Una) também ocorrem níveis elevados de comprometimento hídrico nos afluentes em alguns cenários simulados. Já nas sub-bacias UHP-a (Rio São João Montante), UHP-b (Rio São João Jusante), UHP-c (Rios Capivari e Bacaxá) e UHP-e (Lagoa Saquarema) encontram-se a maior parte dos trechos com um *IEH* baixo. Para a UHP-g (Armação de Búzios), por não haver uma drenagem aparente, não foi possível realizar o balanço por trechos de rio, desta forma, a análise nessa UHP ficou restrita apenas a análise global.

Em uma análise geral dos cenários, podemos observar que o cenário Tecnológico traria um maior comprometimento hídrico da bacia, enquanto o menor nível de comprometimento é fornecido pelo cenário Ecológico. O cenário Tendencial que busca fazer uma previsão da situação caso o cenário se mantenha no mesmo ritmo de evolução, demonstra índices de comprometimento hídrico próximos aos do pior cenário (Tecnológico), ainda que melhores. Por fim, o cenário Eco-Tecnológico é uma alternativa com medidas menos extremas que busca conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental, e apresentou valores de comprometimento hídrico próximos aos do melhor cenário (Ecológico), sendo assim, juntamente com o cenário Ecológico uma boa alternativa do ponto de vista de disponibilidade hídrica.

6.4 Demanda Hídrica Qualitativa

6.4.1 Modelagem de Qualidade dos Rios

Neste item será abordada a modelagem de qualidade de água para as regiões lóticas da RH-VI (RH-VI-a, RH-VI-b, RH-VI-c, RH-VI-d), tendo como objetivo simular as condições de qualidade de água e avaliar as demandas hídricas em termos de qualidade.

6.4.1.1 Síntese Metodológica

Para a realização do balanço hídrico qualitativo foram estimadas as cargas de diferentes poluentes presentes em efluentes urbanos e rurais, considerando um abatimento proveniente do tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). Essas cargas foram então lançadas nos corpos hídricos em um cenário de referência (Q95) determinado na etapa de disponibilidade hídrica. Para a calibração do modelo utilizaram-se dados de pontos de monitoramento identificados na RH-VI, já apresentados anteriormente na etapa de Diagnóstico.

O modelo de qualidade de água utilizado foi o WARM-GIS (Kayser e Collischonn, 2013; HGE, 2017), de forma integrada ao software QGIS, versão 3.4.11. Este modelo foi aplicado nos ambientes lóticos das seguintes UHPs: RH-VI-a Rio São João montante, RH-VI-b Rio São João jusante, RH-VI-c Rios Capivari e Bacaxá, e RH-VI-d Rio Una. A partir desse momento, como foram simuladas em conjunto, a união das bacias RH-VI-a, RH-VI-b, e RH-VI-c será chamada de bacia do rio São João. Para as UHPs RH-VI-e Lagoa de Saquarema e RH-VI-f Lagoa de Araruama será utilizada uma outra abordagem, visto que essas unidades possuem sistemas com ambientes lênticos, desta forma, nesses locais é necessária a aplicação de um modelo em 2D. Já para a UHP RH-VI-g Armação dos Búzios, a avaliação de qualidade não será realizada, pois na mesma não há drenagem aparente.

6.4.1.2 Descrição do modelo de qualidade da água

De acordo com Kayser e Collischonn (2017), o processo de modelagem qualitativa realizado pelo WARM-GIS Tools corresponde a 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. As variáveis da qualidade da água simuladas pelo modelo são:

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);

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

6.4.1.3 Dados de entrada

O balanço hídrico qualitativo calculado pelo modelo WARM-GIS é obtido através dos seguintes arquivos de entrada: topologia (arquivos vetoriais de drenagem, das minibacias e arquivo MINI.GTP); dados de vazão; pontos de lançamento de cargas de poluição e definição das condições iniciais do modelo (com as concentrações dos parâmetros de qualidade nas cabeceiras).

Para o cálculo do balanço de qualidade considerou-se o cenário de vazão Q95 (vazão com 95% de permanência no tempo), pois esta é a vazão de referência utilizada no estado do Rio de Janeiro. Desta forma, o modelo foi calibrado para esse cenário. Adicionalmente, após a calibração, simulou-se também uma condição considerada como a vazão remanescente ao retirar-se a vazão máxima outorgável de 40% da Q95, sendo esse então o pior cenário possível.

6.4.1.3.1 Cargas de poluição

O estudo de qualidade da água na região hidrográfica RH-VI considerou apenas fontes pontuais de poluição, originadas principalmente de efluentes domésticos urbanos. Fontes difusas, como aquelas resultantes do escoamento superficial agrícola, foram desconsideradas, pois o cenário modelado corresponde à vazão mínima (Q95), típico de períodos de estiagem, onde o escoamento superficial é insignificante.

Para estimar as concentrações de poluentes e vazões de lançamento na bacia do Rio São João, As cargas domésticas foram estimadas com base nas populações dos municípios e nos coeficientes per capita de geração de poluentes propostos por Sperling (2007), considerando o grau de tratamento das ETEs locais (Casimiro de Abreu e Silva Jardim) e a presença de soluções individuais (fossas sépticas), conforme dados do Atlas Esgotos (ANA, 2017c). Cargas industriais foram desconsideradas, dado que a região tem caráter predominantemente turístico e não possui expressiva atividade industrial.

Na bacia do Rio Una (RH-VI-d), foi considerado apenas o lançamento da ETE Jardim Esperança em Cabo Frio, baseado em dados fornecidos pela Prolagos, relativos à vazão e carga lançadas no Córrego da Malhada.

Lançamentos no oceano e lagoas foram desprezados nesta etapa de modelagem. As cargas foram convertidas para concentrações (mg/L), como requerido pelo modelo de qualidade da água.

6.4.1.3.2 Condições iniciais de qualidade da água

No WARM-GIS Tools é necessário definir a condição inicial dos rios, especificamente em suas cabeceiras, inserindo-se os valores de concentração dos parâmetros (OD, DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes) nesses locais. De forma geral, tais valores devem ser ajustados, se possível, de acordo com os valores dos parâmetros das estações de monitoramento localizadas nas cabeceiras dos rios; No entanto, quando esses dados não existem ou não estão disponíveis pode-se adotar valores padrões, como os valores sugeridos pelo próprio modelo. Sendo assim, no presente estudo inicialmente optou-se por utilizar os valores médios desses parâmetros, que foram sugeridos pelo modelo, e à medida que o modelo foi sendo calibrado esses valores foram também ajustados para se aproximarem dos dados observados.

6.4.1.4 Calibração do modelo

6.4.1.4.1 Métricas de calibração

A calibração do modelo de qualidade da água foi realizada com o objetivo de ajustar os resultados simulados às observações reais obtidas nos pontos de monitoramento. Para isso, foram utilizadas duas métricas principais de desempenho do modelo: RMSE (Root Mean Squared Error), que calcula "a raiz quadrática média" dos erros entre valores observados (reais) e predições (hipóteses); e PBIAS (Percent Bias), que mede a tendência média dos valores simulados em relação aos observados.

Para o RMSE o menor valor indica um melhor ajuste dos valores simulados e observados. Já para o coeficiente PBIAS de acordo com a avaliação proposta por Moriase et al (2007), os valores do coeficiente podem ser classificados nas categorias: insatisfatório, satisfatório, bom e muito bom. Quanto mais próximo de zero melhor o modelo representará a realidade.

6.4.1.4.2 Pontos de monitoramento

Também para a calibração do modelo, foram utilizados os dados dos pontos agrupados de monitoramento, que foram apresentados no relatório DA01- Diagnóstico Ambiental. Adicionalmente, para a RH-VI-d Rio Una, foram utilizados também os pontos de monitoramento fornecidos pelo relatório de monitoramento do corpo receptor - Jardim Esperança para o ano de 2022 enviado pela Prolagos.

No modelo foram inseridos os dados de concentrações dos parâmetros – OD, DBO, nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes obtidos nas campanhas dos pontos de monitoramento em ambiente lótico, conforme já apresentado no Diagnóstico.

Após a simulação, os dados de monitoramento são plotados em diagrama de caixas, sendo essa uma ferramenta gráfica para representar a variação de dados observados de uma variável numérica por meio de quartis.

6.4.1.4.3 Parâmetros de calibração do modelo

A calibração dos coeficientes do modelo WARM-GIS Tools foi executada manualmente, por intermédio da alteração direta dos valores dos coeficientes, seguindo os procedimentos de tentativa e erro e observação da variação dos perfis longitudinais e das métricas de avaliação apresentadas no item 6.4.1.4.1.

6.4.1.5 Calibração da simulação qualitativa

A calibração das simulações foi conduzida de acordo com a metodologia apresentada visando a melhor combinação possível dos dados simulados com os dados observados. O valor final de cada parâmetro utilizado na calibração encontra-se na Tabela 6.5 e Tabela 6.6. Para verificar a qualidade da calibração foi utilizado o módulo de comparação de resultados do modelo, que compila os resultados simulados em um perfil longitudinal dentro da faixa de variação dos parâmetros observados, calculando automaticamente as métricas RMSE e PBIAS e resultando assim na Figura 6.4 e na Figura 6.5.

Tabela 6.5 - Valor final dos parâmetros de calibração para a grande bacia do Rio São João.

Parâmetro	Valor
K_s (d^{-1})	0,1
K_d (d^{-1})	0,1
K_a (d^{-1})	0,5
K_{col} (d^{-1})	4
K_{oi} (d^{-1})	0,3
K_{oa} (d^{-1})	0,25
K_{an} (d^{-1})	0,5
K_{den} (d^{-1})	0,3
V_{smo} ($m.d^{-1}$)	0,01
V_{spt} ($m.d^{-1}$)	0,05
Vel ($m.s^{-1}$)	0,35

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6.6 - Valor final dos parâmetros de calibração para a bacia do Rio Una.

Parâmetro	Valor
K_s (d^{-1})	0,4
K_d (d^{-1})	0,2
K_a (d^{-1})	7,5
K_{col} (d^{-1})	2
K_{oi} (d^{-1})	0,7
K_{oa} (d^{-1})	0,25
K_{an} (d^{-1})	0,8
K_{den} (d^{-1})	0,3
V_{smo} ($m.d^{-1}$)	0,1
V_{spt} ($m.d^{-1}$)	0,05
Vel ($m.s^{-1}$)	0,35

Fonte: Elaboração própria.

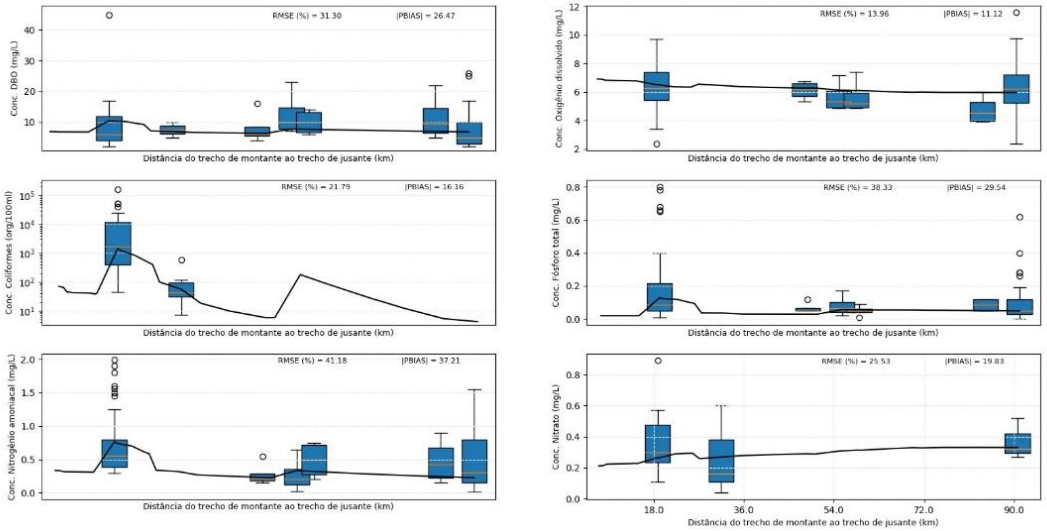


Figura 6.4 - Perfil longitudinal do resultado da calibração da grande bacia do rio São João.
Fonte: Elaboração própria.

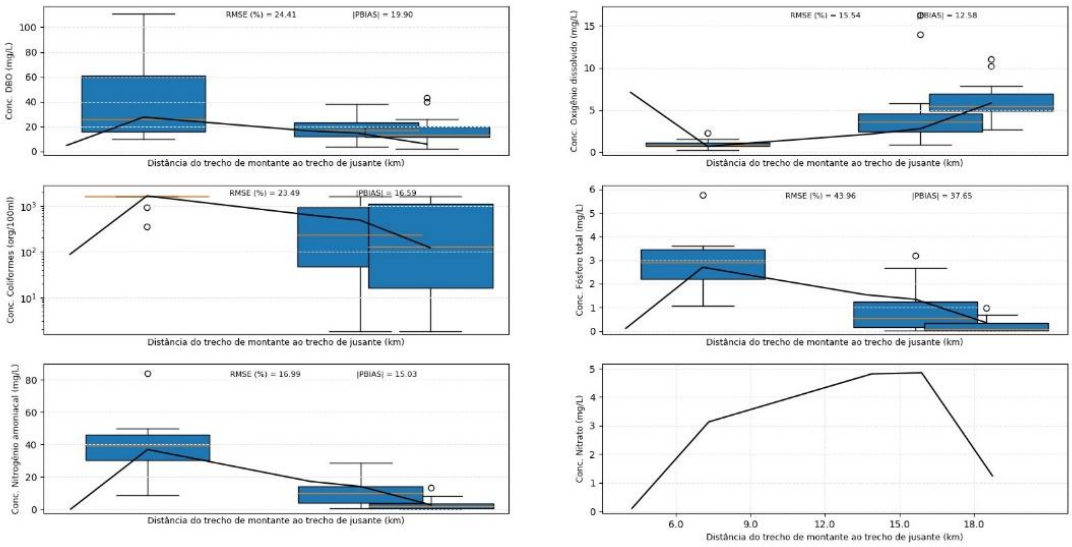


Figura 6.5 - Perfil longitudinal do resultado da calibração da bacia do rio Una.
Fonte: Elaboração própria.

Vale ressaltar que a calibração foi feita priorizando o melhor valor possível do PBIAS, pois essa métrica é a mais adequada para esse tipo de avaliação segundo Kayser e Collischonn, (2017).

6.4.1.6 Resultados da simulação qualitativa para os rios da RH-VI

Com os parâmetros calibrados, conduziu-se as simulações dos dois cenários (Q95 e máxima outorgável, com remoção de 40% da Q95). Os resultados foram detalhadamente apresentados

por parâmetro analisado no relatório completo do PROG02, que pode ser consultado para mais informações.

A avaliação da qualidade dos corpos hídricos em uma bacia é fundamental para garantir a saúde dos ecossistemas aquáticos e a segurança hídrica para uso humano. No caso específico da RH-VI, foram analisados dois cenários diferentes: um cenário de vazão Q95 e outro de vazão máxima outorgável (40% da Q95).

O parâmetro que mais chamou atenção foi a DBO, que apresentou valores um pouco elevados em toda a bacia, sendo ainda mais preocupante no cenário de vazão máxima outorgável. A DBO é um indicador da quantidade de matéria orgânica presente na água e sua decomposição consome oxigênio, podendo levar à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido e afetar a vida aquática.

Além da DBO, os demais parâmetros não mostraram resultados muito alarmantes, exceto nos trechos próximos aos pontos de lançamento de efluentes, onde a qualidade da água decai rapidamente. Com especial atenção ao córrego da Malhada, onde a qualidade das águas do rio foi classificada como classe 4 para a maioria dos parâmetros. Essa classificação indica uma qualidade ruim da água (a pior dentro da CONAMA 357/2005), isso diminui os usos possíveis para esse corpo hídrico e pode causar possíveis impactos negativos na vida aquática e na saúde humana no local.

De forma geral, o parâmetro que menos demanda atenção, de acordo com os resultados da simulação é o Nitrito, o qual apresentou concentrações mais elevadas apenas no trecho após o ponto de lançamento da ETE Jardim Esperança. Esses resultados destacam os pontos onde existe a necessidade de medidas de controle e gestão ambiental mais rigorosas, especialmente no tratamento de efluentes domésticos, para reduzir a carga de poluentes lançados nos corpos hídricos. Desta forma, pode-se evitar problemas futuros e manter a qualidade da água em níveis aceitáveis para múltiplos usos.

7 PLANO DE ORDENAMENTO DOS USOS MÚLTIPLOS DA LAGOA DE ARARUAMA (REP01)

O Plano de Ordenamento dos Usos da Lagoa de Araruama foi incorporado ao escopo do PRH-RH-VI como Plano Complementar. A elaboração desse estudo foi considerada necessária pelo CBHLSJ, tendo em vista a expressiva importância da Lagoa de Araruama para a região, tanto como espaço de lazer e turismo quanto como fonte de sustento para atividades econômicas, como a pesca e outras práticas associadas. Assim, o plano complementar teve como objetivo identificar os conflitos de uso existentes e propor alternativas estratégias para sua mitigação e resolução.

7.1 Lagoa de Araruama

Na divisão proposta para revisão do Plano de Bacia, a Lagoa de Araruama ocupa a porção central da UHP VI-f, sendo classificada como uma laguna costeira hipersalina. A formação da Lagoa de Araruama apresenta condições únicas e que não são observadas em outras partes do Brasil, e nem em outros locais do mundo. A lagoa é um ambiente marinho confinado, dentro do continente (então considerado água interior) mas com salinidade acima dos padrões até mesmo para alguns oceanos. Há registro de outros lagos no mundo com esta configuração, como o Mar Morto em Israel, mas nenhum com os conflitos e usos existentes na Lagoa de Araruama.

A Lagoa de Araruama tem permanecido hipersalina nos últimos 4 a 5 séculos, com variações consideráveis do teor de sal, tendo apresentado uma redução da salinidade de 57 g/kg para 52 g/kg entre 1965 e 1990. De acordo com Bertucci et al (2016), a rede hidrográfica da bacia da Lagoa de Araruama apresenta vazões irrisórias, destacando- -se dois rios perenes, situados na cidade de Araruama: o rio das Moças e o rio Mataruna. Assim, a maior contribuição de água é a partir do oceano, pelo estreito Canal do Itajuru.

Essa característica de hipersalinidade propiciou o desenvolvimento da mineração do sal e conchas. Os estudos realizados na região mostraram um aumento inicial das salinas entre as décadas de 30 e 70, com declínio nesse século e parcial substituição de antigas salinas por novos usos, com destaque ao crescimento urbano nas últimas décadas com potencial para especulação imobiliária, ocupações irregulares e loteamentos e o crescimento das áreas de casuarinas.

Entretanto, as salinas que foram desativadas deveriam ter suas áreas recuperadas, o que não aconteceu.

Outro uso histórico da Lagoa de Araruama é a pesca artesanal, realizada com pequenas embarcações de tamanho igual ou inferior a 8 metros e que envolve direta ou indiretamente cerca de cinco mil famílias (em torno de 20 mil pessoas) de acordo com o levantado na fase de diagnóstico. Os principais pescados da Lagoa de Araruama são a tainha, a perumbeba, a carapeba, a corvina, o parati, a ubarana, o robalo, a caratinga, o carapicu e o camarão. Apesar de não haver hidrovias na Lagoa, há o transporte entre o centro de Araruama e o distrito de Praia Seca pela Lagoa de Araruama. O Canal do Itajurú é utilizado pelas embarcações que se dirigem ao oceano e as ilhas, incluindo embarcações de turismo. Esse tráfego de embarcações, especialmente no Canal, atrapalha a entrada dos peixes na laguna (SILVA, 2019).

A circulação restrita da água na Lagoa de Araruama exige atenção quanto aos riscos de eutrofização. A baixa turbidez das águas indica que a poluição ocorre principalmente por elementos dissolvidos, com poucos elementos particulados em suspensão na água. Dentre estes elementos, o teor de fósforo é o mais preocupante, pelo seu caráter acumulativo. De acordo com Silva (2019), as concentrações de fósforo foram significativas nos sedimentos coletados na Lagoa de Araruama, ficando muito evidente que os sedimentos contribuam significativamente para os processos tróficos na coluna d'água. Em 2022, o Ciclone Yakekan, em conjunto com marés altas e a ocorrência da lua cheia, resultou em uma significativa entrada de água oceânica na Lagoa de Araruama. Nas marés baixas, a vazante retirou sedimentos e nutrientes, resultando na melhoria do seu estado trófico. Essa melhoria da qualidade da água também resultou no retorno de espécies que não eram mais avistadas na Lagoa de Araruama, como o cavalo-marinho.

A origem dos nutrientes é basicamente a ocupação humana na bacia. A evolução do uso do solo na região mostra a substituição de áreas naturais (formações florestais, mangues, campos alagados, praias dunas e areais, afloramentos rochosos, apicuns, corpos hídricos em geral e áreas de restinga arborizada) em áreas antrópicas. A UHP da Lagoa de Araruama apresenta a maior quantidade de áreas urbanizadas de toda a RH-VI equivalente a 55% do total. A capacidade limitada do ambiente na assimilação de águas servidas pelas diferentes atividades exercidas na região, especialmente as que provêm do abastecimento humano urbano, limita ou

impede os outros usos que demandem água de melhor qualidade, como a recreação de contato primário, pesca, contemplação cênica, além de comprometer a integridade ecológica regional do sistema lagunar regional. A destinação dos efluentes para outros ambientes, como o rio Una ou o oceano, através de um emissário submarino, são as propostas aventadas, sempre com restrições naturais por parte das outras regiões da bacia.

Nas intermediações da Lagoa de Araruama, já densamente antropizadas e povoada, as Unidades de Conservação concentram-se principalmente na faixa de restinga entre a laguna e o mar. A área protegida na forma de UCs representa 25,17% da superfície da UHP. Essas Unidades de Conservação contribuem para a conservação das formações de vegetação baixa, como as restingas, a savana estépica arborizada, os mangues e campos salinos, mas estão sujeitas a pressões diversas, especialmente a ocupação irregular. Essa pressão é maior especificamente na Restinga de Massambaba, cuja ocupação irregular e desordenada recebeu a denominação de *favelização*.

A melhoria das condições de acesso à região ampliou a pressão sobre o ambiente, sem que um monitoramento efetivo permitisse compreender a evolução dos ambientes. Apesar de os programas de monitoramento existentes na Lagoa de Araruama apresentarem diversos pontos espalhados na bacia, falham em padronizar um conjunto mínimo de parâmetros de qualidade da água que contemple todas as perguntas que se desejam realizar sobre a qualidade da água do sistema.

Apesar do aumento da pressão, existem iniciativas de proteção à pesca artesanal, como o Acordo de Cooperação Técnica entre os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, de 2019. Além, mais recentemente, do acordo firmado em maio de 2023, cuja vigência é de 60 meses a partir da sua data de assinatura (02/05/2023), com possibilidade de ser prorrogado mediante Termo Aditivo. Além da pesca, há iniciativas voltadas ao turismo de base comunitária, como a Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Pitória (APAAPP).

A melhoria das condições da Lagoa de Araruama, no entanto, tem aumentado o interesse de outros usos mais voltados à população urbana e flutuante, como recreação, lazer, esportes náuticos e a contemplação cênica, que vêm se destacando cada vez mais como suporte da atividade econômica regional.

7.2 Base Conceitual

7.2.1 Base Legal

De acordo com a Lei 9433/97,

> Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:
>
> I - a água é um bem de domínio público;
>
> II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
>
> III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
>
> IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
>
> V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
>
> VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Os incisos I, II e IV são de especial interesse para o presente estudo, pois definem o arcabouço para a tomada de decisão sobre o ordenamento dos usos da água na Lagoa de Araruama: permitir os usos múltiplos, considerar o valor econômico desses usos e reforçar o caráter público dos recursos hídricos.

Proporcionar os usos múltiplos em harmonia é o objetivo deste estudo, considerando os conflitos verificados na Lagoa de Araruama. A questão que merece ser avaliada de forma diferenciada é o valor econômico. Nesse caso específico, deve-se considerar que trata de um manancial hipersalino, sem possibilidade de atender aos usos tradicionais de abastecimento urbano, industrial, irrigação ou dessedentação animal. Portanto, quais seriam os usos com interesse econômico?

De acordo com Setti *et al* (2000):

> ***Quando há abundância de água, ela pode ser tratada como bem livre, sem valor econômico.*** *Com o crescimento da demanda, começam a surgir conflitos entre usos e usuários da água, a qual passa a ser escassa e, então,*

> *precisa ser gerida como bem econômico, devendo ser-lhe atribuído o justo valor. Essa escassez também pode decorrer devido aspectos qualitativos, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade da água que os valores excedem os padrões admissíveis para determinados usos.*

A água da Lagoa de Araruama, mesmo que abundante e sem valor pelo aspecto quantitativo, terá seu valor definido a partir da qualidade, considerando a interferência sobre os usos pretendidos.

Ainda de acordo com Setti *et al* (2000), o ordenamento dos usos deve ser realizado de forma a otimizar os ganhos:

> *O planejamento dos recursos hídricos visa à avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades desses recursos e a sua alocação entre usos múltiplos, de forma a obter os* ***máximos benefícios econômicos e sociais,*** *com a mínima degradação ambiental. É necessário planejar a longo prazo, em razão do tempo de maturação das obras hidráulicas, da vida útil dessas obras e pela repercussão das decisões tomadas, que podem atingir várias gerações, sendo muitas vezes irreversíveis.*

Essa situação de quantificar os valores econômicos dos usos com relação à qualidade não é muito comum no Brasil, mas já discutido na União Europeia na Diretiva Quadro[11] sobre a água:

> *Poderá ser adequado integrar num programa de medidas a utilização de instrumentos econômicos por parte dos Estados-Membros. O princípio da amortização dos custos dos serviços hídricos, mesmo em termos ambientais e de recursos, associados aos prejuízos ou impactos negativos para o ambiente aquático deve ser tomado em conta, segundo o* ***princípio do poluidor-pagador****. Para esse efeito, será necessária uma análise econômica dos serviços hídricos baseada em previsões a longo prazo relativas à oferta e à procura de água na região hidrográfica (...) que tenha em conta o* ***princípio do poluidor-pagador****. Os planos de gestão das bacias hidrográficas devem abranger* (....) *um resumo da análise econômica das utilizações da*

[11] Diretiva 2000/60/CE — Quadro de ação da União Europeia no domínio da política da água

> *água (...). A análise econômica deverá conter informações pormenorizadas suficientes* ***(tendo em conta os custos associados à recolha dos dados pertinentes)*** *para a realização dos cálculos pertinentes necessários para ter em conta (...) o princípio da amortização dos custos dos serviços hídricos, tomando em consideração as previsões a longo prazo relativas à oferta e à procura de água na região hidrográfica e, quando necessário: estimativas dos volumes, preços e custos associados à prestação dos serviços hídricos, e estimativas dos investimentos pertinentes, incluindo previsões desses investimentos. (...)* ***A determinação, com base em estimativas dos seus custos potenciais, da combinação de medidas com melhor relação custo/eficácia no que se refere às utilizações da água (...).*** Cada Estado-Membro garantirá que, em relação a cada região hidrográfica ou a cada secção de uma região hidrográfica internacional que abranja o seu território, se realizarão, (...) uma análise das respectivas características, um estudo do impacto da atividade humana sobre o estado das águas de superfície e sobre as águas subterrâneas, **e uma análise econômica da utilização da água** (...**)** serão revistos e, se necessário, atualizados o mais tardar 13 anos a contar da data de entrada em vigor da presente diretiva e, posteriormente, **de seis em seis anos.**

A citação aqui tem o objetivo de apresentar um documento que tem basicamente os mesmos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos, mas estabelece alguns indicadores e informações que não constam no arcabouço legal da gestão das águas no Brasil. Entre eles, a periodicidade da análise econômica da utilização da água e a utilização de estratégias para coletar os dados que justifique os custos associados à análise econômica.

Quanto à qualidade da água, a CONAMA 357/2005 define as condições para os diferentes usos atuais e pretendidos:

> Art. 5° As águas salinas são assim classificadas:
>
> I - classe especial: águas destinadas:
>
> a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e

c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

7.2.2 Serviços Ecossistêmicos

Uma extensa revisão e consolidação de conceitos sobre Serviços Ecossistêmicos é apresentada no relatório de Gestão Costeira. Neste capítulo, são apresentados apenas os pontos importantes para embasar a proposta de usos múltiplos.

Embora tenham valor, os bens ambientais não podem ser negociados, por serem bens públicos ou comuns. Assim, a valoração ambiental é, basicamente, uma ferramenta de planejamento, auxiliando na tomada de decisões, na definição de prioridades e de abordagens (preservação, conservação, recuperação, manutenção ou descaracterização) em relação a esses bens públicos.

Os Serviços Ecossistêmicos são classificados em quatro categorias por Millennium Ecosystem Assessment (2003): provisão (fornecimento de alimentos, água, fibras), regulação (ciclos biogeoquímicos, regulação climática), suporte (formação de solos, biodiversidade) e culturais (bem-estar, ecoturismo). As funções ecossistêmicas que sustentam esses serviços são agrupadas

em regulação, produção, habitat e informação, com interconexões complexas que dificultam uma relação direta entre funções e serviços.

Outra abordagem recente é a da Adaptação à mudança do clima baseada em ecossistemas (AbE – em inglês EbA - ecosystem-based adaptation), que utiliza a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos para ajudar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos impactos da mudança do clima como parte de uma estratégia maior de adaptação. Essa abordagem foi definida em 2009 pela Convenção da Biodiversidade, ganhando peso em 2015, com a COP 21 de Paris e o lançamento da Agenda 2030. A AbE é uma das duas dimensões estratégicas, enquanto os Serviços Ecossistêmicos são considerados como uma dimensão de Engenharia Soft. As SbN podem ser agrupadas em três tipos de intervenção de acordo com a sua abordagem e perspectivas das partes interessadas: mínima (preservação), recuperação de ecossistemas existentes ou criação de novos ecossistemas.

Os SE são dinâmicos, heterogêneos e interligados, exigindo abordagens integradas e multifuncionais. A Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES) objetiva padronizar a descrição de SE de forma que estes possam ser reproduzíveis e comparáveis. Outros conceitos importantes que permeiam o debate sobre serviços ecossistêmicos e que não se pode deixar de mencionar são o que tem sido chamado de: ***desserviços*** ecossistêmicos (como poluição ou eventos climáticos extremos), os ***conflitos*** (*trade-off s,* ex.: pesca artesanal vs. ocupação imobiliária) e as ***sinergias*** (ex.: conservação de solo e água).

A Constituição Federal (Art. 225) reforça a responsabilidade do Poder Público e da sociedade na preservação ambiental, incluindo a recuperação de áreas degradadas. Por fim, distingue-se serviços ecossistêmicos (benefícios naturais) de serviços ambientais (ações humanas para manutenção/recuperação dos SE), como o tratamento de efluentes para melhorar ecossistemas, a exemplo da Lagoa de Araruama.

7.2.3 Matriz Insumo-Produto

As condicionantes sugeridas pela Diretiva Quadro sobre atualização da análise econômica e a coerência dos custos envolvidos com essa análise sugerem a utilização de metodologias que permitam a compreensão mais ampla da bacia ou região hidrográfica e, ao mesmo tempo, a

interferência entre os usos pelo princípio do poluidor-pagador. Ou seja, deve ser possível comparar os resultados econômicos obtidos por diferentes combinações entre os usos de água de forma a maximizar os ganhos econômicos não individuais, mas da sociedade da bacia ou região.

Uma das metodologias que permitem esse tipo de avaliação é a Matriz Insumo-Produto ou Modelo Insumo-Produto Inter-setorial de Leontief, pois, de acordo com esse autor, *a análise de insumo-produto é uma extensão prática da teoria clássica de interdependência geral, que vê a economia inteira de uma região, de um país ou inclusive do mundo como um só sistema e se propõe interpretar todas as suas funções em termos das propriedades específicas mensuráveis de sua estrutura*.

Essa metodologia é a base do planejamento do programa de investimentos iniciado em 2021, denominado de Pacto RJ. O Pacto RJ é um pacote de investimentos que visa garantir crescimento sustentável para todos os 92 municípios fluminenses. A forma de avaliar o impacto dos investimentos propostos é uma Matriz de Insumo-Produto

O Modelo Insumo-Produto permite compreender a relação entre os diferentes setores econômicos, com a produção de índices de ligação (linkages) *para frente* e *para trás* a partir dos quais é possível verificar o que cada setor demanda (para trás) ou é demandado (para frente) de outros setores econômicos dentro do recorte territorial que se está analisando. Valores superiores à unidade são positivos para a economia, demonstrando que a presença ou o crescimento de um setor irá dinamizar os outros setores. Valores abaixo da unidade significam que há uma dependência de outras regiões tanto para fornecer insumos, como para realizar a agregação de valor no que é produzido. A análise pelo Modelo Insumo-Produto permite avaliar o choque de demanda de cada setor na economia através da definição de multiplicadores. Os multiplicadores comuns são os de emprego, renda e produção

Embora os multiplicadores apresentados refiram-se à totalidade do estado do Rio de Janeiro, a sua utilização é possível e defensável para a região, até que novos multiplicadores sejam obtidos para uso na próxima revisão do Plano de Recursos Hídricos. Avaliando os multiplicadores, verifica-se que as oportunidades econômicas na região são limitadas quanto à geração de renda, emprego e de produção (multiplicadores de renda próximos à unidade), podendo ter grande

efeito no emprego simples, especialmente pelos setores de Comércio, Serviços Privados e Construção, que podem receber choques de demanda a partir da população atraída.

7.3 Uso das Águas da Lagoa de Araruama

Os usos identificados para a Lagoa de Araruama foram os seguintes:

- Pesca artesanal
- Transporte lacustre
- Turismo convencional e de base comunitária
- Recreação de contato primário e secundário
- Esportes aquáticos
- Lançamento de efluentes
- Extração de sal
- Harmonia paisagística
- Áreas de reprodução

Entre estes usos, alguns podem ser localizados geograficamente, como a extração de sal e o transporte fluvial, mas os demais referem-se à Lagoa de Araruama, como a pesca artesanal, a harmonia paisagística e áreas de reprodução, ou não possuem registros exatos de sua ocorrência e magnitude, seja por serem espontâneos (recreação de contato primário e secundário e prática de esportes aquáticos), seja por ainda não terem um registro público organizado, como o turismo de base comunitária.

O único uso consuntivo é o da extração de sal porque o processo é o de evaporação em salinas, nas quais a água da lagoa é transformada em salmoura saturada, no caso de extração industrial, ou em cristais de sal, nos processos artesanais. A atividade de exploração de conchas não é considerada pelo encerramento das atividades da empresa Álcalis do Brasil em 2006.

A extração de sal vem decaindo ao longo do tempo. O estudo de Costa *et al* (2022) apresenta a evolução das áreas de salinas considerando os anos de 1929, 1976 e 2017, registrando uma área ocupada pelas salinas e marnéis de 18,54 km², 65,79 km² e 61,45 km² respectivamente. Atualmente, as maiores áreas de salinas estão localizadas nos municípios de Araruama (Lagoa

Vermelha e Praia Seca), Arraial do Cabo (Ponta da Massambaba), Cabo Frio (Ponta do Costa) e São Pedro da Aldeia, somando 39 km² de salinas ativas (63,8%) e 22 km² de salinas inativas (35,9%).

De acordo com a Deliberação Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA) 422/83:

> Art. 2°: Considerar obrigatória, quando da eventual desativação de salinas, a demolição de diques, marnéis, tanques de cristalização de cloreto de sódio e outras obras que impeçam a livre circulação das águas, de forma a reintegrá-las à superfície da lagoa.

Assim, a área da lagoa deveria ser incrementada em 22 km², que corresponde às salinas inativas.

Sobre o lançamento de efluentes, os estudos de Bertucci et al (2016) destacam que

> *os sistemas lagunares tendem a ser suscetíveis a variações climáticas e ambientais, a modificações hidrológicas e a influências antropogênicas. [...] As tradicionais atividades salineiras, extrativista de conchas (calcário) e pesqueira foram substituídas pela atividade turística e a especulação imobiliária. A lagoa passou a ser vista de uma nova perspectiva econômica: a do lazer e da prática de esportes. Esse novo uso dos recursos começou a ser observado a partir da década de 1960, quando o acesso à lagoa se tornou mais fácil em razão de melhorias nas rodovias. Como resultado, a região foi gradativamente modificada. O crescimento demográfico desordenado em suas margens aumentou a pressão antrópica, pondo em risco a saúde da lagoa. O aporte artificial de água doce e o lançamento de efluentes domésticos na lagoa, sem tratamento prévio, provocaram modificações nos gradientes de densidade da fauna e da flora e mudanças no seu balanço hídrico.*

As conclusões do estudo citado concordam perfeitamente com os resultados das oficinas realizadas, principalmente quando os interlocutores foram os pescadores artesanais. A urbanização acelerada e a denominada *poluição doce* resultaram em alterações nas dinâmicas físico-químicas da laguna e, por consequência, dos serviços ecossistêmicos de regulação e ciclagem de nutrientes. Além disso, 5 das 7 estações de tratamento de esgoto operadas pela concessionária Prolagos lançam seu efluente na Lagoa de Araruama.

O uso de transporte fluvial ocorre no município de Araruama, entre a sede e a Praia Seca. É um serviço de pouca expressão em termos de tráfego, mas há reclamações por parte dos pescadores em relação ao tipo de embarcação e ao ruído gerado pelo *ferry-boat*.

Já o Turismo de Base Comunitária (TBC) é uma atividade ainda em situação incipiente, mas encontra-se em um processo intenso de discussão dentre os pescadores artesanais. A organização da atividade traria uma sinergia entre os usos de turismo, recreação de contato secundário e pesca.

As atividades esportivas formais dividem-se basicamente entre os campeonatos e as escolas. Para esses usos, há uma interlocução possível, uma vez que há uma regularidade institucional. Quanto ao esporte praticado com recreação de contato secundário, nas diferentes modalidades de vela, a informalidade e a precariedade dos locais de acesso à Laguna dificultam um arranjo sinérgico efetivo. Sobre a qualidade das águas e seus usos, é possível identificar que o uso da *pesca* e a *recreação de contato primário* são os mais restritivos, exigindo a Classe 1 para águas salgadas.

7.4 Oficina de construção do Plano de Ordenamento

A proposta do Ordenamento dos Usos da Lagoa de Araruama foi elaborada de forma participativa, ouvindo os atores envolvidos e apresentando resultados para reflexão e aprofundamento. Foram realizadas duas oficinas para contribuição dos atores, em junho, quando foi elaborada a Matriz FOFA, e em dezembro de 2023, quando apresentou-se a matriz elaborada e aplicou-se a Matriz GUT. Foram selecionados os principais tópicos em comum acordo com os participantes para estabelecer a gravidade, a urgência e a tendência das fraquezas identificadas pelos membros no primeiro evento. A Tabela 7.1 apresenta o resultado do cruzamento das duas matrizes.

Tabela 7.1 - Matriz GUT da Gestão da Lagoa de Araruama.

Fraquezas da Laguna Araruama	Gravidade	Urgência	Tendência
Desconhecimento da topografia da laguna	5	5	5
Falta de estrutura para atender o aumento da população	5	5	3
Aumento do turismo de massa desorganizado	5	5	5
Redução de áreas de reprodução/recrutamento	5	5	4
Aumento das atividades de esporte sem planejamento integrado	3	4	5
Restrição do tratamento de efluentes	5	5	5
Estoque de fósforo nas lagunas	5	5	5

Fraquezas da Laguna Araruama	Gravidade	Urgência	Tendência
Usuários disputando os mesmos espaços	5	5	5
Dispersão do licenciamento ambiental	2	3	5
Desarticulação da Educação Ambiental	4	5	5
Comunicação ineficiente entre os usuários	5	5	5
Falta de balizamento para embarcações	5	5	5
Poluição sonora de motores e embarcações	5	5	5
Falta de articulação entre municípios	3	4	3
Falta de fiscalização efetiva	5	5	5

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Assim, a Matriz GUT pôde ser reduzida adotando-se uma lógica de causa-efeito, destacando os problemas causais, mas sem perder as contribuições dos participantes.

a) Falta de um Diagnóstico atualizado da Laguna

i. Desconhecimento da topografia da laguna
ii. Redução de áreas de reprodução/recrutamento
iii. Restrição do tratamento de efluentes
iv. Estoque de fósforo nas lagunas

b) Ausência de um Zoneamento da Laguna

i. Usuários disputando os mesmos espaços

c) Ausência de um Planejamento urbano integrado

i. Falta de articulação entre municípios
ii. Falta de estrutura para atender o aumento da população
iii. Dispersão do licenciamento ambiental
iv. Aumento do turismo de massa desorganizado
v. Aumento das atividades de esporte sem planejamento integrado

d) Ausência de uma fiscalização efetiva

i. Falta de balizamento para embarcações
ii. Poluição sonora de motores e embarcações

e) Desarticulação da Educação Ambiental

f) Comunicação ineficiente entre os usuários

7.5 Proposta de Ordenamento dos Usos

O ordenamento de usos, como analisado, deve considerar as bases da Política Nacional de Recursos Hídricos, garantindo os usos múltiplos e o maior ganho econômico para a sociedade.

Do ponto de vista econômico, os usos da água a serem privilegiados são os vinculados ***ao turismo, à ocupação imobiliária e aos esportes***. Essa conclusão é baseada apenas nos critérios de melhor resposta econômica do uso das águas, uma vez que as cadeias econômicas da região são frágeis e, atualmente, muito influenciadas por pessoas externas à região ou que têm uma fonte de renda externa às atividades regionais.

Quando avaliados os serviços ecossistêmicos prestados pela Lagoa de Araruama e os resultados do monitoramento da qualidade da água, associados com os resultados das oficinas participativas, observa-se que os serviços de regulação, com a ciclagem de nutrientes e poluentes recebidos pelo sistema de esgotamento sanitário, são os de maior interferência nos serviços de provisão (pesca artesanal) e culturais (recreação e paisagem, aos quais estão vinculadas as atividades econômicas do Turismo). Essa interferência é ***negativa (trade-off)***, ou seja, pode impedir os usos culturais, como o observado antes do evento climático extremo, ou dificultar, como o relatado pelos pescadores artesanais em relação ao desaparecimento de espécies.

A Tabela 7.2 apresenta a comparação do ordenamento diante dos dois critérios.

Tabela 7.2 - Comparação entre os critérios de ordenamento dos usos da água na Lagoa de Araruama.

Critérios econômicos	Critérios ecossistêmicos
Recreação de contato primário e secundário	Áreas de reprodução/recrutamento
Esportes aquáticos	Pesca artesanal
Turismo convencional e de base comunitária	Turismo convencional e de base comunitária
Harmonia paisagística	Recreação de contato primário e secundário
Transporte lacustre	Esportes aquáticos
Pesca artesanal	Harmonia paisagística
Áreas de reprodução	Transporte lacustre
Extração de sal	Extração de sal
Lançamento de efluentes	Lançamento de efluentes

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Pelo valor econômico, as atividades que atraírem turistas deveriam vir antes das relacionadas indiretamente com o turismo. A pesca artesanal, neste caso, só ganharia uma melhor posição se houvesse uma valorização comercial maior do pescado local, alguma ação vinculada com o setor de restaurantes, por exemplo. Outra possibilidade seria o turismo de experiência vinculado à pesca artesanal, que utilizaria totalmente as estruturas existentes e exploraria a vivência da cultura caiçara. Apesar dos riscos envolvidos, é uma potencialidade a ser explorada, mesmo que em fase de piloto.

Pelo lado dos critérios ecossistêmicos, a provisão ganha destaque, deslocando o interesse dos turistas para baixo. A manutenção das áreas de reprodução estaria no topo dos usos, pois dela depende a realização dos demais. As atividades de recreação, esportes e navegação são deslocadas para baixo, por interferirem negativamente na pesca. Se no ***espaço*** os dois ordenamentos apresentam divergências, a inclusão da variável ***tempo*** pode auxiliar num ordenamento intermediário. Por esse critério, a laguna deveria ser zoneada espacial e temporalmente, privilegiando as áreas de reprodução e a pesca artesanal em épocas do ano e em determinadas zonas da Lagoa de Araruama.

Da mesma forma, um melhor monitoramento pode gerar elementos novos para a definição das zonas ou dos tempos de uso exclusivo ou concomitante, em um processo de melhoria continuada do ordenamento.

O ordenamento por si só já trará a necessidade da definição das regras a serem obedecidas por todos os setores, sendo que muitos destes não são organizados o suficiente para permitir uma fiscalização eficiente. A recreação de contato primário, por exemplo, é feita às vezes em áreas isoladas, sem estruturas de restaurantes ou guarda-vidas. Uma fiscalização nessas condições torna-se muito mais difícil e ineficiente. Por isso, seriam necessárias ações de comunicação, educação ambiental e articulação de órgãos fiscalizadores.

7.6 Oficina de pactuação

O resultado da oficina de consolidação do ordenamento dos usos e do gerenciamento costeiro ocorreu no dia 16 de dezembro de 2024, em Cabo Frio, no mesmo auditório da Universidade Veiga de Almeida onde foram iniciados os trabalhos de revisão do PRH.

Após a apresentação dos resultados das possibilidades de ordenamento, a plenária decidiu, por unanimidade, pelo ordenamento que privilegiava a manutenção das áreas de reprodução e recrutamento, pela pesca artesanal e pelas atividades de turismo, incluídos o turismo de base comunitária, de acordo com o Tabela 7.3.

Tabela 7.3 – Ordenamento escolhido na oficina de pactuação.

Critérios ecossistêmicos
Áreas de reprodução/recrutamento
Pesca artesanal
Turismo convencional e de base comunitária
Recreação de contato primário e secundário
Esportes aquáticos
Harmonia paisagística
Transporte lacustre
Extração de sal
Lançamento de efluentes

Fonte: Elaboração Própria, 2025.

Esse ordenamento é coerente com todas as discussões realizadas ao longo da revisão do Plano e das características e importância da Lagoa de Araruama no contexto da RH-VI.

Foram recebidos, posteriormente, manifestações da Associação de Pescadores sobre a falta de visibilidade econômica da pesca, por entenderem que a atividade promove a circulação de valores significativos e engloba milhares de pessoas, direta e indiretamente. Sobre essa manifestação, observa-se que é uma deficiência dos dados disponíveis sobre a pesca, que estão inseridos no setor primário da economia e, nos dados consolidados, tem forte influência da agricultura e da pecuária. Para resolver esse problema deve-se realizar uma pesquisa específica para a pesca artesanal na região para entender os seus impactos para frente e para trás na Matriz Insumo Produto. Isso exige a atuação de uma equipe de pesquisa dedicada ao levantamento de muitos dados e informações, o que deve considerar um prazo de um a dois anos para ser concluída.

Como ação possível, o Comitê deve solicitar ao CILSJ a elaboração de Termo de Referência especifico e realização de licitação ou contratação direta com uma das instituições de ensino

superior atuantes na região, uma vez que as metodologias necessárias são conhecidas e consistentes.

Embora os pescadores consigam apresentar os valores recebidos, foi salientado que é necessário mapear os valores gastos na compra dos equipamentos e insumos para entender qual é o impacto da pesca nos setores econômicos envio no fornecimento desses insumos e serviços. Uma parte significativa desses insumos e serviços não são realizadas no estado do Rio de Janeiro, reduzindo a sua importância para trás. Por outro lado, a exportação do pescado direta, sem processamento, reduz o impacto para frente. Para eliminar essa lacuna de conhecimento, essa pesquisa para montar uma matriz insumo-produto é essencial.

Sobre a contribuição da FIRJAN, ela é coerente com a proposta de um zoneamento espaço-temporal apresentada, pelo qual as atividades podem ser proibidas ou permitidas em diferentes zonas de forma distinta ao longo dos meses, ampliando o uso dos recursos hídricos por mais atores e por mais tempo, o que não seria possível por um simples zoneamento de território.

Para realizar esse zoneamento, será necessário construir um conjunto de indicadores com diferentes setores e realizar simulações até chegar a uma solução otimizada, ação apresentada no Plano de Ações deste Plano.

7.7 Próximos Passos

A implantação do ordenamento dos usos, como visto, apresenta alguns pontos críticos, a maior parte relacionada a falta de informações básicas necessárias para um ordenamento mais efetivo.

Com os resultados da matriz GUT, conforme combinado ao final da oficina de planejamento, foram elaboradas outras duas matrizes de gestão, a Matriz SMART e a 5W2H.

Com a Matriz SMART, definiu-se seis problemáticas a serem resolvida, e ações específicas e alcançáveis para a resolução. As problemáticas trabalhadas foram:

- Falta de um Diagnóstico atualizado da Laguna
- Ausência de um Zoneamento da Laguna
- Ausência de um Planejamento urbano integrado
- Ausência de uma Fiscalização efetiva

- Comunicação ineficiente entre usuários
- Desarticulação da Educação Ambiental

Das seis ações, cinco dependerão de trabalhos técnicos especializados, sendo que dois destes podem ser incorporados em ações já existentes: comunicação social e educação ambiental, embora necessitem ter um recorte e um foco mais direcionado para a Lagoa de Araruama, o que hoje não se observa.

O protocolo de fiscalização pode ser negociado entre os atores institucionais, a partir de uma provocação do CBHLSJ e das prefeituras municipais, dentro do ambiente do Consórcio intermunicipal. O diagnóstico atualizado da Lagoa de Araruama é uma atividade crítica. Deve englobar os aspectos físicos e bióticos e articular os resultados com os planos diretores e os planos de manejo das Unidades de Conservação limítrofes, gerando um documento base para as ações futuras. O Zoneamento da Lagoa de Araruama é uma atividade que vem na sequência do Diagnóstico. Deve buscar a harmonização entre os diferentes usos, por localização e por época do ano, mantendo os ciclos ecossistêmicos em um balanço dinâmico

Por fim, a consolidação de planos diretores municipais deve ser contratada preferencialmente em um único bloco, permitindo uma coerência entre as ações previstas, os indicadores e as metodologias de coleta e análise de dados e informações.

Assim, para cada uma das seis ações previstas, foi preenchida uma matriz 5W2H específica, visando nortear os próximos passos.

O Plano de Ações, construído numa etapa posterior aos Planos Complementares, considerou as proposições apresentadas nestes. Portanto, há ações específicas para a implementação das diretrizes de ordenamento dos usos múltiplos (a saber Ação B.3.1), demonstrando a convergência e consolidação dos produtos elaborados no contexto dessa revisão.

8 PLANO DE ABORDAGENS ECOSSISTÊMICAS NA GESTÃO COSTEIRA DA RH-VI (REP02)

Se trata também de Plano Complementar previsto no escopo da revisão e complementação do PRH-RHVI. Com o objetivo de apresentar os serviços ecossistêmicos associados à região costeira e a interação entre a gestão costeira e a gestão de recursos hídricos.

8.1 Região Costeira da RH-VI

A complexidade da Região Costeira da RH-VI pode ser compreendida pela classificação de uso e ocupação do solo da região. Observa-se a presença de diferentes mosaicos de uso, entre áreas urbanas, florestas, mangues, restingas arborizadas e praia, duna e areal na classificação. Esses usos, que ocorrem nas UHPs VI-b, VI-e, VI-f e VI-g, nos municípios de Saquarema, Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Casimiro de Abreu e Rios das Ostras, correspondem, demandam ou geram diferentes relações com o ecossistema costeiro e marinho, que por sua vez sofrem mais ou menos impactos das atividades humanas.

Nesse produto, foram discutidas e apresentadas as possibilidades da integração da gestão costeira no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Lagos São João a partir da consideração dos serviços ecossistêmicos gerados por essa região.

A preocupação de inserção da região costeira e de seus serviços ecossistêmicos na revisão do PRH deve ser exaltada pelo seu ineditismo e por possibilitar um acoplamento mais claro entre a gestão dos recursos hídricos continentais e a parte final da bacia.

As áreas costeiras têm sido referenciadas como um dos ambientes mais estratégicos para a manutenção das condições de vida das populações que habitam as áreas costeiras e os ambientes marinhos, com diversas possibilidades de serviços ecossistêmicos associados. Entretando, pela baixa consideração de tais serviços no âmbito dos diferentes níveis de governo, a pressão sobre esses ambientes é subestimada. Entre as pressões relatadas estão a perda de hábitats estratégicos, a especulação imobiliária, o aumento da população, a pesca industrial, a poluição dos corpos hídricos e o turismo excessivo.

Dos hábitats estratégicos destacam-se as áreas de mangue pela sua relação com a manutenção das espécies do sistema marinho, vinculadas, por sua vez, com o uso da pesca, e pela função de proteção da linha de costa.

Na RH – VI, essas áreas de mangue estão identificadas na foz do rio Una. No entanto, de acordo com Arthur SofFiati[12], a ocorrência de mangues é maior:

> *Distingo duas regiões dos lagos. A grande se estende da serra do Inoã ao rio Macaé. A partir deste, a costa apresenta outra configuração: é nova, baixa e desprovida de pedras. A pequena é a que se conhece mesmo como Região dos Lagos, estendendo-se da serra do Inoã ao rio Una.*

De acordo com Soffiati, o mangue da foz do rio Una é, devido à drenagem realizada pelo DNOS, atualmente um *manguezal ribeirinho com três das seis espécies da costa brasileira* - mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue preto ou siribeira (*Avicennia schaueriana*) e mangue branco (*Laguncularia racemosa*).

Ao longo do rio Una encontram-se manguezais de borda, sendo destacável o *mangue de pedras* pela sua característica peculiar de não estra relacionado com um rio, e sim com água subterrânea (Figura 8.1).

[12] Artur Sofiatti. Manguezais da Região dos Lagos: uma atualização. https://rotaverde.com.br/manguezais-da-regiao-dos-lagos-uma-atualizacao/#google_vignette

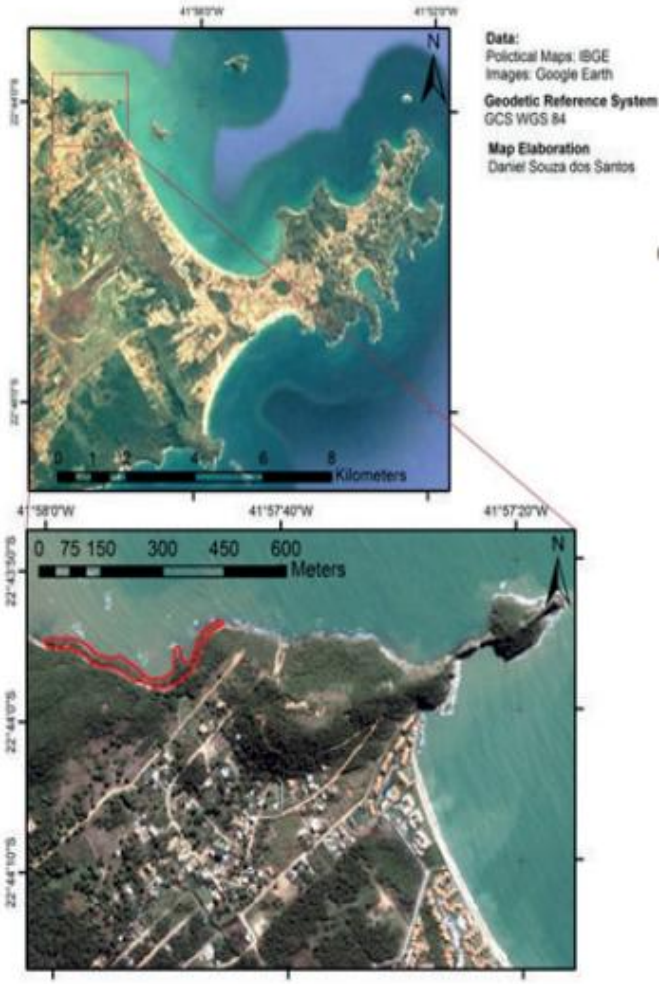


Figura 8.1 - Localização do Mangue de Pedra.
Fonte: Cartilha do Mangue de Pedra - um patrimônio de todos - UFRJ, 2017

Ainda segundo Soffiati, em direção à Ponta da Sapata, existe um pequeno mangue de franja com exemplares de mangue branco e de siribeira. A enseada de Búzios finda na Ponta da Sapata, aonde se encontra o maior manguezal de Búzios. O tipo fisiográfico do manguezal é de bordas, sua praia é recoberta por pedras e apresenta uma diversificação vegetal. Ao longo do produto REP02, são descritas demais ocorrências de mangues e sua tipologia no sistema lagunar.

8.2 Abordagem Conceitual

8.2.1 Base Legal

A base legal para a gestão costeira dentro de um Plano de Recursos Hídricos é composta da Lei 9.433/97 e da Lei 7.661/88 (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro).

Da Lei 9.433/97, destaca-se o Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, com foco no inciso ***VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.***

Da Lei 7.661/88, destaca-se o Art. 5º O PNGC será elaborado e executado observando normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente estabelecidos pelo CONAMA, que contemplem, entre outros, os seguintes aspectos: urbanização, ocupação e uso do solo, do subsolo e das águas; parcelamento e remembramento do solo; prevenção e controle de erosão marítima, erosão fluvial de Municípios da Zona Costeira e inundação costeira; sistema viário e de transporte; sistema de produção, transmissão e distribuição de energia; habitação e saneamento básico; turismo, recreação e lazer; patrimônio natural, histórico, étnico, cultural e paisagístico (Redação dada pela Lei nº 14.714, de 2023).

8.2.2 Serviços Ecossistêmicos

Uma extensa revisão e consolidação de conceitos sobre Serviços Ecossistêmicos é apresentada no relatório de Gestão Costeira. Visando otimizar o presente documento, buscou-se retomar pontos importantes que embasaram a proposta deste Plano Complementar.

O conceito de Serviços Ecossistêmicos não é uma unanimidade e novas propostas vêm sendo apresentadas ao longo do tempo. Embora tenham valor, os bens ambientais não podem ser negociados, por serem bens públicos ou comuns. Assim, a valoração ambiental é, basicamente, uma ferramenta de planejamento, auxiliando na tomada de decisões, na definição de prioridades e de abordagens (preservação, conservação, recuperação, manutenção ou descaracterização) em relação a esses bens públicos.

Os Serviços Ecossistêmicos são classificados em quatro categorias por Millennium Ecosystem Assessment (2003): provisão (fornecimento de alimentos, água, fibras), regulação (ciclos biogeoquímicos, regulação climática), suporte (formação de solos, biodiversidade) e culturais (bem-estar, ecoturismo). As funções ecossistêmicas que sustentam esses serviços são agrupadas em regulação, produção, habitat e informação, com interconexões complexas que dificultam uma relação direta entre funções e serviços.

Outra abordagem recente é a da Adaptação à mudança do clima baseada em ecossistemas (AbE – em inglês EbA - ecosystem-based adaptation), que utiliza a biodiversidade e os serviços

ecossistêmicos para ajudar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos impactos da mudança do clima como parte de uma estratégia maior de adaptação. Essa abordagem foi definida em 2009 pela Convenção da Biodiversidade, ganhando peso em 2015, com a COP 21 de Paris e o lançamento da Agenda 2030. A AbE é uma das duas dimensões estratégicas, enquanto os Serviços Ecossistêmicos são considerados como uma dimensão de Engenharia Soft. As SbN podem ser agrupadas em três tipos de intervenção de acordo com a sua abordagem e perspectivas das partes interessadas: mínima (preservação), recuperação de ecossistemas existentes ou criação de novos ecossistemas.

A quantificação das contribuições do ambiente em termos de bem-estar humano é denominada de valoração de serviços ecossistêmicos. No caso dos oceanos, o maior desafio para quantificar e valorizar os serviços ecossistêmicos marinhos é o conhecimento insuficiente disponível para vincular mudanças na estrutura e função do ecossistema marinho à produção de bens e serviços valiosos (BARBIER, 2017). Esse desafio é gerado pela grande complexidade nos ambientes marinhos e na dificuldade e custos da obtenção de informações em condições de trabalho desafiadoras.

Os SE são dinâmicos, heterogêneos e interligados, exigindo abordagens integradas e multifuncionais. A Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES) objetiva padronizar a descrição de SE de forma que estes possam ser reproduzíveis e comparáveis. Outros conceitos importantes que permeiam o debate sobre serviços ecossistêmicos e que não se pode deixar de mencionar são o que tem sido chamado de: ***desserviços*** ecossistêmicos (como poluição ou eventos climáticos extremos), os ***conflitos*** (*trade-off s,* ex.: pesca artesanal vs. ocupação imobiliária) e as ***sinergias*** (ex.: conservação de solo e água).

A Constituição Federal (Art. 225) reforça a responsabilidade do Poder Público e da sociedade na preservação ambiental, incluindo a recuperação de áreas degradadas. Por fim, distingue-se serviços ecossistêmicos (benefícios naturais) de serviços ambientais (ações humanas para manutenção/recuperação dos SE). De acordo com a Lei 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, serviços ambientais são *iniciativas individuais ou coletivas que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos*

serviços ecossistêmicos[13]. Assim, pessoas e instituições públicas e privadas podem oferecer serviços ambientais, mas não serviços ecossistêmicos, que são originados exclusivamente pelo ambiente.

8.3 Identificação dos Serviços Ecossistêmicos

Os oceanos são reconhecidos prestadores de Serviços Ecossistêmicos pelo meio técnico e científico, embora isso muitas vezes não seja reconhecido pela sociedade de forma imediata.

Entre os serviços de regulação prestados pelos oceanos estão:

- Regulagem do equilíbrio climático do planeta a partir das correntes oceânicas
- Manutenção do ciclo hidrológico a partir da evaporação de enorme quantidade de água dos mares e oceanos
- Diluição e degradação química ou biológica pelo oceano

Os serviços de Provisão são mais facilmente reconhecidos pelo fornecimento de alimentos e outros bens para diferentes indústrias (química, alimentícia, farmacêutica etc), além da navegação comercial, da recreação de contato primário e atividades de turismo, espirituais e de lazer.

Dentre os serviços de Suporte está a ciclagem de nutrientes realizada por fitoplâncton, macroalgas e outros vegetais marinho. Já os ambientes costeiros, como manguezais e bancos de macroalgas, funcionam como berçários para peixes e invertebrados, sendo fundamentais para a sustentação da atividade pesqueira.

Ainda de acordo com Barbier (2017), os valores para os serviços de provisão são relativamente simples de mensurar, pois há um controle do volume de pescado desembarcado e há um valor de comercialização.

Para os serviços de recreação e turismo existem técnicas de valoração indiretas, como a disposição a pagar e o custo de viagem, por exemplo. Para os serviços de regulação, no entanto, a valoração é muito mais complexa. Para o autor, *o valor desses serviços precisa ser*

[13] https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14119.htm

determinado indiretamente por meio de seu suporte a atividades de produção valiosas ou por meio da proteção de propriedade e outros ativos econômicos importantes contra danos.

Uma compreensão adequada dos serviços ecossistêmicos só poderá ser viabilizada por uma análise global, com base nas relações entre os diferentes compartimentos ambientais, o que demanda monitoramento, levantamento de dados e informações específicas e aplicação de modelos analíticos multicritérios.

8.3.1 Serviços ecossistêmicos da Região Costeira da RH-VI

Quando se analisa especificamente a Região Costeira da RH-VI, observa-se facilmente a importante presença de unidades de conservação de uso sustentável, o clima de baixa pluviosidade pelo fenômeno da ressurgência e uma cultura regional consolidada. Por isso, a consideração dos serviços Culturais é importante, ficando o quadro final dos serviços ecossistêmicos organizado de acordo com a Tabela 8.1.

Tabela 8.1 - Classificação dos Serviços Ecossistêmicos da Região Costeira da RH-VI.

Classe	Serviços ecossistêmicos
Regulação	Ar limpo
	Captura de Carbono
	Regulação Climática
Provisão	Pescado
Suporte	Fotossíntese
	Biodiversidade
	Hábitat
Cultural	Paisagem
	Recreação

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

A descrição das classes de serviços ecossistêmicos e as atividades antrópicas associadas a cada uma delas é apresentada em detalhe no Relatório de Gestão Costeira (REP02), que pode ser consultado para mais informações.

8.4 Proposta do Plano de Gestão Costeira

8.4.1 Oficinas de planejamento

O primeiro evento de construção do plano foi a oficina realizada em junho de 2023, como parte da agenda de uma série de eventos realizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Arraial do Cabo. Nesta oficina foi informada a existência de um Plano de Gerenciamento Costeiro do Estado, feito na década de 90, mas que não foi efetivamente implantado. Além disso, foi informado que há um estudo do avanço do mar em Monte Alto realizado pelo Estado, por ser uma área de risco sujeita à ressaca do mar.

Os resultados da oficina geraram uma Matriz SWOT ou FOFA – Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças. Sobre essa seleção foi aplicada a matriz GUT para estabelecer a gravidade, a urgência e a tendência das fraquezas. O cruzamento das duas matrizes é apresentado na Tabela 8.2.

Tabela 8.2 - Matriz GUT do Gerenciamento Costeiro.

Fraquezas da Gestão Costeira	Gravidade	Urgência	Tendência
Baixa participação social no comitê	3	3	4
Pesca industrial	4	4	4
Poluição sonora	4	4	4
Falta de articulação das ações de educação ambiental	4	4	4
Aumento do turismo de massa desorganizado	5	5	5
Fiscalização pouco efetiva	5	5	5
Perturbação de áreas de reprodução/recrutamento	5	5	5
Lixo no mar	5	5	5
Lançamento de efluentes não tratados	5	5	5
Falta de comunicação entre instituições e UC	5	5	5
Fragilidade da educação ambiental formal e informal	5	5	5
Conflitos entre usos	5	5	5
Falta de Planos Municipais e Estadual de Gerenciamento Costeiro	5	5	5

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Observa-se a visão pessimista dos participantes da oficina sobre o futuro da gestão costeira, pois todas as tendências são de piora, sendo que 9 entre as 13 opções são de piorar rapidamente, são urgentes e são extremamente graves. A única variável que recebeu uma classificação de grave é a participação social no comitê de bacia (Tabela 8.2). Por outro lado, observa-se que é possível reduzir o número de variáveis a partir de um encadeamento do tipo causa-efeito, restando os seguintes problemas básicos:

1) Falta de Planos Municipais e Estadual de Gerenciamento Costeiro

a) Pesca industrial

b) Conflitos entre usos

c) Aumento do turismo de massa desordenado

d) Perturbação das áreas de reprodução/recrutamento

e) Lançamento de efluentes não tratados

2) Fragilidade da educação ambiental formal e informal

a) Falta de articulação das ações de educação ambiental

b) Lixo no mar

c) Baixa participação social no comitê

3) Fiscalização pouco efetiva

a) Poluição sonora

4) Falta de comunicação entre instituições e UC

A solução dos quatro problemas básicos deve responder pela solução dos nove problemas restantes, que foram considerados como gerados pelos primeiros. Tais problemas foram o foco da proposta do plano de gestão.

8.4.2 Espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção

Os levantamentos atuais disponíveis na página do ICMBio[14], Sistema Salve, para o Sistema Costeiro Marinho permitem analisar a situação de 2.919 espécies. Destas, 81% estão em situação menos preocupante, 1% em quase ameaça, 2% em perigo e 1% em criticamente em perigo. Na distribuição dentre os grupos, 43% são peixes ósseos, 31% são invertebrados marinhos, 8% são aves e 5% são tubarões e raias. Quando se avalia as situações de quase ameaçada, perigo e criticamente em perigo, o grupo de tubarões e raias se destaca negativamente com 26% das espécies nestas condições, seguido dos répteis (21%), das aves (12%) e dos mamíferos (8%).

[14] ICMBio, 2024. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: https://salve.icmbio.gov.br/. Acesso em: 18 de ago. de 2024.

Os dados atualizados sobre o sistema costeiro e com ocorrência no estado do Rio de Janeiro somam 1.229 espécies, sendo a maioria peixes ósseos (38%) ou invertebrados marinhos (30%). O grupo mais ameaçado relativamente é o dos répteis, com 50% das espécies encontradas em situação de quase ameaça, perigo ou criticamente em perigo.

Analisando apenas as espécies com ocorrência junto a unidades de conservação federal entre as quais a RESEX Arraial do Cabo, encontram-se 212 espécies, a maioria de peixes e invertebrados marinhos e 6 em quase ameaça, perigo ou criticamente em perigo, sendo 5 tubarões e raias e um invertebrado marinho. Observa-se que existem menos espécies em perigo junto às unidades de conservação, mas há mais espécies sem dados suficientes para a compreensão da situação.

Com citação exclusiva da RESEX Arraial do Cabo, a lista reduz-se para 45, sem nenhuma espécie em quase ameaça, perigo ou criticamente em perigo. Ou seja, as situações nacional e estadual são semelhantes, com 4% das espécies em situação de quase ameaçada, perigo ou criticamente em perigo, enquanto para espécies relatadas como ocorrendo exclusivamente na RESEX essa soma é nula. Os esforços para preservação das espécies ameaçadas junto da RESEX é o mesmo do que o necessário para outras áreas marinhas protegidas.

A Portaria 895/2020 e seus anexos estabelecem pontos de controle crítico e espécies ameaçadas para o ambiente da RESEX, que é a área com maior quantidade de informações e maior grau de controle efetivo. Para outras áreas da Região Costeira os estudos devem ser intensificados, mesmo que não tenham sido citados nas oficinas realizadas, o que será possível a partir dos Planos de Gerenciamento Costeiro.

8.4.3 Proposta de Programa de Ordenamento da Pesca, Fiscalização e Monitoramento da biodiversidade marinho-costeira

Sobre estes, deve se considerar a notável dinâmica dos ecossistemas regionais, profundamente dependentes da ressurgência, que por sua vez é afetada pelo comportamento do ENOS. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE[15],

[15] http://enos.cptec.inpe.br/

> *O El Niño e a La Niña são partes de um mesmo fenômeno acoplado (atmosférico-oceânico) que ocorre no oceano Pacífico Equatorial (e na atmosfera adjacente), denominado de El Niño Oscilação Sul (ENOS). A fase El Niño do fenômeno acoplado ENOS refere-se às situações nas quais o oceano Pacífico Equatorial está mais quente do que a condição média histórica (climatológica), e a fase La Niña refere-se à situação oposta, ou seja, quando o oceano Pacífico Equatorial está mais frio do que a condição média histórica. A mudança na temperatura do oceano Pacífico Equatorial acarreta efeitos globais nos padrões de circulação atmosférica, transporte de umidade, temperatura e precipitação.*

As projeções do ENOS (Lopez et al., 2022) para o Século XXI indicam a formação e o crescimento em taxas mais rápidas, com persistência em maiores períodos, resultando em impactos mais fortes e duradouros no globo através de tele conexões. Os efeitos da mudança da temperatura desde 1950[16], segundo o IPCC, mostram o aumento da temperatura e das chuvas intensas na região sudeste da América do Sul, onde se localiza a BHLSJ, o que deverá gerar uma alteração na dinâmica do ecossistema. Assim, diagnósticos e mapeamentos deverão ser considerados como indicativos, devendo ser acompanhados de um intenso monitoramento de caráter multidisciplinar, que gere, no futuro, uma base de projeções do comportamento das principais espécies indicadoras da situação ambiental vista de uma ótica sistêmica. Um exemplo dessa observação é o reaparecimento de cavalos marinhos na lagoa de Araruama após a melhoria da qualidade da água.

De acordo com Hayes et al (2015), *os oceanos do mundo estão constantemente mudando em uma série de escalas temporais e espaciais. [...] O monitoramento é a ferramenta que aborda essa necessidade e os indicadores são as variáveis que medimos para observar a mudança. O*s autores fizeram uma proposta de identificação de indicadores a serem aplicados na Zona Econômica Exclusiva da Austrália. A seleção de indicadores inicia pela descrição dos principais sistemas ecológicos e a previsão dos impactos causados pela ação antrópica, não buscando um consenso sobre a estrutura do sistema costeiro ou sobre as ameaças que atuam sobre ele, mas,

[16] https://www.carbonbrief.org/explainer-what-the-new-ipcc-report-says-about-extreme-weather-and-climate-change/

a partir de cenários possíveis, identificar quais seriam os indicadores que permitiriam mensurar as alterações do sistema em todos os cenários.

Os autores sugerem a aplicação da estrutura *Driver Pressure State Impact Response (DPSIR)*, desenvolvida pela Agência Europeia do Ambiente em 1999, considerada potente para caracterizar sistemas de importância nacional ou regional, trabalhar com as incertezas e respostas dos sistemas e permite a análise de sistemas específicos utilizando o mesmo conjunto de indicadores utilizado para a análise regional ou nacional. A seleção dos indicadores é proposta para responder a duas perguntas básicas: (a) o que valorizamos em um ecossistema; e (b) por que queremos monitorá-lo?

Os critérios de seleção de indicadores foram propostos pelos autores a partir de uma análise de frequência em diferentes estudos, sendo separados em seis grupos (cientifico, histórico, sistemas, intrínseco, logística e política), que representam perspectivas diferentes que refletem as características desejáveis para cada indicador

O mapeamento das informações disponíveis em escalas e resoluções adequadas é um problema a ser enfrentado. Existem informações de alta resolução espacial para diversos estressores ambientais, incluindo a Temperatura na Superfície do Mar ou a resposta espectral da Clorofila-A. Outras informações podem ser geradas, como a localização dos principais barcos de lazer e barcos de pesca de maior porte, também com alta precisão, mas as informações sobre pesca artesanal, pesca esportiva e mergulho, por exemplo, são relatadas em escalas inadequadas para serem utilizadas em conjunto com estas, assim como a localização de espécies invasoras e descarte irregular de resíduos, especialmente os plásticos.

Definida a base do sistema de gerenciamento (indicadores, áreas chave, mapeamento), devem ser selecionadas as atividades antrópicas e elementos externos que o ameaçam. Esses serão utilizados na formulação de diferentes cenários de pressão que avaliarão a alteração dos indicadores necessários e adequados para caracterizar as alterações previstas. Os indicadores podem ser priorizados a partir de critérios de custo, precisão ou relevância.

Por fim, é necessário implantar um programa de monitoramento efetivo, que permita identificar a evolução dos indicadores. Para isso, os indicadores devem ser referenciados a um cenário básico, já que não existem ambientes não perturbados próximos, ou realizada a análise da

resposta dos indicadores ao longo do tempo de aplicação da pressão ou para diferentes gradientes de estresse. Ou seja, a proposta de gerenciamento pode e deve prever que existem incertezas que só serão sanadas com tempo, em um sistema contínuo, dada a complexidade dos sistemas marinhos e a dificuldade de sua compreensão plena.

Os indicadores que responderem da mesma forma em todos os cenários de pressão serão classificados como "consistentes", sendo considerados robustos em relação à incerteza. Os indicadores que responderem de diferentes formas em todos os cenários serão classificados como "idiossincráticos", sendo úteis para a distinção de diferentes propostas estruturais de modelo de análise. Os indicadores podem ser alterados com o tempo, embora não seja desejável. O conjunto de indicadores, por sua vez, não pode ser muito pequeno que não permita um monitoramento adequado, até porque a instabilidade de algumas variáveis pode levar a eliminação desse conjunto. Por outro lado, o conjunto não deve ser muito grande que gere custos excessivos e uma complexidade de análise sem ganho de qualidade.

Ainda segundo Hayes et al (2015), um conjunto de 10 indicadores essenciais é utilizado em estudos de gerenciamento costeiro: (i) Área do habitat principal/importante/chave, (ii) Área do habitat protegido, (iii) Captura (total de peixes), (iv) Concentração (Clorofila a), (v) Concentração (oxigênio dissolvido), (vi) Concentração (Nitrogênio/Nitrato), (vii) Concentração (Fósforo/Fosfato), (viii) Floração de algas nocivas (frequência/extensão), (ix) Número de espécies (Invasoras); e (x) Número/porcentagem de espécies (Ameaçadas/Protegidas em Perigo).

8.5 Pactuação

Ao final da oficina de planejamento, ficou definida a Matriz GUT, já apresentada, e aprovada a elaboração de outros dois instrumentos de gestão, a Matriz SMART e a 5W2H. Com a Matriz SMART, definiu-se quatro problemáticas a serem resolvida, e ações específicas e alcançáveis para a resolução. As problemáticas trabalhadas foram:

- Falta de planos de gerenciamento costeiro
- Fragilidade da Educação Ambiental
- Fiscalização pouco efetiva

- Falta de comunicação entre instituições e UCs

Das quatro ações, três dependerão de trabalhos técnicos especializados, sendo que dois destes podem ser incorporados em ações já existentes: comunicação social e educação ambiental, embora necessitem ter um recorte e um foco mais direcionado para a gestão costeira, o que hoje não se observa.

O protocolo de fiscalização pode ser negociado entre os atores institucionais, a partir de uma provocação do CBHLSJ em conjunto com a gestão da RESEX e das prefeituras municipais, dentro do ambiente do Consórcio intermunicipal. Um apoio para a realização de acoplamento de ferramentas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e inteligência artificial deve ser pensado em separado.

Por fim, a elaboração dos primeiros planos municipais de gerenciamento costeiro deve ser contratada preferencialmente em um único bloco, permitindo uma coerência entre as ações previstas, os indicadores e as metodologias de coleta e análise de dados e informações. De forma adicional, entende-se que deva ser realizada a demanda institucional, via CBHLSJ ou do CILSJ, para a efetiva implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro.

9 PROGRAMA COMPLEMENTAR DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE

Na etapa de diagnóstico, foram identificados os programas de monitoramento de qualidade da água existentes na região e estudos anteriores já realizados. Dessa forma, foi possível avaliar integralmente os indicadores de qualidade da água a partir das premissas preconizadas pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, salobras e salinas. A análise integrada dos dados existentes buscou consolidar as informações obtidas em diferentes fontes, que permitissem inferir sobre a dinâmica da qualidade da água na RH-VI.

A partir desta análise foram identificadas lacunas de informação em função de diferenças entre as bases de dados. As lacunas foram avaliadas de forma espacial e temporal, permitindo identificar e propor um plano de coleta complementar ao monitoramento já em execução na bacia. Este monitoramento complementar permite melhor compreensão da dinâmica de qualidade da água na RH-VI. As diretrizes consideradas para a proposição do monitoramento complementar foram descritas no relatório intitulado "Plano Complementar de Monitoramento", e aqui são explicitadas resumidamente. Dessa forma, este item visa apresentar os resultados parciais das campanhas de monitoramento de qualidade da água.

9.1 Plano Complementar de Monitoramento

Na etapa de diagnóstico, constatou-se que a rede de postos de monitoramento da qualidade da água apresentou divergência quanto aos parâmetros monitorados e metodologias de coleta e análise para os distintos programas avaliados. Com exceção do monitoramento realizado pelo INEA, os demais programas elencados não analisam integralmente os nove parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA-NSF). Tal índice têm como objetivo agregar uma gama diversa de informações analíticas em dados de caráter mais sintético, para conseguir descrever e representar de forma mais eficiente o estado atual e as tendências da qualidade da água.

A construção do plano de coleta de dados complementares baseou-se em preencher lacunas nas informações existentes de monitoramento da qualidade da água da RH VI. Portanto, buscou-se melhorar a representatividade espacial e temporal de postos com limitações pela análise de relações entre as variáveis de interesse e contemplar todos os parâmetros referentes ao IQA - NSF. Desta forma, as etapas da complementação incluíram:

- Identificação dos postos que não tem informações dos parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água (IQA – NSF) adotado pelo INEA, isto é, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Nitrato (NO3), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Temperatura da Água e do Ar (Tágua e Tar) e Coliformes Termotolerantes;
- Aumento da simultaneidade de variáveis para a mesma data;
- Consolidação das informações dos principais corpos hídricos de cada Unidade Hidrológica de Planejamento;
- Garantia da representatividade espacial e temporal, respeitando as limitações de tempo e orçamento.

Assim, propôs-se a inclusão de **sete novos pontos de monitoramento** de forma a complementarem a rede já existente. Observa-se a limitação de pontos de monitoramento na UHP-d do Rio Una que conta com apenas um ponto de monitoramento no Canal Malhada com abrangente representatividade temporal e outro próximo à foz. Desta forma, para complementação da cobertura espacial de monitoramento, propôs-se o monitoramento de três novos pontos nesta UHP (Figura 9.1). A descrição e coordenadas dos pontos sugeridos estão exibidos na Tabela 9.1.

A escolha dos pontos levou em consideração não somente o critério da distribuição espacial como também os conflitos de qualidade da água existentes na localidade do Canal Malhada, a urbanização em expansão dos centros urbanos abrangidos pelos cursos d'água elencados e a antropização de outras áreas inseridas na UHP, além da representatividade dos segmentos de trechos de rio para modelagem da qualidade da água. A segmentação visa dividir os corpos hídricos em múltiplas partes com áreas de drenagem similares representativas dos trechos à montante de modo a simplificar a análise da qualidade da água. Ainda, foram propostos pontos de monitoramento na VI-g, Armação de Búzios, já que inexistem atualmente pontos de monitoramento da qualidade da água nesta UHP (Figura 9.2). A Tabela 9.1 apresenta as informações detalhadas dos novos pontos monitorados.

Tabela 9.1 Descrição dos novos pontos de monitoramento.

Denominação	UHP	Município	Latitude	Longitude	Descrição
UNA1	VI-d	Araruama	-22,709010	-42,249179	Localizado na porção a montante da bacia, na cabeceira do rio Una a jusante da sede do Terceiro Distrito de Araruama (São Vicente de Paulo), caracterizado pela produção de produtos agropecuária.
UNA2	VI-d	Cabo Frio	-22,737853	-42,171904	Nas proximidades do bairro de Botafogo no município de São Pedro da Aldeia e da mineradora Areal Araçá. Este ponto do rio Una recebe a contribuição de diversos afluentes a montante que recebem a carga dos pequenos centros urbanos das localidades de Serceira, Igarapiapunha, Arrastão, Pinheiros e Santo Antônio além de São Vicente de Paula. Entre estes trechos também há a presença de fazendas para cultivo e pecuária como por exemplo o Assentamento Ademar Moreira.
UNA3	VI-d	Cabo Frio	-22,718074	-42,002384	Este ponto está localizado na foz do rio Una recebendo as contribuições captadas não somente pelos pontos UNA1 e UNA2 como também pelos pontos anteriormente descritos do Canal d e Esgoto (P2) e o ponto 00RJ06UN0100 do INEA (P33).
ARM1	VI-g	Armação dos Búzios	-22,772651	-41,911956	Localizado na Lagoa de Geribá (a maior em área do grupo de lagoas existentes em Armação dos Búzios), cujo o Parque das Acácias é enquadrado como sua Área de Preservação Permanente, situado junto à Lagoa. Conforme informações disponibilizadas pela Prefeitura de Búzios, a lagoa passa por um processo de Revitalização iniciado em 2021.
ARM2	VI-g	Armação dos Búzios	-22,763728	-41,886678	Pontos localizado na Lagoa da Ferradura, próxima a diversos condomínios e loteamento estabelecidos na localidade nas últimas décadas. A Lagoa da Ferradura configura-se como a segunda maior lagoa em área do grupo de lagoas existentes em Armação dos Búzios.
ARM3	VI-g	Armação dos Búzios	-22,767068	-41,888656	Ponto localizado também na localidade denominada como Lagoa da Ferradura, especificamente entre a Avenida do Atlântico e a Rua G VI.
ARM4	VI-g	Armação dos Búzios	-22,767793	-41,888496	Ponto localizado também na localidade denominada como Lagoa da Ferradura, especificamente entre a Avenida do Atlântico e a praia da Ferradura. Região cercada por predomínio de pousadas, destacando-se como um polo turístico.

Fonte: Elaboração própria.

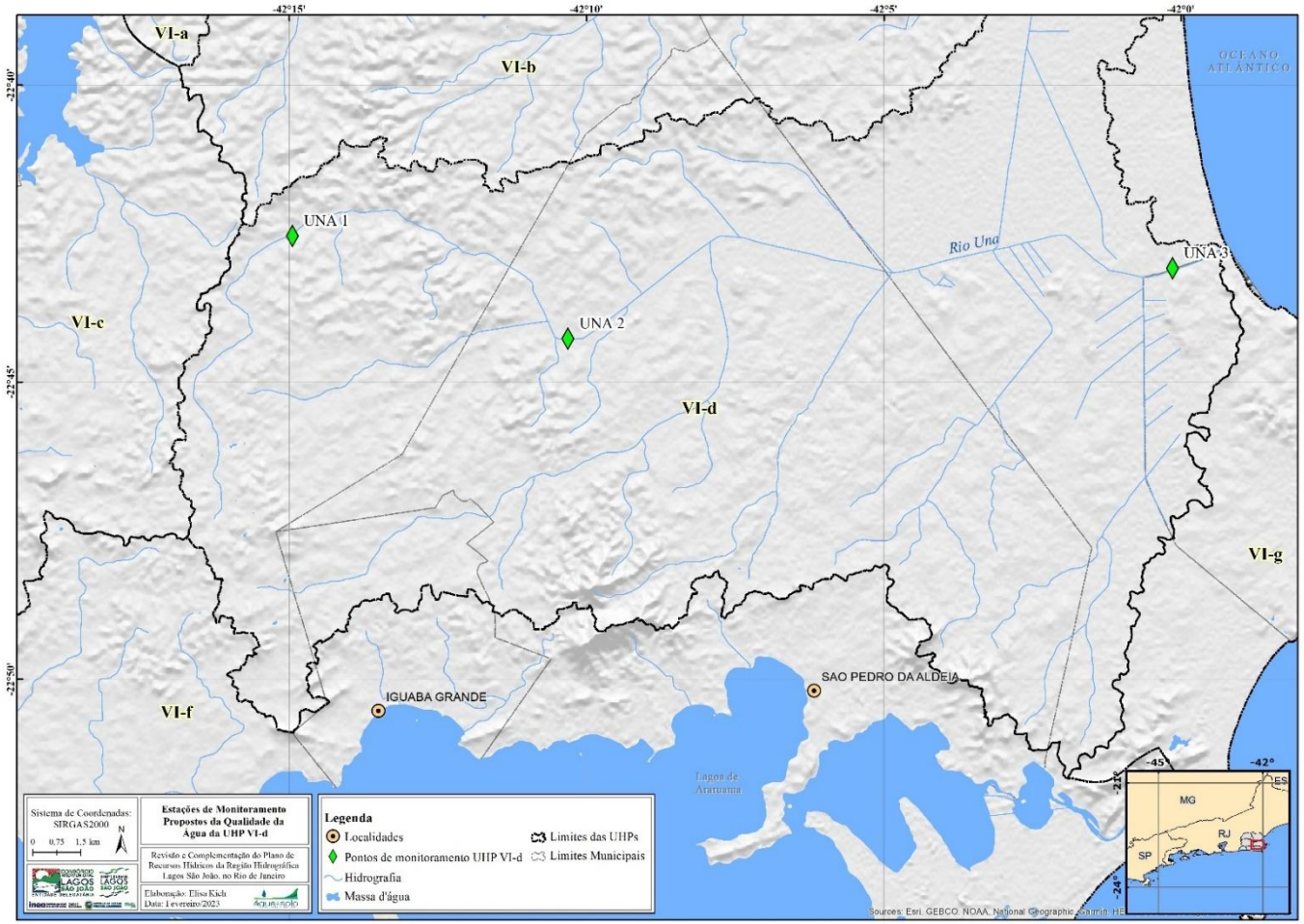


Figura 9.1 – Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-d (Rio Una).
Fonte: Elaboração própria.

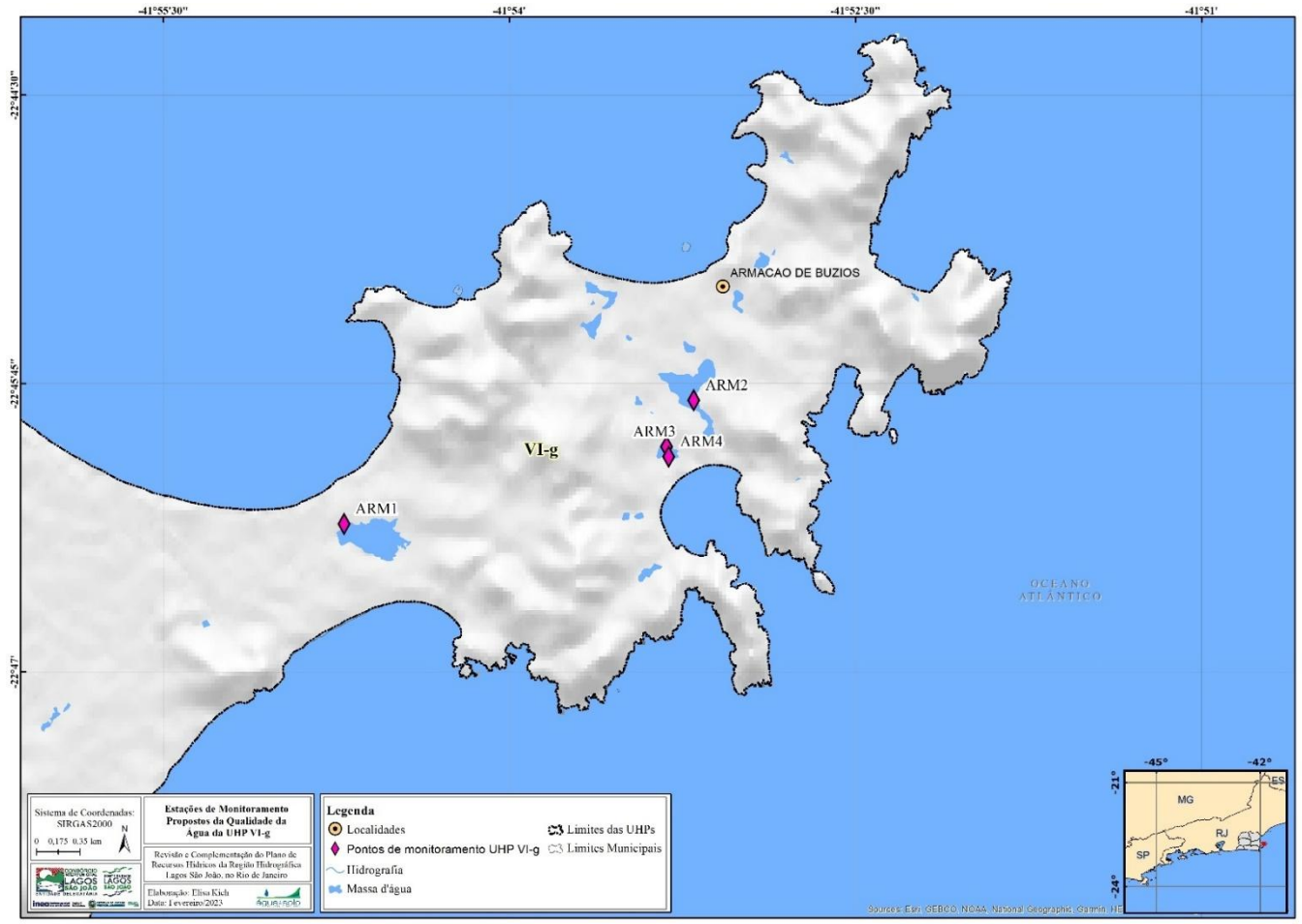


Figura 9.2 – Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-g (Armação de Búzios).
Fonte: Elaboração própria.

9.1.1 Metodologia

Neste capítulo serão apresentadas as metodologias utilizadas para execução das quatro campanhas de monitoramento qualiquantitativo realizado nos pontos propostos.

9.1.1.1 Medições de descarga líquida

Para haja uma avaliação efetiva dos corpos hídricos, é necessário levar em consideração os aspectos de qualidade e quantidade sob ótica conjunta. Assim, as medições de descarga líquida foram realizadas em todos os pontos de coleta em rios e, para realizar as medições, foram utilizados equipamentos de acordo com as características de profundidade, largura e fluxo do rio. Para as quatro campanhas realizadas, foram utilizados tanto o método convencional, com o emprego do equipamento micromolinete, quanto o método acústico, por meio do equipamento ADCP.

9.1.1.1.1 Método convencional – Molinetes e Micromolinetes

O método convencional é utilizado para a determinação da vazão em cursos de água naturais e fundamenta-se em determinar a área da seção e a velocidade média do fluxo d'água que passam nela. A área é definida a partir da largura e profundidade de um número significativo de verticais, determinado a partir da largura e regularidade de escoamento do rio. A descarga líquida determina-se conforme a equação abaixo:

$$Q = \bar{V} \, . A$$ Equação 2 – Cálculo da descarga líquida

Q – Descarga líquida em m³/s

A – Área da Seção em m²

$\bar{V}$ – Velocidade média da seção em m/s;

Os molinetes e micromolinetes são equipamentos que medem indiretamente a velocidade do fluxo da água por meio do número de rotações hélice, ao qual é linearmente proporcional. A rotação da hélice em torno do eixo abre e fecha um circuito elétrico, contanto o número de voltas durante um intervalo de tempo. O equipamento utilizado pela equipe possui sensibilidade de medição na ordem de centímetros por segundo, sendo o limite mínimo de medição inferior a 10 cm/s. Na Figura 9.3, é possível observar o equipamento sendo utilizado. As medições foram realizadas a vau, o qual é um método utilizado para medir a descarga líquida em seções de pequena profundidade, onde não há a necessidade de embarcação.

Figura 9.3 – Medição de descarga líquida com molinete hidrométrico a vau.
Fonte: Fonte: Elaboração própria, 2024.

Para que a medição seja realizada de maneira adequada e sem interferências, o operador deve manter o equipamento perpendicular ao fluxo da água, além de se posicionar de frente para montante e atrás do equipamento. Na **Tabela 9.2**, apresenta-se as distâncias entre verticais em função da largura do rio.

Tabela 9.2 – Distância recomendada entre verticais

Largura do rio (m)	Distância entre verticais (m)
≤ 3,00	0,30
3,00 – 6,00	0,50
6,00 – 15,00	1,00
15,00 – 30,00	2,00
30,00 – 50,00	3,00
50,00 – 80,00	4,00
80,00 – 150,00	6,00
150,00 – 250,00	8,00
≥ 250,00	12,00

Fonte: Elaboração própria.

Ademais, para determinar a velocidade média na vertical, existem fórmulas recomendadas em função do número de medições de velocidade e da posição. As expressões podem ser observadas na **Tabela 9.3** Cabe ressaltar que a velocidade superficial é medida a 10 cm de profundidade para que a hélice fique submersa, e a velocidade de fundo medida entre 15 e 25 cm acima do fundo.

Tabela 9.3 – Cálculo da velocidade média na vertical pelo método detalhado

N° de Pontos	Posição na vertical (*) em relação à profundidade "p"	Cálculo da velocidade média na vertical	Profundidade (m)
1	$0{,}6\ p$	$\bar{v} = v_{0,6}$	0,15 – 0,6
2	$0{,}2\ e\ 0{,}8\ p$	$\bar{v} = \frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2}$	0,6 – 1,2
3	$0{,}2; 0{,}6\ e\ 0{,}8\ p$	$\bar{v} = \frac{v_{0,2} + 2.v_{0,6} + v_{0,8}}{4}$	1,2 – 2,0
4	$0{,}2; 0{,}4;\ 0{,}6\ e\ 0{,}8\ p$	$\bar{v} = \frac{v_{0,2} + 2.v_{0,4} + 2.v_{0,6} + v_{0,8}}{6}$	2,0 – 4,0
6	$S;\ 0{,}2; 0{,}4;\ 0{,}6;\ 0{,}8\ p\ e\ F$	$\bar{v} = \frac{v_S + 2.(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8}) + v_F}{10}$	>4,0

Fonte: Elaboração própria.

Assim, para cada ponto na seção transversal foi realizada uma medição de velocidade. Os hidrometristas em campo realizaram o preenchimento da planilha de medição de vazão com os valores de profundidade da vertical, distância entre pontos e velocidade. E a partir dessas medições, utilizando o método da seção média foi realizado o cálculo da vazão.

9.1.1.1.2 Método acústico – ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)

O uso de medidores acústicos para determinação da vazão permite uma maior celeridade na medição, maior discretização da seção transversal e das velocidades instantâneas, além da disponibilização de ferramentas que permitem verificar a qualidade final do dado obtido. Os equipamentos acústicos utilizam o efeito Doppler, fenômeno que descreve a mudança na frequência de uma onda qualquer, resultante do movimento relativo entre a fonte desta e o observador, ao transmitir pulsos sonoros de frequência fixa. As medições realizadas pelo método acústico serão feitas com o uso do equipamento RyverSurveyor M9, da marca Sontek, o qual pode ser visto na **Figura 9.4**.

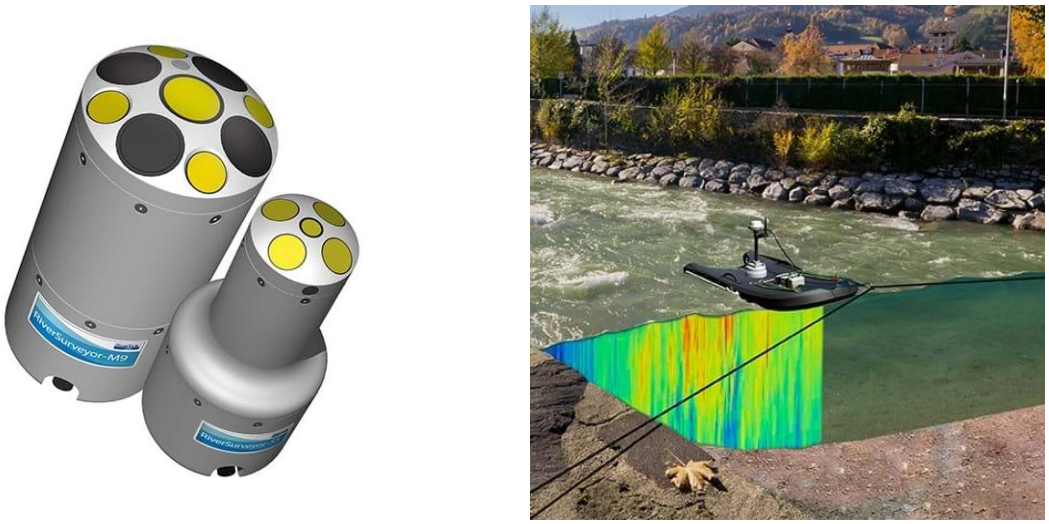


Figura 9.4 – Sensor e representação da aplicação do equipamento ADCP em um rio(SON TEK – XYLEM).

Para que haja desempenho satisfatório na medição, é necessário seguir os protocolos e recomendações indicados previamente ao início de uma medição. Devem, portanto, ser feitos os ajustes de relógio, calibração da bússola, verificação da temperatura medida pelo instrumento, testes padrão do sistema, montagem e configuração. Para validação da medição serão realizadas duas travessias com no mínimo 95% de medição.

Assim, para cada ponto na seção transversal foi realizada uma medição de velocidade. Os hidrometristas em campo disponibilizaram o relatório gerado a partir dos dados obtidos, com os valores de largura, área, velocidade média e vazão.

A profundidade média determina-se conforme a Equação 3

$$P_{média} = \frac{A}{L}$$

Equação 3 – Cálculo da Profundidade média

$P_{média}$ – Profundidade média;

A – Área da Seção em m²;

L – Largura da Seção;

O cálculo da média de verticais é determinado pela Equação 4.

$$V_{média} = \frac{\sum_{i=1}^{N} Vi}{N}$$

Equação 4 – Cálculo da média de verticais

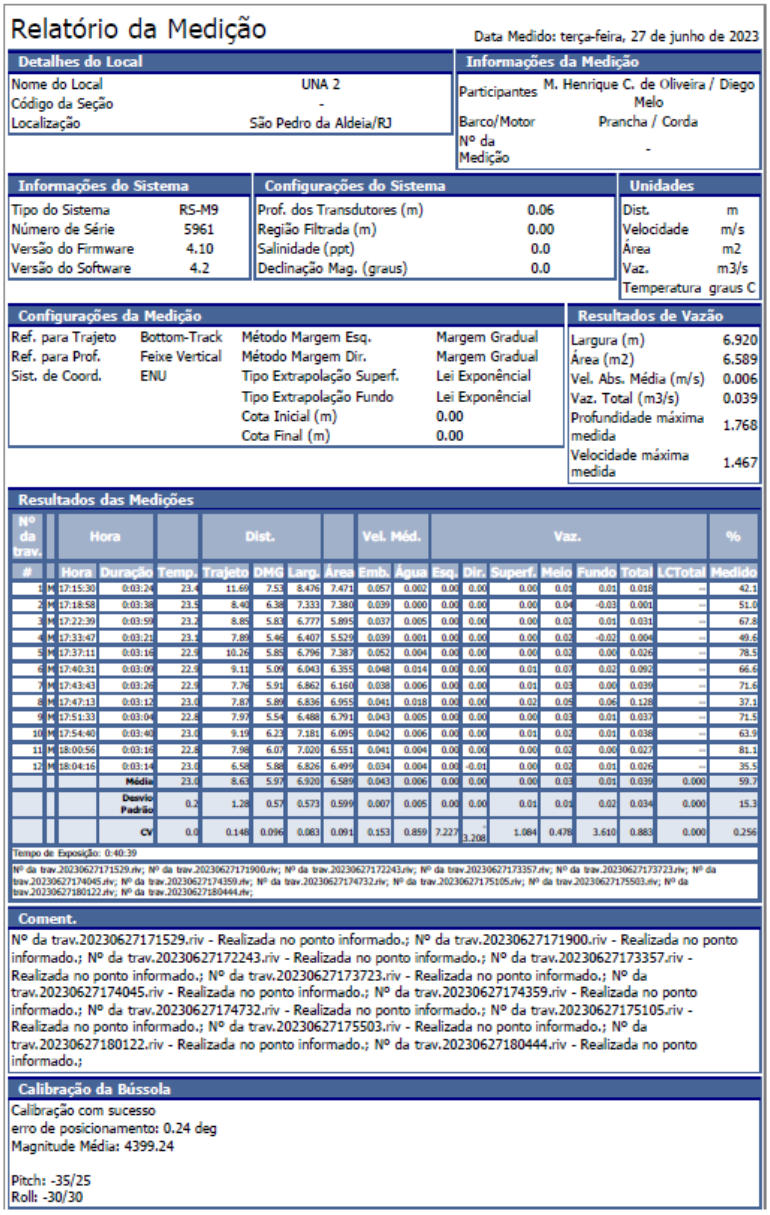
$V_{média}$– Média de verticais;

$\sum_{i=1}^{N} Vi$ – Representa a soma do número de verticais de todas as travessias;

V_i – Número de verticais de cada travessia;

N – Número total de travessias.

A **Figura 9.5** apresenta um exemplo do relatório da medição



Relatório da Medição

Data Medido: terça-feira, 27 de junho de 2023

Detalhes do Local

Nome do Local	UNA 2
Código da Seção	-
Localização	São Pedro da Aldeia/RJ

Informações da Medição

Participantes	M. Henrique C. de Oliveira / Diego Melo
Barco/Motor	Prancha / Corda
Nº da Medição	-

Informações do Sistema

Tipo do Sistema	RS-M9
Número de Série	5961
Versão do Firmware	4.10
Versão do Software	4.2

Configurações do Sistema

Prof. dos Transdutores (m)	0.06
Região Filtrada (m)	0.00
Salinidade (ppt)	0.0
Declinação Mag. (graus)	0.0

Unidades

Dist.	m
Velocidade	m/s
Área	m2
Vaz.	m3/s
Temperatura	graus C

Configurações da Medição

Ref. para Trajeto	Bottom-Track	Método Margem Esq.	Margem Gradual
Ref. para Prof.	Feixe Vertical	Método Margem Dir.	Margem Gradual
Sist. de Coord.	ENU	Tipo Extrapolação Superf.	Lei Exponêncial
		Tipo Extrapolação Fundo	Lei Exponêncial
		Cota Inicial (m)	0.00
		Cota Final (m)	0.00

Resultados de Vazão

Largura (m)	6.920
Área (m2)	6.589
Vel. Abs. Média (m/s)	0.006
Vaz. Total (m3/s)	0.039
Profundidade máxima medida	1.768
Velocidade máxima medida	1.467

Resultados das Medições

Nº da trav.		Hora			Dist.				Vel. Méd.		Vaz.						%
#		Hora	Duração	Temp.	Trajeto	DMG	Larg.	Área	Emb.	Água	Esq.	Dir.	Superf.	Meio	Fundo	Total	LCTotal	Medido
1	M	17:15:30	0:03:24	23.4	11.69	7.53	8.476	7.471	0.057	0.002	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.018	--	42.1
2	M	17:18:58	0:03:38	23.5	8.40	6.38	7.333	7.380	0.039	0.000	0.00	0.00	0.00	0.04	-0.03	0.001	--	51.0
3	M	17:22:39	0:03:59	23.2	8.85	5.83	6.777	5.895	0.037	0.005	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.031	--	67.8
4	M	17:33:47	0:03:21	23.2	7.89	5.46	6.407	5.529	0.039	0.001	0.00	0.00	0.00	0.03	-0.02	0.004	--	49.6
5	M	17:37:11	0:03:16	22.9	10.26	5.85	6.796	7.387	0.052	0.004	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.026	--	78.5
6	M	17:40:31	0:03:09	22.9	9.11	5.09	6.043	6.355	0.048	0.014	0.00	0.00	0.01	0.07	0.02	0.092	--	66.6
7	M	17:43:43	0:03:26	22.8	7.76	5.91	6.862	6.160	0.038	0.006	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.039	--	71.6
8	M	17:47:13	0:03:12	23.0	7.87	5.89	6.836	6.955	0.041	0.018	0.00	0.00	0.02	0.05	0.06	0.128	--	37.1
9	M	17:51:33	0:03:04	22.8	7.97	5.54	6.488	6.791	0.043	0.005	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.037	--	71.5
10	M	17:54:40	0:03:40	23.0	9.19	6.23	7.181	6.095	0.042	0.006	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.038	--	63.9
11	M	18:00:56	0:03:16	22.8	7.98	6.07	7.020	6.551	0.041	0.004	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.027	--	81.1
12	M	18:04:16	0:03:14	23.0	6.58	5.88	6.826	6.499	0.034	0.004	0.00	-0.01	0.00	0.02	0.01	0.026	--	35.5
			Média	23.0	8.63	5.97	6.920	6.589	0.043	0.006	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.039	0.000	59.7
			Desvio Padrão	0.2	1.28	0.57	0.573	0.599	0.007	0.005	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.034	0.000	15.3
			CV	0.0	0.148	0.096	0.083	0.091	0.153	0.859	7.227	3.208	1.084	0.478	3.610	0.883	0.000	0.256

Tempo de Exposição: 0:40:39

Nº da trav.20230627171529.riv; Nº da trav.20230627171900.riv; Nº da trav.20230627172243.riv; Nº da trav.20230627173357.riv; Nº da trav.20230627173723.riv; Nº da trav.20230627174045.riv; Nº da trav.20230627174359.riv; Nº da trav.20230627174732.riv; Nº da trav.20230627175105.riv; Nº da trav.20230627175503.riv; Nº da trav.20230627180122.riv; Nº da trav.20230627180444.riv;

Coment.

Nº da trav.20230627171529.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627171900.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627172243.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627173357.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627173723.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627174045.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627174359.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627174732.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627175105.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627175503.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627180122.riv - Realizada no ponto informado.; Nº da trav.20230627180444.riv - Realizada no ponto informado.;

Calibração da Bússola

Calibração com sucesso
erro de posicionamento: 0.24 deg
Magnitude Média: 4399.24

Pitch: -35/25
Roll: -30/30

Figura 9.5 – Exemplo do relatório de medição realizada pelo método acústico.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.1.2 Medição de parâmetros in loco

Para que seja realizado o diagnóstico de qualidade da água, além da medição da vazão nos pontos monitorados, também foi realizada avaliação de parâmetros qualidade. Alguns

parâmetros precisam ser medidos em campo, para garantir a confiabilidade dos resultados. Os parâmetros medidos em campo estão apresentados na **Tabela 9.4**. A turbidez e condutividade também são parâmetros avaliados em laboratório. Para análise da qualidade, será priorizado utilizar os dados do laboratório para esses dois parâmetros.

Tabela 9.4. Parâmetros medidos in loco.

Parâmetro	Unidade
pH	-
Oxigênio dissolvido	mg/l
Temperatura da água	ºC
Temperatura do ar	ºC
Turbidez	uS/cm

Fonte: Elaboração própria.

Para a medição foi utilizada a sonda multiparamétrica modelo ProQuatro fornecida pela empresa *Clean Environment Brasil*. Todos os parâmetros foram calibrados antes do início da campanha pela empresa Evagon, conforme comprovante em anexo. A **Figura 9.6** a seguir apresenta o modelo da sonda utilizada e registros de campo.

Figura 9.6 Sonda multiparamétrica modelo ProQuatro.

9.1.1.3 Coleta de amostra de água

Para que a coleta seja feita de maneira correta e eficaz, deve ser levado em consideração o que está explicitado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB & ANA, 2011), a NBR 9897 (ABNT, 1997), que se refere ao "Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores", a NBR 9898 (ABNT,1997), que explicita sobre "Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores", além de bibliografia internacional como "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".

As amostras foram identificadas de acordo com o padrão utilizado pelo laboratório e manipuladas para a preservação da integridade de suas condições morfológicas e fisiológicas até a realização da análise laboratorial, a fim de evitar que haja a hidrólise de compostos químicos, retardar a ação biológica, reduzir a volatilidade e os efeitos de adsorção e preservar organismos. Considerando que foram realizadas coletas de água superficial e coletas simples, isto é, em uma única tomada de amostra, essas ocorreram com profundidade de 20 a 30 cm de profundidade, além de serem feitas preferencialmente no ponto central da seção do rio, em casos de impossibilidade de acesso ao centro do rio, foi realizada a coleta na margem. As figuras a seguir apresentam o registro das coletas realizadas em campo.

Figura 9.7. Coletas de água em campo.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.1.4 Análises laboratoriais

Para avaliar os parâmetros coletados no monitoramento, primeiramente classificou-se os pontos quanto a salinidade de acordo com os limites dispostos na Resolução CONAMA 357/2005 (a saber: Doce, Salobra ou Salina); a Tabela 9.5 apresenta os intervalos para cada classe. A classificação quanto a salinidade se faz-necessária para que seja possível avaliar os demais parâmetros de acordo com os intervalos corretos.

Tabela 9.5. Limites de salinidade da CONAMA 357/2005

Salinidade	Limite Mínimo (‰)	Limite Máximo (‰)
Doce	-	0,5
Salobra	0,5	30
Salina	30	-

Fonte: Elaboração própria.

Os demais parâmetros de qualidade da água também foram analisados de maneira isolada, construindo para cada ponto de monitoramento e parâmetro monitorado uma classificação referente a estes limites de classe.

Tabela 9.6 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas doces.

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO	mg/L	<= 3	< =5	< =10	> 10
OD	mg/L	> =6	> =5	> =4	> 2
Turbidez	UNT	< =40	< =100	>100	>100
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	< 200	< 1000	< 2500	< 2500
Fósforo Total	mg/L	*	*	*	*

*Nota: Para o parâmetro Fósforo Total existe diferença entre os ambientes lóticos e lênticos, sendo, respectivamente, Classe 1: 0,1 mg/L; 0,020 mg/L, Classe 2: 0,1 mg/L; 0,1 mg/L; Classe 3: 0,15 mg/L; 0,05 mg/L; Classe 4: >0,15 mg/L; >0,05 mg/L.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9.7 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salobras.

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3
OD	mg/L	>=5	>=4	>3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2500	4000
Fósforo Total	mg/L	<=0,124	<=0,186	>0,186

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9.8 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salinas.

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3
OD	mg/L	> =6	> =5	> 4
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2500	4000
Fósforo Total	mg/L	0,124	0,186	>0,186

Fonte: Elaboração própria.

Referente a análise laboratorial, para a determinação dos métodos utilizados em 8 dos 9 parâmetros analisados, o laboratório utilizou como referência o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW). Essa referência é amplamente utilizada para análises laboratoriais pois fornece métodos e procedimentos padrões para a avaliação da qualidade da água, incluindo testes físicos, químicos e microbiológicos.

Destaca-se que a análise do Nitrogênio Amoniacal foi realizada conforme a norma ISO 11732:2005. A **Tabela 9.9** apresenta os parâmetros analisados no laboratório, bem como os métodos empregados em cada um destes.

Tabela 9.9. Métodos utilizados para as análises laboratoriais.

Parâmetros	Unidade	Método da análise
Condutividade	µS/cm	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Método 2510 B
Sólidos suspensos totais	mg/L	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Métodos 2540 D e E
Sólidos totais	mg/L	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Métodos 2540 B e E
Fósforo total	mg/L	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23st Edition, 2017. Determinação: Método 4500 P - E / Preparo: Método 4500 P - B
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	ISO 11732: 2005
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Método 5210 B
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Método 9223 B
Demanda química de oxigênio	mg/L	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Método 5220 D
Turbidez	NTU	De acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24st Edition, 2023. Método 2130 B

Fonte: Elaboração própria.

9.1.1.5 Análises de Qualidade

9.1.1.5.1 Índice de Qualidade da Água

Existem diversos índices de qualidade da água que podem ser utilizados. Dentro deles, o índice desenvolvido pela US National Sanitation Foundation – NSF é o mais utilizado. Para cada parâmetro de qualidade da água o índice atribui um peso, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA-NSF, e traça curvas médias de variação da qualidade da água em função da sua concentração. Para este estudo será utilizada a mesma metodologia aplicada pelo INEA, visando assim, padronizar as avaliações. A **Tabela 9.10** apresenta os parâmetros utilizados para o cálculo.

Tabela 9.10 Parâmetros utilizados para o cálculo do IQA.

Parâmetros de qualidade da água
Temperatura (ºC)
pH
Oxigênio Dissolvido (mg/L O2)
Turbidez (NTU)
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)
Fósforo Total (mg/L)
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L O2)
Coliformes termotolerantes* (NMP/100mL)
*Pode ser substituído por Escherichia coli.

Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, o valor do IQA será determinado pelo produtório ponderado da qualidade da água das nove variáveis selecionadas, elevadas ao seu respectivo peso. A seguinte expressão será utilizada:

$$IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^{n} qi^{wi}$$

Onde:

IQA_{NSF} = Índice de Qualidade de Água, um valor entre 0 e 100;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

A **Tabela 9.11** apresenta os pesos utilizados para cada parâmetro que compõem o IQA.

Tabela 9.11 Pesos utilizados para o cálculo do IQA.

Parâmetros	Peso (w)
Temperatura (ºC)	0,10
pH	0,11
Oxigênio Dissolvido (mg/L O2)	0,17
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	0,07
Fósforo Total (mg/L)	0,10
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	0,10
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L O2)	0,11
Coliformes termotolerantes* (NMP/100mL)	0,16
*Pode ser substituído por Escherichia coli.	

Fonte: Elaboração própria.

Os valores obtidos serão divididos em faixas pré-determinadas, que podem ser observados na **Tabela 9.12**. Esses valores serão apresentados em fichas de qualidade da água.

Tabela 9.12 Faixas de determinação do Índice de Qualidade da Água (INEA)

Categoria dos resultados	IQA_{NSF}	Faixas
EXCELENTE	100 ≥ IQA ≥ 90	
BOA	90 > IQA ≥ 70	
MÉDIA	70 > IQA ≥ 50	
RUIM	50 > IQA ≥ 25	
MUITO RUIM	25 > IQA ≥ 0	

Fonte: Elaboração própria.

9.1.1.5.2 Classificação CONAMA 357/2005

A Resolução CONAMA 357/2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Considerando a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a CONAMA 357 possui como objetivo o controle de lançamento de poluentes no meio ambiente, levando em conta a classificação das águas doces, salobras e salinas. Seu propósito é garantir a manutenção dos níveis de qualidade das águas, avaliados por meio de condições e padrões específicos, assegurando assim seus usos preponderantes. Na **Figura 9.8** apresenta-se a relação entre as classes de enquadramento e os usos respectivos a que se destinam às águas doces.

	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
USOS DAS ÁGUAS DOCES	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário					
Aquicultura					
Abastecimento para consumo humano	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário					
Pesca					
Irrigação		Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					

Figura 9.8. Classes de qualidade da Resolução CONAMA e seus respectivos usos.
Fonte: adaptado de (ANA, 2009 e COSTA, 2011 apud ANA, 2013).

Para realizar a classificação dos pontos monitorados conforme a CONAMA 357/2005, foram considerados os parâmetros listados na **Tabela 9.13**.

Tabela 9.13. Parâmetros utilizados para definição das classes de acordo com a CONAMA 357/2005

Parâmetros de qualidade da água	Unidade
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L
Fósforo Total	mg/L
Nitrogênio Amoniacal	mg/L
Oxigênio Dissolvido	mg/L
Turbidez	(NTU)

Fonte: Elaboração própria.

Antes de iniciar a classificação da qualidade é necessário caracterizar a salinidade da água amostrada, já que os padrões determinados na CONAMA se diferem para águas doces, salinas e salobras.

De acordo com a Res. CONAMA 357/2005, definem-se:

I. Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior 0,5 ‰;
II. Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30‰;
III. Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30‰;
IV. Ambiente lêntico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
V. Ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes.

Para classificar a amostra em cada ponto de monitoramento, foram obtidos valores de salinidade a partir dos resultados de condutividade medidos em laboratório. Esses resultados de condutividade foram convertidos em valores de salinidade para cada amostra de água, através do cálculo a seguir:

$$(condutividade\ (mS/cm)^{1,0878} * 0{,}4665 = salinidade$$

Após a identificação de cada ponto, como água doce, salina ou salobra, foi classificado cada parâmetro analisado em classe I, II, III e IV. De acordo com os padrões de qualidade da água descritos na Resolução Conama 357/2005, a Tabela 9.14 apresenta os limites para definição de classes em cada parâmetro analisado.

Tabela 9.14. Padrões de qualidade para águas doces.

Parâmetro	Limites de Classe			
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Colifdormes Termo (org/100mL)	<200	<1000	<2500	>2500
DBO (mg/L)	<3	<5	<10	>10
Fósforo Total (mg/L)	<0,020	<0,03	<0,05	>0,05
Fósforo Total (mg/L)	<0,025	<0,05	<0,075	>0,075
Fósforo Total (mg/L)	<0,1	-	<0,15	>0,15
(1)Nitrogenio Amoniacal Total (mg/L)	<2	-	<5,6	>5,6
(2)Nitrogenio Amoniacal Total (mg/L)	<1	-	<2,2	>2,2
(3)Nitrogenio Amoniacal Total (mg/L)	<3,7	-	<13,3	>13,3
(4)Nitrogenio Amoniacal Total (mg/L)	<0,5	-	<1	<1
OD (mg/L)	>6	>5	>4	>2
Turbidez (uT)	<40	<100	-	>100

Fonte: CONAMA 357/2005.

9.1.2 Campanhas de monitoramento

Para as campanhas de monitoramento complementar, propôs-se que as coletas fossem espaçadas igualmente e realizadas a cada três meses de modo a perfazer um ano. Desta maneira torna-se possível captar as possíveis alterações dos parâmetros avaliados no período úmido e seco, respectivamente, de maior e menor vazão nos rios. Ademais, é importante ressaltar que este plano de coletas foi elaborado no contexto deste estudo, podendo ser adaptado e atualizado em novas situações. Até o presente momento, foram realizadas quatro campanhas de monitoramento. O presente relatório apresenta os dados das quatro campanhas de coleta.

9.1.2.1 Primeira campanha – jul/2023

A primeira campanha foi realizada no dia 26 de julho de 2023 pela equipe de campo da Água e Solo. Foram realizadas medições de vazão, avaliação de parâmetros da qualidade da água e a coleta de amostras de água nesse local, conforme apresentado nos registros fotográficos.

22.77260285S 41.912027066666666W
Agua e Solo - ARM 1
27/06/2023

22.772588966666664S 41.91202253333333W
Agua e Solo - ARM 1
27/06/2023

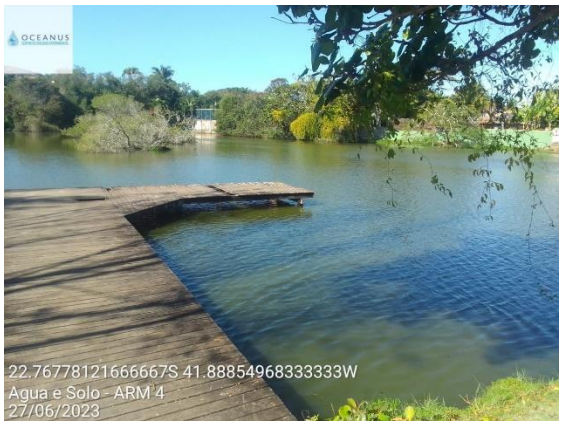
22.7638052S 41.8881636W
Agua e Solo - ARM 2
27/06/2023

22.763789816666666S 41.88622326666667W
Agua e Solo - ARM 2
27/06/2023

22.7678979S 41.8895808W
Agua e Solo - ARM 3
27/06/2023

22.7667205S 41.8874464W
Agua e Solo - ARM 3
27/06/2023

22.767753266666666S 41.88851315W
Água e Solo - ARM 4
27/06/2023


22.76778121666667S 41.88854968333333W
Água e Solo - ARM 4
27/06/2023

22.70895446666667S 42.249203166666667W
Água e Solo - UNA 1
27/06/2023

Água e Solo - UNA 2
27/06/2023

Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.1.1 Parâmetros de Qualidade

As análises físico-químicas foram realizadas pela empresa OCEANUS. A partir dos valores de salinidade, classificou-se os pontos conforme a CONAMA 357/2005. Destaca-se que o monitoramento complementar é pontual espacialmente e temporalmente, de forma que tal classificação pode variar para cada ponto entre as campanhas. Entretanto, a classificação quanto a salinidade se faz essencial para que seja possível avaliar os demais parâmetros quanto as classes da legislação supracitada.

Tabela 9.15 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na campanha 1.

Ponto	Ambiente	Salinidade medida (‰)	Classificação na campanha 1
UNA1	Lótico	0,26	Doce
UNA2	Lótico	0,2	Doce
UNA3	Lótico	13,08	Salobra
ARM1	Lêntico	2,1	Salobra
ARM2	Lêntico	5,18	Salobra
ARM3	Lêntico	1,47	Salobra
ARM4	Lêntico	0,09	Doce

Fonte: Elaboração própria.

Oxigênio Dissolvido

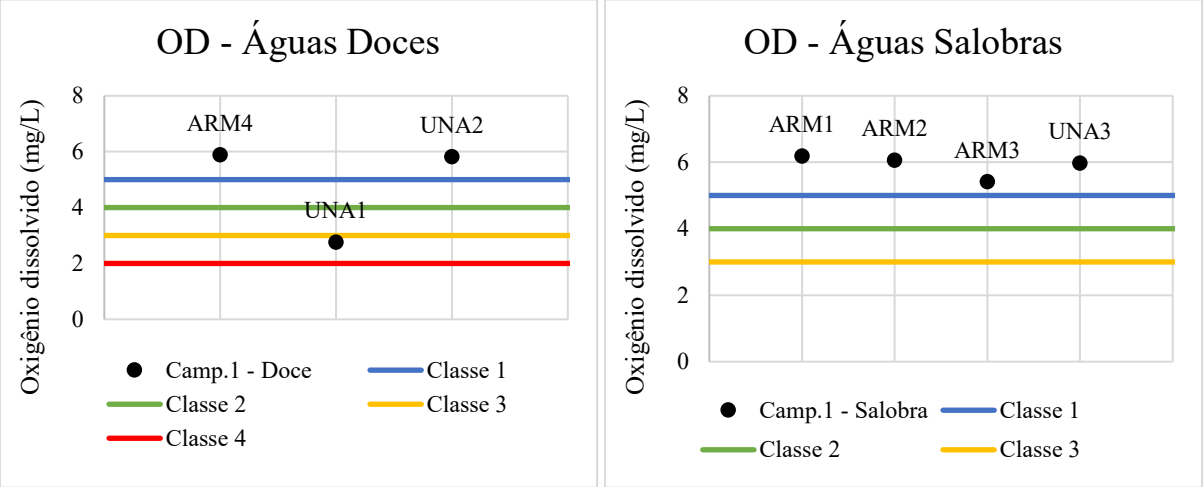


Figura 9.9 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Na primeira campanha, a maioria dos pontos apresentaram Classe 1 para oxigênio dissolvido, tanto em águas doces quanto em águas salobras, com exceção do ponto UNA1, que apresentou valores mais baixos e ficou classificado como Classe 3.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

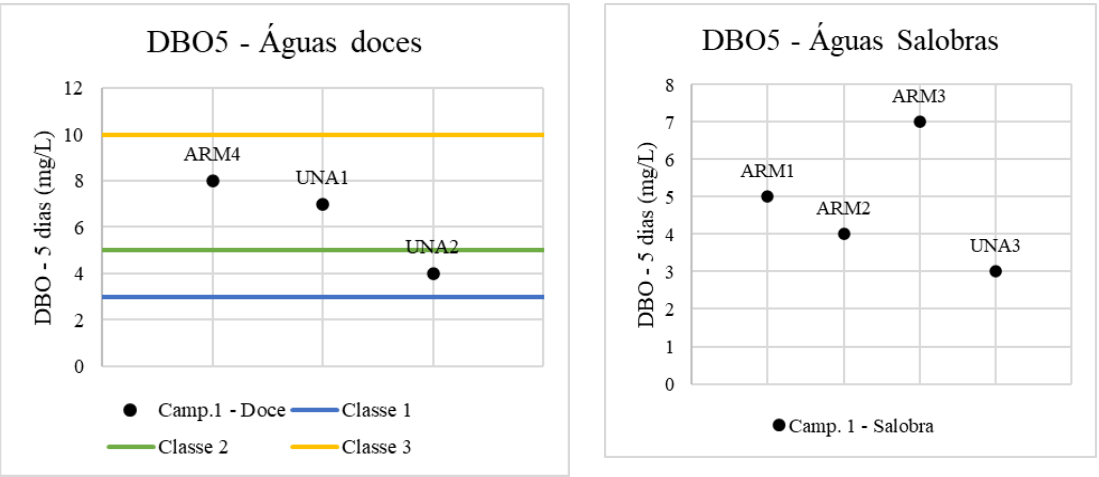
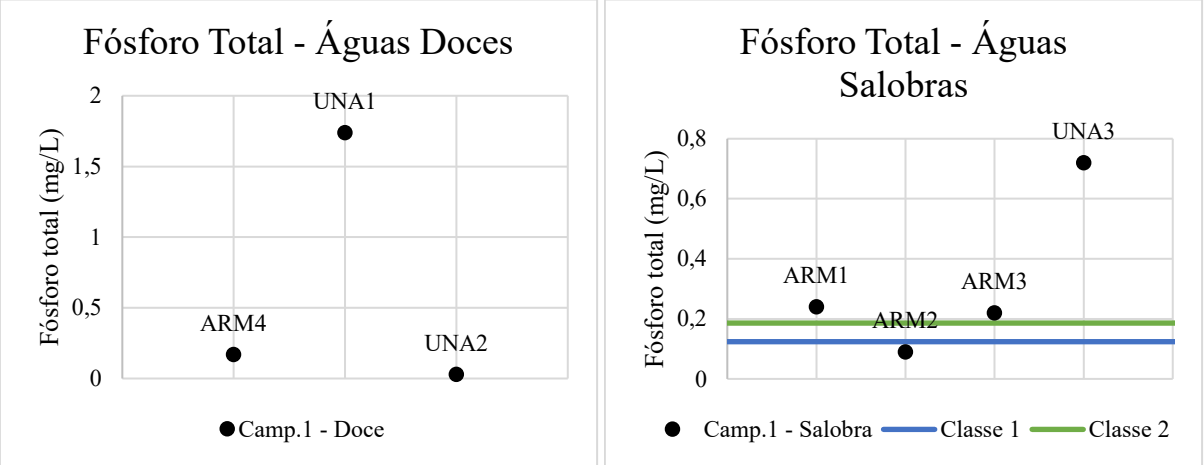


Figura 9.10 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para DBO5, o ponto UNA2 foi classificado dentro da Classe 2 e os pontos ARM4 e UNA1 dentro da Classe 3. Ressalta-se que a Resolução CONAMA 357/2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente não especifica os limites das classes para águas salobras, portanto, estes não foram considerados na análise.

Fósforo Total



Para o parâmetro Fósforo Total em águas doces existe diferença entre os ambientes lóticos e lênticos, sendo, respectivamente, Classe 1: 0,1 mg/L; 0,020 mg/L, Classe 2: 0,1 mg/L; 0,03 mg/L; Classe 3: 0,15 mg/L; 0,05 mg/L; Classe 4: >0,15 mg/L; >0,05 mg/L. Os pontos UNA1 e UNA2 estão em ambiente lótico e o ponto ARM4 em ambiente lêntico.

Figura 9.11 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Na campanha 1, ficou classificado como Classe 1 o ponto UNA2 e, como Classe 4, o ponto UNA1. O ponto ARM4 está localizado em um ambiente lêntico e, na campanha 1, ficou classificado como Classe 4. Os pontos de água salobra tiveram a seguinte classificação: ARM2 como Classe 1; e, como Classe 3, os pontos ARM1, ARM3 e UNA3.

Nitrato

Tabela 9.16 - Valores de Nitrato na primeira campanha.

Pontos	Salinidade na campanha 1	Valores de Nitrato (mg/L)	Classificação do Nitrato
UNA1	Doce	0,07	Classe 1
UNA2	Doce	1,3	Classe 1
UNA3	Salobra	0,1	Classe 1
ARM1	Salobra	0,12	Classe 1
ARM2	Salobra	0,08	Classe 1
ARM3	Salobra	0,18	Classe 1
ARM4	Doce	0,55	Classe 1

Fonte: Elaboração própria.

Para Nitrato, a Resolução CONAMA 357/2005 define como valor máximo 10 mg/L para todas as classes de águas doces, assim, os pontos UNA1, UNA2 e ARM4 estão dentro do limite máximo estabelecido. Para águas salobras, a resolução define como Classe 1 o valor máximo de 0,4 mg/L e Classe 2 até 0,7 mg/L , portanto, os pontos de águas salobras ficaram dentro do limite da Classe 1.

pH

Tabela 9.17 - Valores de pH na primeira campanha.

Pontos	Salinidade na campanha 1	pH	Classificação do pH
UNA1	Doce	7,37	Levemente básico
UNA2	Doce	7,56	Levemente básico
UNA3	Salobra	7,42	Levemente básico
ARM1	Salobra	9,43	Básico
ARM2	Salobra	9,31	Básico
ARM3	Salobra	8,91	Básico
ARM4	Doce	9,21	Básico

Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o intervalo de ph de 6 a 9 para águas doces, dessa forma, o ponto ARM4 ficou fora do limite da resolução. Para águas salobras, a legislação dispõe os intervalos de 6,5 a 8,5 como Classe 1 e 2, e de 5 a 9 como Classe 3. Assim, ficou classificado como Classe 1 o ponto UNA3, como Classe 3, o ponto ARM3, e os pontos ARM1 e ARM2 ficaram foram dos imites estabelecidos. Ressalta-se que o pH é um parâmetro utilizado como suporte para avaliação dos demais dados e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Turbidez

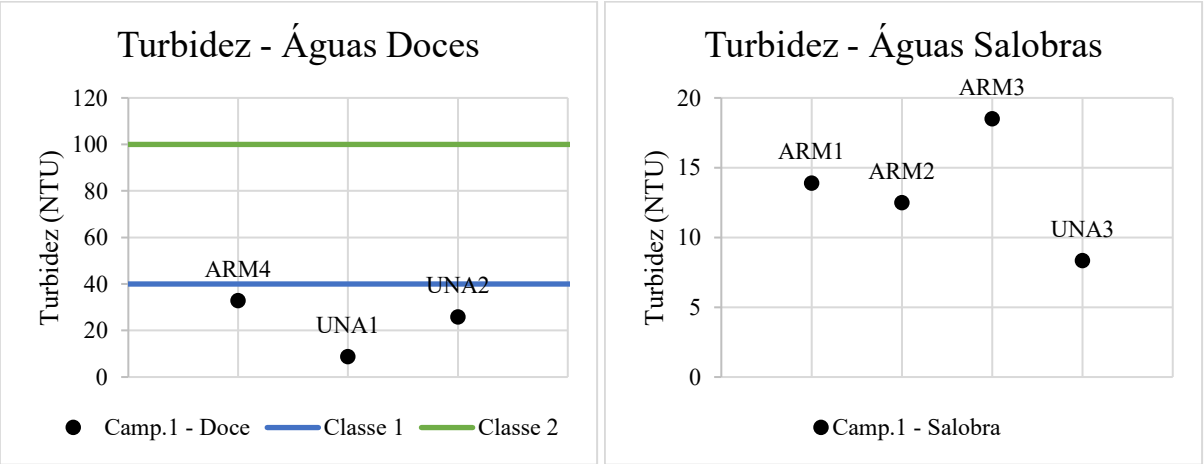


Figura 9.12 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para turbidez, todos os pontos de águas doces ficaram classificados como Classe 1. A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula limites entre as classes para turbidez em águas salobras, apontando, entretanto, que, para Classe 1, o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Sólidos Dissolvidos Totais

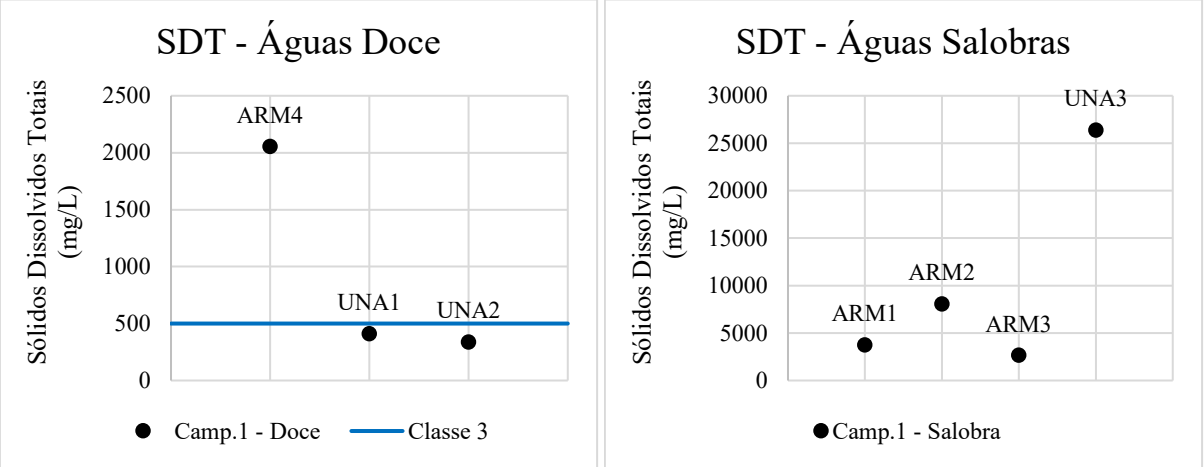


Figura 9.13 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 define como limite máximo para águas doces o valor de 500 mg/L de SDT. Os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro do limite e o ponto ARM4 ultrapassou o limite máximo, sendo classificado como Classe 3. Para águas salobras, a resolução não dispõe sobre limites quantitativos, apontando, entretanto, que o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Temperatura

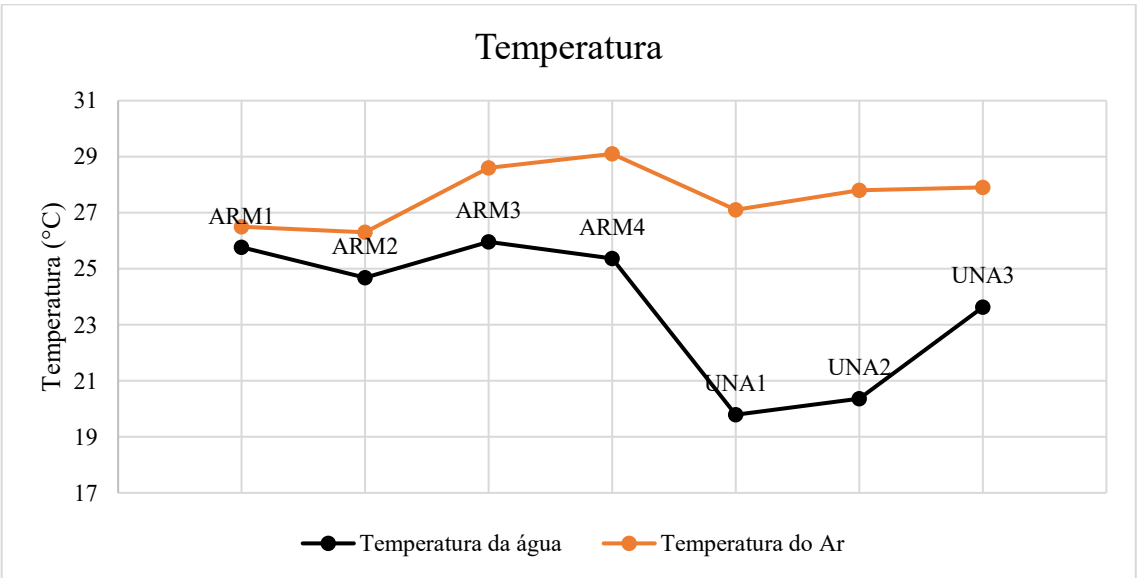


Figura 9.14– Valores de temperatura da água e do ar registrados na primeira campanha.

Fonte: Elaboração própria.

A temperatura é um parâmetro utilizado para o cálculo do IQA-NSF para compor o cálculo do índice de forma associativa aos outros parâmetros e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Coliformes Termotolerantes

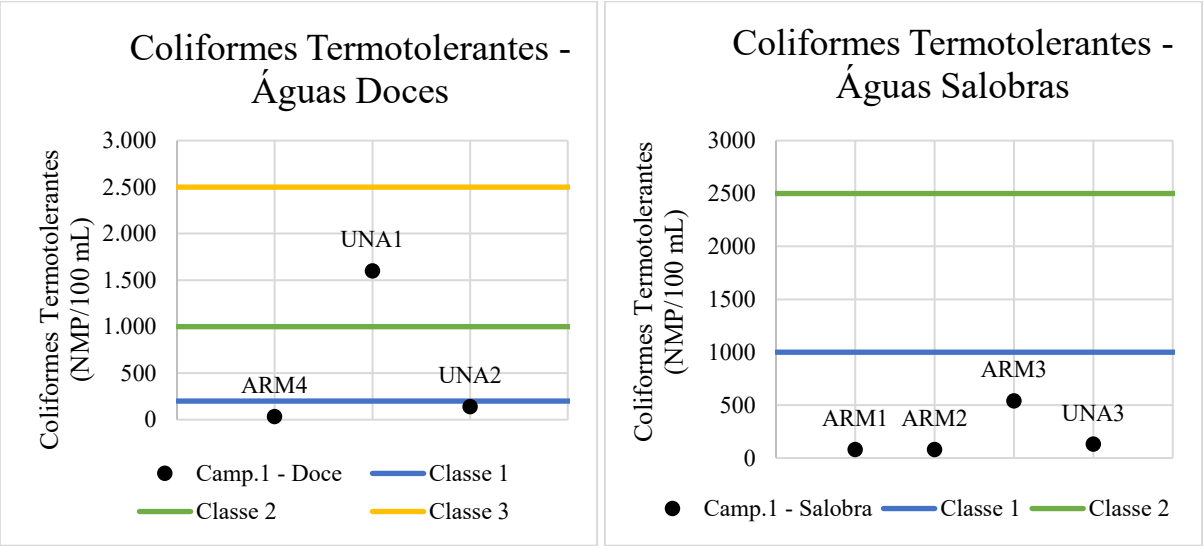


Figura 9.15 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na primeira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para coliformes termotolerantes, a maioria dos pontos ficaram dentro da Classe 1 de acordo com a sua salinidade, com exceção do ponto UNA1 (Doce) que apresentou valor situado na Classe 2.

9.1.2.1.2 Descarga Líquida

UNA 1

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando molinete, resultando em uma descarga liquida de 0,021 m³/s, com uma profundidade média de 0,13 metros da seção de medição e 3,3 metros de largura superficial. A **Figura 9.16** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

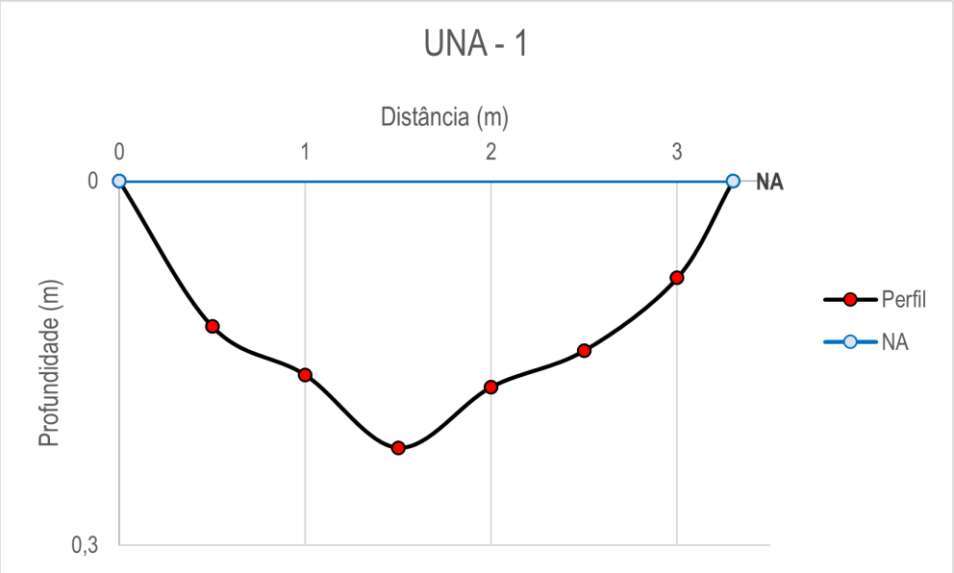


Figura 9.16. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Primeira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 2

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando o equipamento ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 0,039 m³/s, com 6,58 m² de área, 6,9 m de largura superficial e profundidade média de 0,95 m da seção de medição. A **Figura 9.17** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

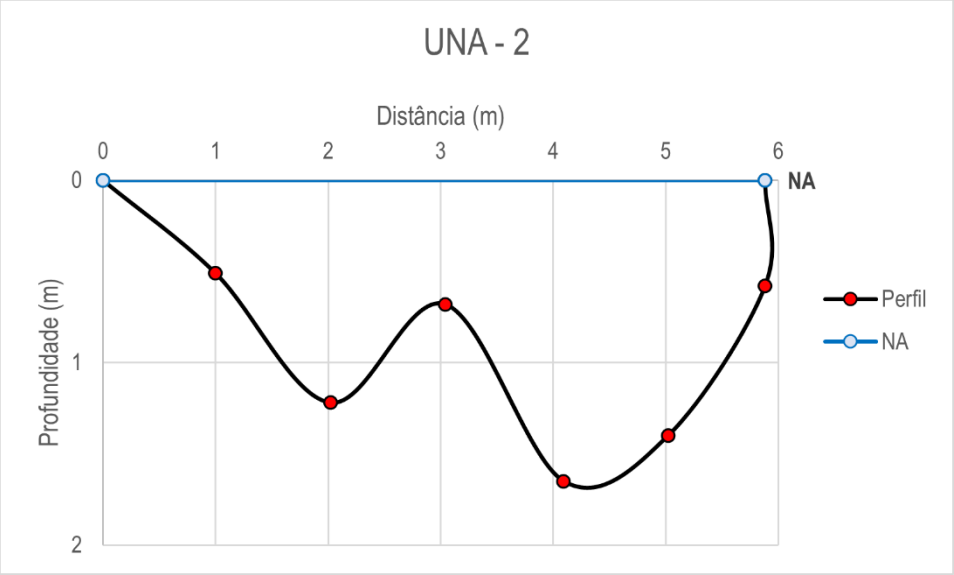


Figura 9.17. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Primeira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 3

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando o equipamento ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 0,364 m³/s, com uma profundidade média de 0,63 metros da seção de medição. A **Figura 9.18** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

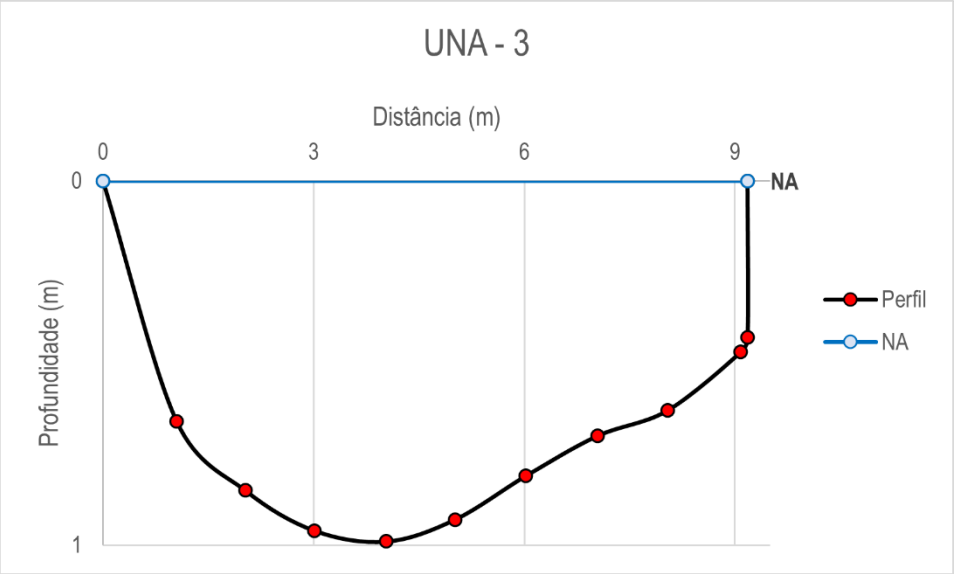


Figura 9.18. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Primeira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.2 Segunda campanha – out/2023

A segunda campanha foi realizada no dia 05 de outubro de 2023 pela equipe de campo da contratada. Foram realizadas medições de vazão, avaliação de parâmetros da qualidade da água e a coleta de amostras de água nesse local, conforme apresentado nos registros fotográficos.

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 2
05/10/2023

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 2
05/10/2023

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 3
05/10/2023

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 3
05/10/2023

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 4
05/10/2023

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM 4
05/10/2023

Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.2.1 Parâmetros de Qualidade

A partir dos valores de salinidade, classificou-se os pontos conforme apresenta a Tabela 9.18, de acordo com a CONAMA 357/2005. Destaca-se que o monitoramento complementar é

pontual espacialmente e temporalmente, de forma que tal classificação pode variar para cada ponto entre as campanhas. Entretanto, a classificação quanto a salinidade se faz essencial para que seja possível avaliar os demais parâmetros quanto as classes da legislação supracitada. Ressalta-se que, nesta campanha, houve a alteração da classificação quanto a salinidade para o ponto ARM4 passando a ser classificado e avaliado nos demais parâmetros como Água Salobra.

Tabela 9.18 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na segunda campanha.

Ponto	Ambiente	Salinidade medida (‰)	Classificação na campanha 2
UNA1	Lótico	0,22	Doce
UNA2	Lótico	0,27	Doce
UNA3	Lótico	5,81	Salobra
ARM1	Lêntico	2,38	Salobra
ARM2	Lêntico	5,82	Salobra
ARM3	Lêntico	1,86	Salobra
ARM4	Lêntico	1,25	Salobra

Fonte: Elaboração própria.

Oxigênio Dissolvido

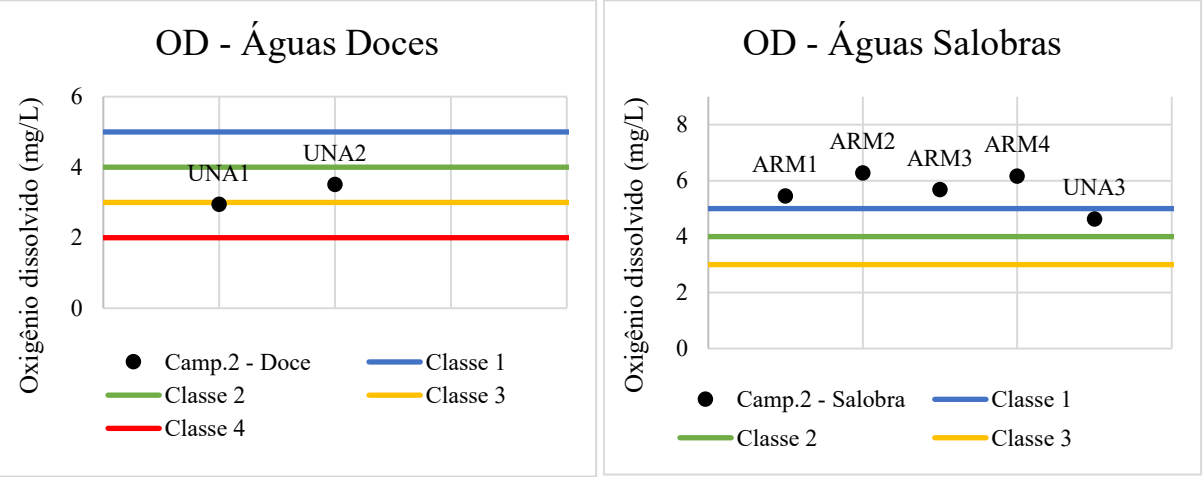


Figura 9.19 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Nas águas doces, UNA1 ficou dentro do limite da Classe 3 e UNA2 do da Classe 2 de OD. Nas águas salobras, os pontos ficaram dentro do limite da Classe 1, com exceção do ponto UNA3 que ficou dentro do limite da Classe 2.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

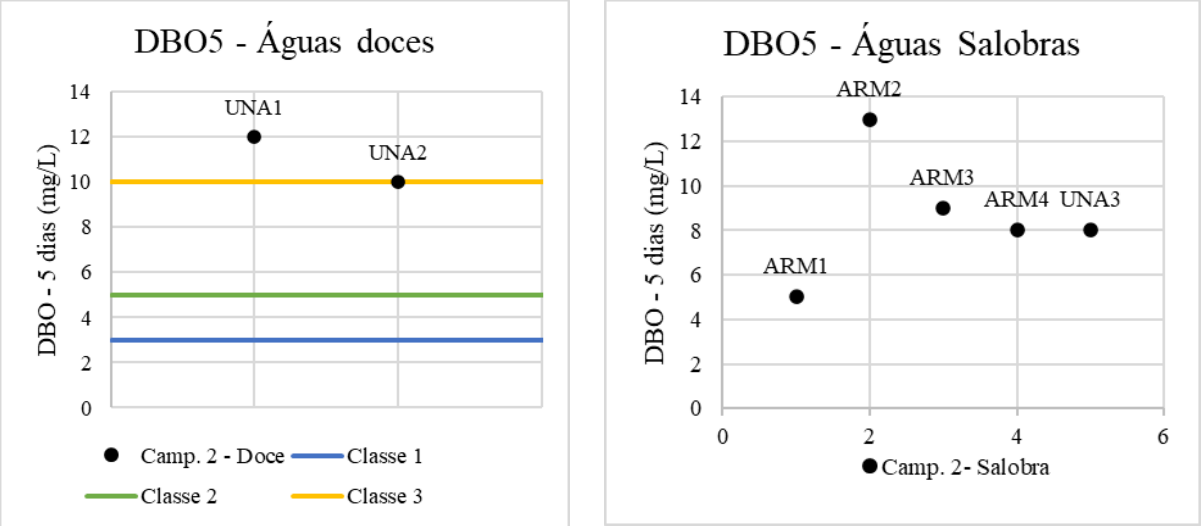
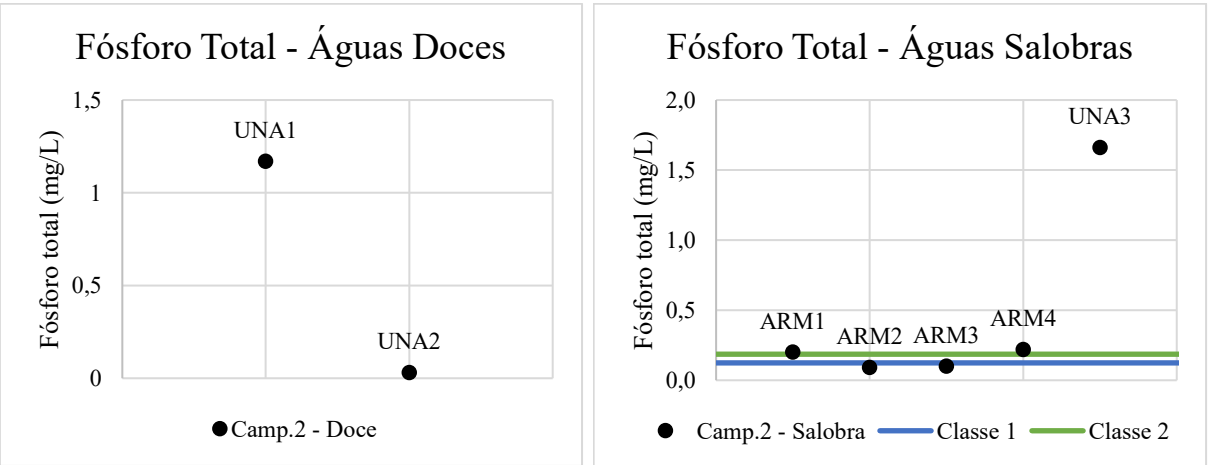


Figura 9.20 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para BVO5, os pontos UNA1 e UNA2 foram classificados como Classe 3. Ressalta-se que a Resolução CONAMA 357/2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente não especifica os limites das classes para águas salobras, portanto, estes não foram considerados na análise.

Fósforo Total



Para o parâmetro Fósforo Total em águas doces existe diferença entre os ambientes lóticos e lênticos, sendo, respectivamente, Classe 1: 0,1 mg/L; 0,020 mg/L, Classe 2: 0,1 mg/L; 0,03 mg/L; Classe 3: 0,15 mg/L; 0,05 mg/L; Classe 4: >0,15 mg/L; >0,05 mg/L.

Figura 9.21 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Os pontos UNA1 e UNA2 estão localizados em um ambiente lótico. Na campanha 2, UNA1 ficou dentro da Classe 4 e UNA2 da Classe 2. Os pontos de água salobra tiveram a seguinte classificação: ARM2 e ARM3 dentro da Classe1; e ARM1, ARM4 e UNA3 dentro da Classe 3.

Nitrato

Tabela 9.19 - Valores de Nitrato na segunda campanha.

Pontos	Salinidade na campanha 2	Valores de Nitrato (mg/L)	Classificação do Nitrato
UNA1	Doce	0,91	Classe 1
UNA2	Doce	1,17	Classe 1
UNA3	Salobra	0,57	Classe 2
ARM1	Salobra	<0,05	Classe 1
ARM2	Salobra	0,13	Classe 1
ARM3	Salobra	0,15	Classe 1
ARM4	Salobra	0,2	Classe 1

Fonte: Elaboração própria.

Para Nitrato, a Resolução CONAMA 357/2005 define como valor máximo 10 mg/L para todas as classes de águas doces, assim, os pontos UNA1 e UNA2 estão dentro do limite máximo estabelecido. Para águas salobras, a resolução define como Classe 1 o valor máximo de 0,4 mg/L e Classe 2 até 0,7 mg/L , portanto, os pontos ARM1, ARM2, AMR3 e ARM4 ficaram dentro do limite da Classe 1, e o ponto UNA3 do limite da Classe 2.

pH

Tabela 9.20 - Valores de pH na segunda campanha.

Pontos	Salinidade na campanha 2	pH	Classificação do pH
UNA1	Doce	7,37	Levemente básico
UNA2	Doce	7,51	Levemente básico
UNA3	Salobra	7,25	Levemente básico
ARM1	Salobra	9,39	Básico
ARM2	Salobra	8,75	Básico
ARM3	Salobra	7,82	Levemente básico
ARM4	Salobra	8,73	Básico

Fonte: Elaboração própria.

A Resolulção CONAMA 357/2005 estabelece o intervalo de ph de 6 a 9 para águas doces, dessa forma, os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro do limite da resolução. Para águas salobras, a legislação dispõe os intervalos de 6,5 a 8,5 como Classe 1 e 2, e de 5 a 9 como Classe 3. Assim, os pontos UNA3 e AMR3, ficaram dentro da Classe 1, os pontos ARM2 e ARM4 dentro da Classe 3, e o ponto ARM1 ficou fora dos limites estabelecidos. Ressalta-se que o pH é um parâmetro utilizado como suporte para avaliação dos demais dados e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Turbidez

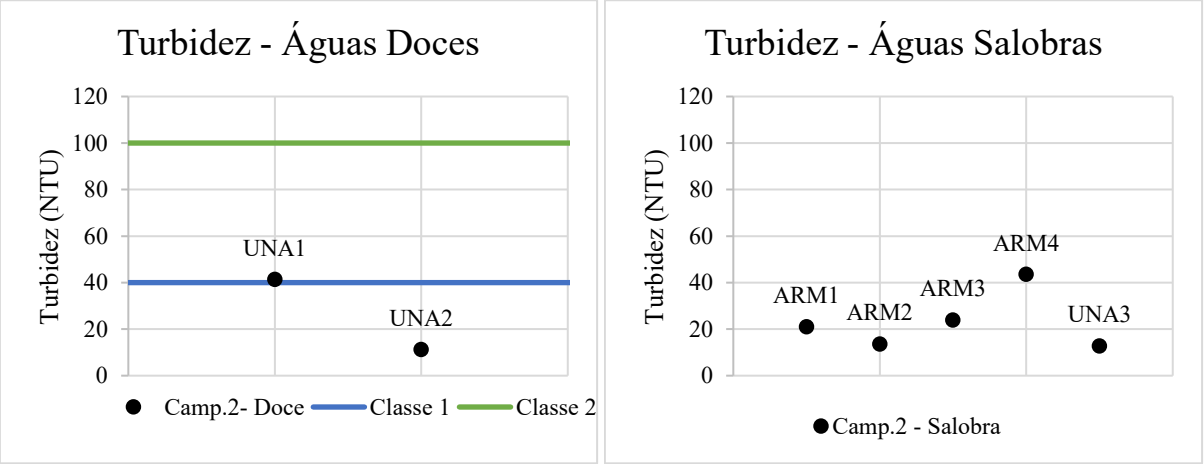


Figura 9.22 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para turbidez em águas doces, o ponto UNA2 ficou dentro da Classe 1 e o ponto UNA1 ficou dentro da Classe 2. A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula limites entre as classes para turbidez em águas salobras, apontando, entretanto, que, para Classe 1, o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Sólidos Dissolvidos Totais

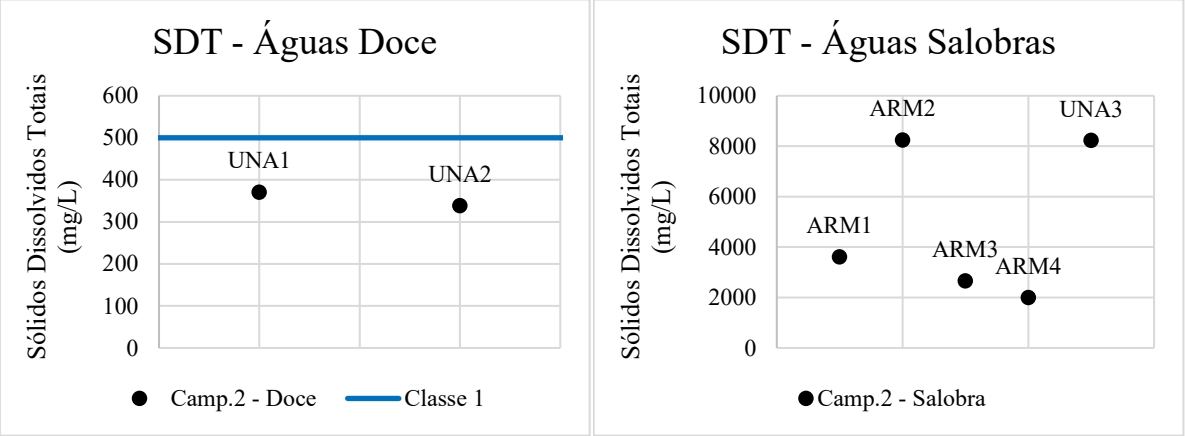


Figura 9.23 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 define como limite máximo para águas doces o valor de 500 mg/L de SDT. Os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro do limite estabelecido. Para águas salobras, a resolução não dispõe sobre limites quantitativos, apontando, entretanto, que o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Temperatura

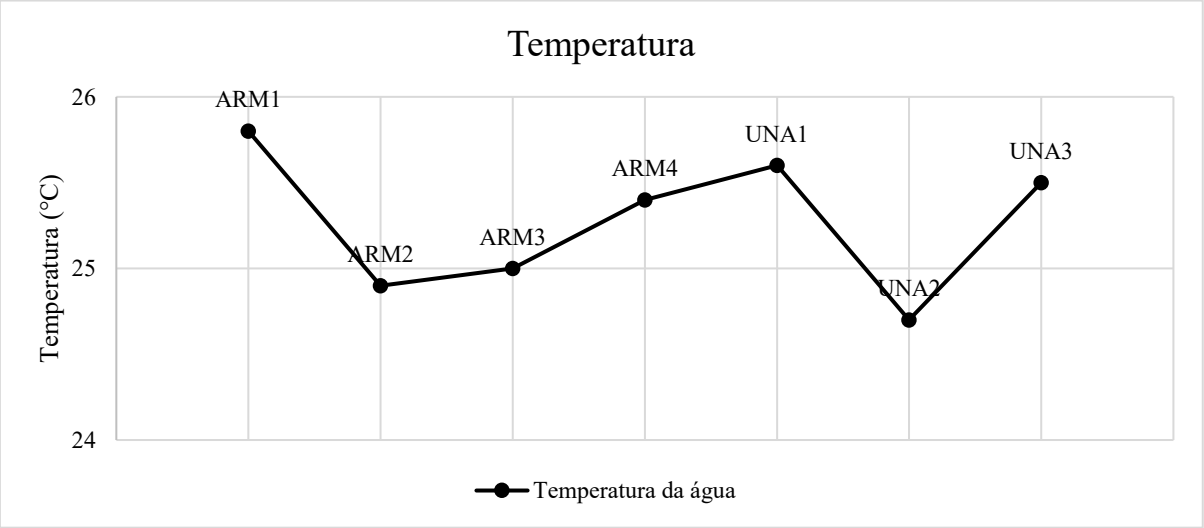


Figura 9.24 – Valores de temperatura da água registrados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A temperatura é um parâmetro utilizado para o cálculo do IQA-NSF para compor o cálculo do índice de forma associativa aos outros parâmetros e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos. Ressalta-se que não foram realizadas medições da temperatura do ar.

Coliformes Termotolerantes

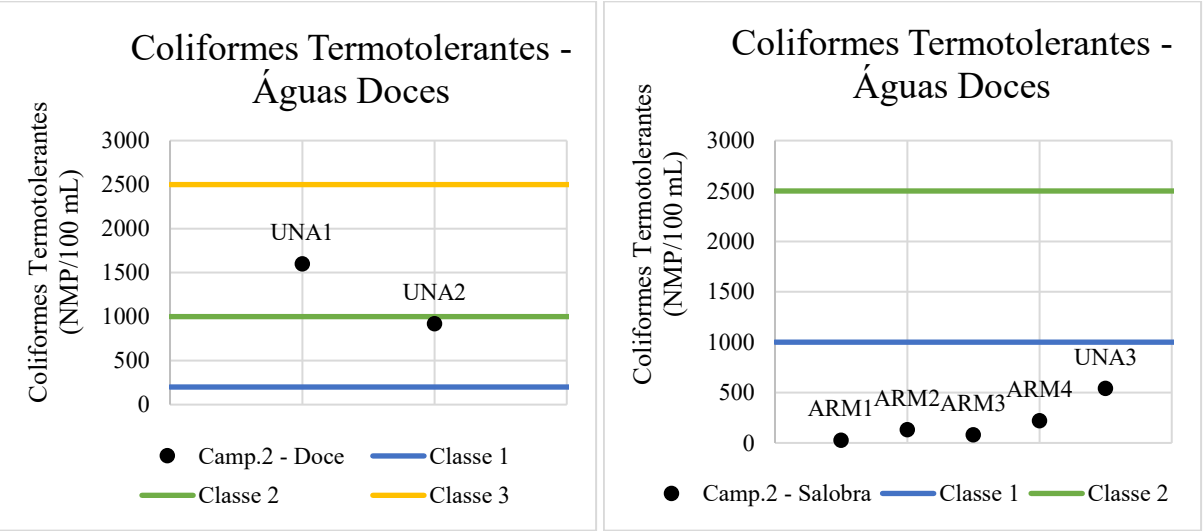


Figura 9.25 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na segunda campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para coliformes termotolerantes em águas doces, o ponto UNA2 ficou dentro da Classe 1 e o ponto UNA1 dentro da Classe 2. Nas águas salobras, todos os pontos ficaram dentro do limite da Classe 1.

9.1.2.2.2 Descarga Líquida

UNA 1

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando molinete, resultando em uma descarga liquida de 0,026 m³/s, com uma profundidade média de 0,12 metros da seção de medição. A **Figura 9.26** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

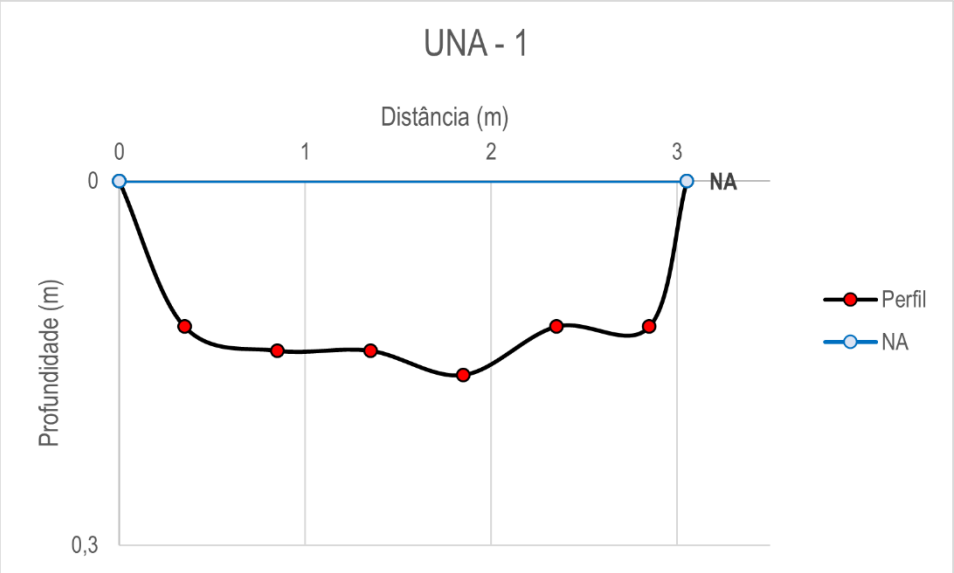


Figura 9.26. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Segunda Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 2

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 0,063 m³/s, com uma profundidade média de 0,96 metros da seção de medição. A **Figura 9.27** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

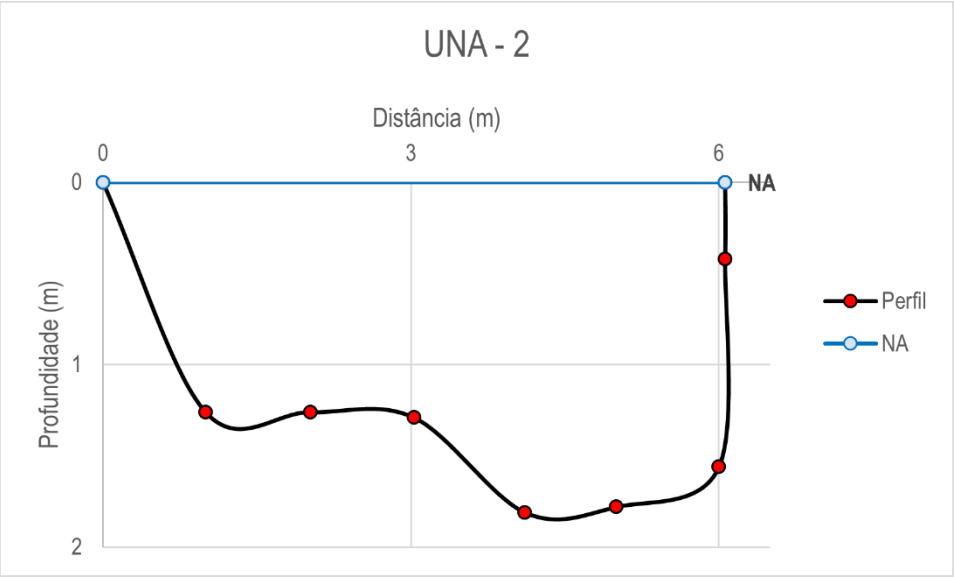


Figura 9.27. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Segunda Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 3

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 1,034 m³/s, com uma profundidade média de 0,541 metros da seção de medição. A **Figura 9.28** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

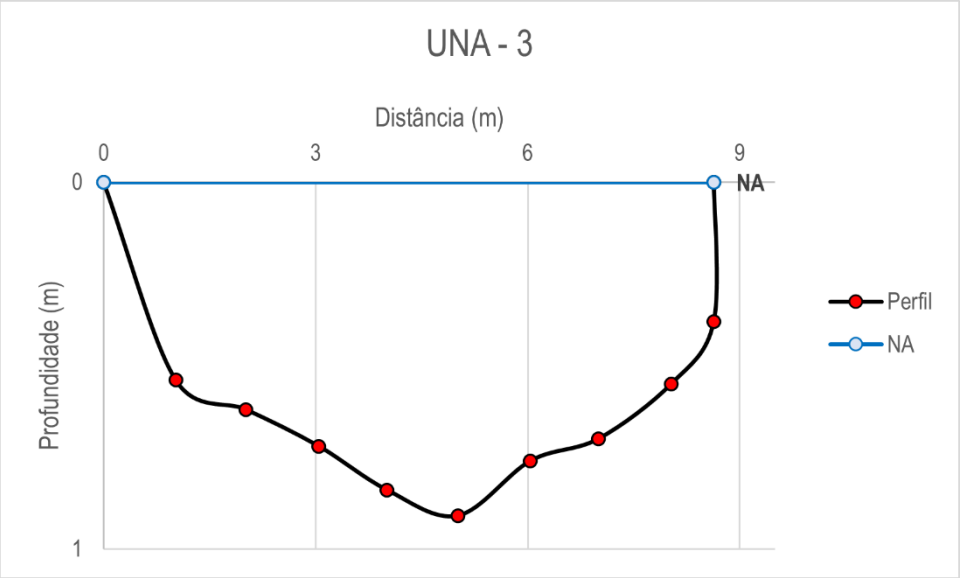


Figura 9.28. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Segunda Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.3 Terceira campanha – dez/2023

A terceira campanha foi realizada no dia 14 de dezembro de 2023 pela equipe de campo da contratada. Foram realizadas medições de vazão, avaliação de parâmetros da qualidade da água e a coleta de amostras de água nesse local, conforme apresentado nos registros fotográficos.

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
AMR 3

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
AMR 3

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
AMR 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
AMR 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
UNA 01

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
14/12/2023
UNA 01

Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.3.1 Parâmetros de Qualidade

A partir dos valores de salinidade, classificou-se os pontos conforme apresenta a Tabela 9.21, de acordo com a CONAMA 357/2005. Destaca-se que o monitoramento complementar é pontual espacialmente e temporalmente, de forma que tal classificação pode variar para cada ponto entre as campanhas. Entretanto, a classificação quanto a salinidade se faz essencial para que seja possível avaliar os demais parâmetros quanto as classes da legislação supracitada. Nesta campanha, houve a alteração da classificação quanto a salinidade para o ponto ARM1 passando a ser classificado e avaliado nos demais parâmetros como Água Doce.

Tabela 9.21 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na terceira campanha.

Ponto	Ambiente	Salinidade medida (‰)	Classificação na campanha 3
UNA1	Lótico	0.28	Doce
UNA2	Lótico	0.24	Doce
UNA3	Lótico	12.19	Salobra
ARM1	Lêntico	0.01	Doce
ARM2	Lêntico	6.81	Salobra
ARM3	Lêntico	1.99	Salobra
ARM4	Lêntico	1.36	Salobra

Fonte: Elaboração própria.

Oxigênio Dissolvido

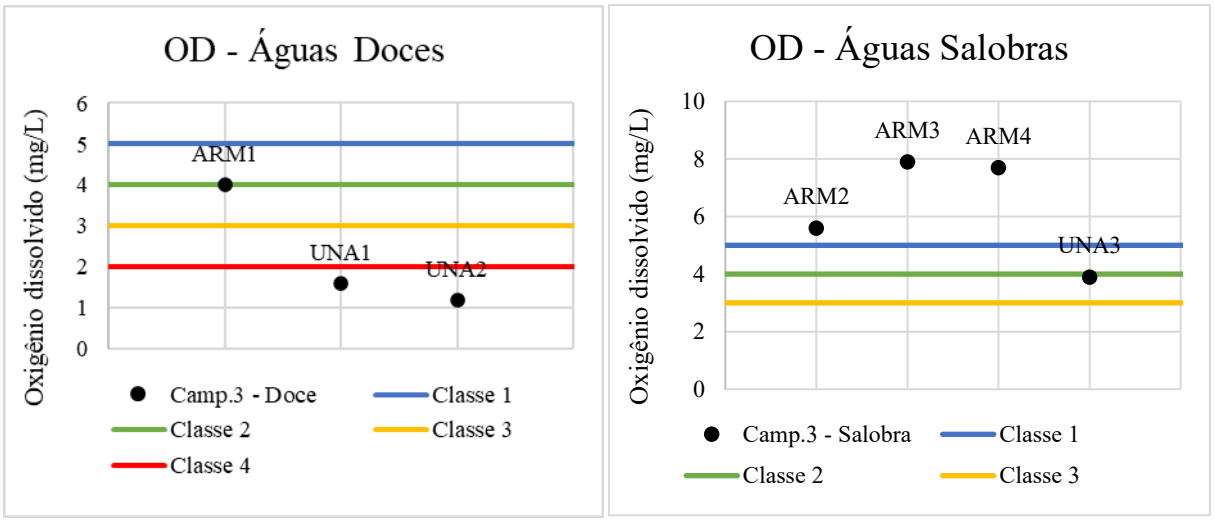


Figura 9.29 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Nas águas doces, ARM1 ficou como Classe 2, UNA1 e UNA2 como Classe 4 de OD. Nas águas salobras, os pontos ficaram com Classe 1, com exceção do ponto UNA3 que ficou como Classe 3.

Demanda Bioquímica de Oxigênio

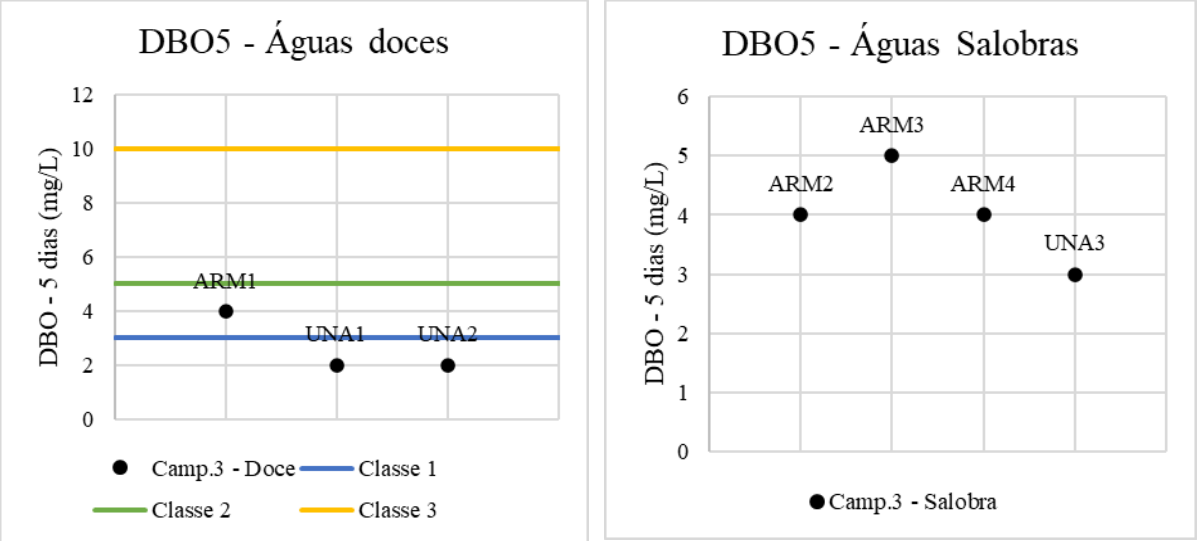
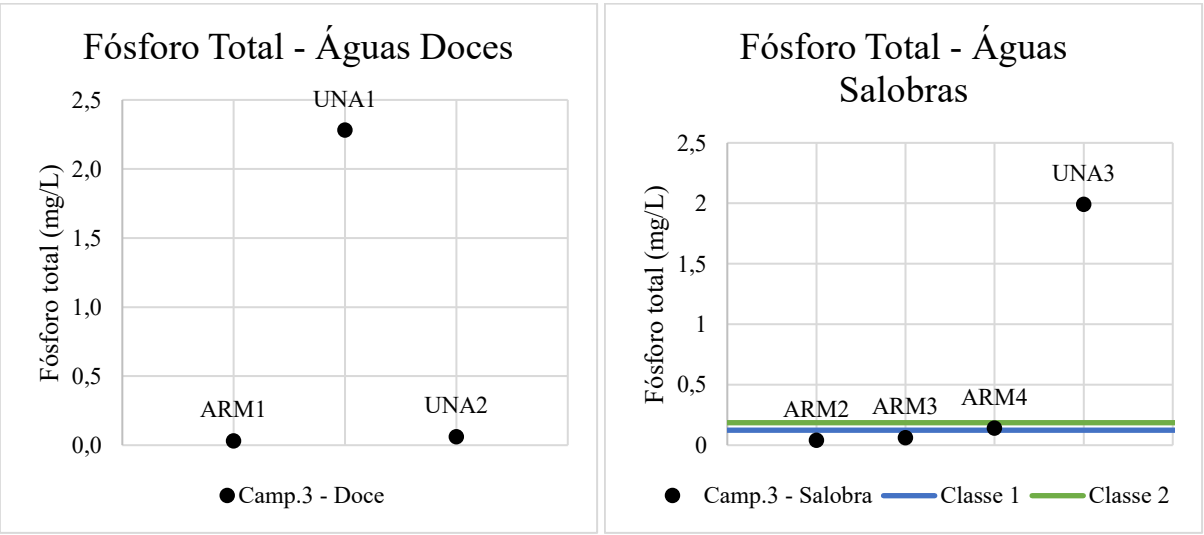


Figura 9.30 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na terceira campanha.

Para DBO5, os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro da Classe 1 e o ponto ARM1 ficou dentro dos limites da Classe 2. Ressalta-se que a Resolução CONAMA 357/2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente não especifica os limites das classes para águas salobras, portanto, estes **não foram considerados na análise.**

Fósforo Total



Para o parâmetro Fósforo Total em águas doces existe diferença entre os ambientes lóticos e lênticos, sendo, respectivamente, Classe 1: 0,1 mg/L; 0,020 mg/L, Classe 2: 0,1 mg/L; 0,03 mg/L; Classe 3: 0,15 mg/L; 0,05 mg/L; Classe 4: >0,15 mg/L; >0,05 mg/L.

Figura 9.31 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

O ponto ARM1 está localizado em um ambiente lêntico, já os pontos UNA1 e UNA2 estão localizados em um ambiente lótico. Na campanha 3, ARM1 ficou dentro da Classe 2, o ponto UNA2 dentro da Classe 1 e o ponto UNA1 Classe 4. Os pontos de água salobra tiveram a seguinte classificação: ARM2 e ARM3 dentro da Classe 1; ARM4 dentro da Classe 2 e UNA3 dentro da Classe 3.

Nitrato

Tabela 9.22 - Valores de Nitrato na terceira campanha.

Pontos	Classificação na campanha 3	Valores de Nitrato (mg/L)
UNA1	Doce	0.24
UNA2	Doce	0.35
UNA3	Salobra	0.08
ARM1	Doce	<0,05
ARM2	Salobra	0.38
ARM3	Salobra	0.14
ARM4	Salobra	0.1

Fonte: Elaboração própria.

Para Nitrato, a Resolução CONAMA 357/2005 define como valor máximo 10 mg/L para todas as classes de águas doces, assim, os pontos ARM1, UNA1 e UNA2 estão dentro do limite máximo estabelecido. Para águas salobras, a resolução define como Classe 1 o valor máximo de 0,4 mg/L e Classe 2 até 0,7 mg/L, portanto, todos os pontos de águas salobras ficaram dentro do limite da Classe 1.

pH

Tabela 9.23 - Valores de pH na terceira campanha.

Pontos	Classificação na campanha 3	pH	Classificação do pH
UNA1	Doce	7,37	Levemente básico
UNA2	Doce	7,51	Levemente básico
UNA3	Salobra	7,25	Levemente básico
ARM1	Doce	9,39	Básico
ARM2	Salobra	8,75	Básico
ARM3	Salobra	7,82	Levemente básico
ARM4	Salobra	8,73	Básico

Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o intervalo de ph de 6 a 9 para águas doces. Os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro do limite da resolução. Para águas salobras, a legislação dispõe os intervalos de 6,5 a 8,5 como Classe 1 e 2, e de 5 a 9 como Classe 3. Assim, os pontos

UNA3 e AMR3, ficaram dentro da Classe 1, os pontos ARM2 e ARM4 dentro da Classe 3, e o ponto ARM1 ficou fora dos limites estabelecidos. Ressalta-se que o pH é um parâmetro utilizado como suporte para avaliação dos demais dados e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Turbidez

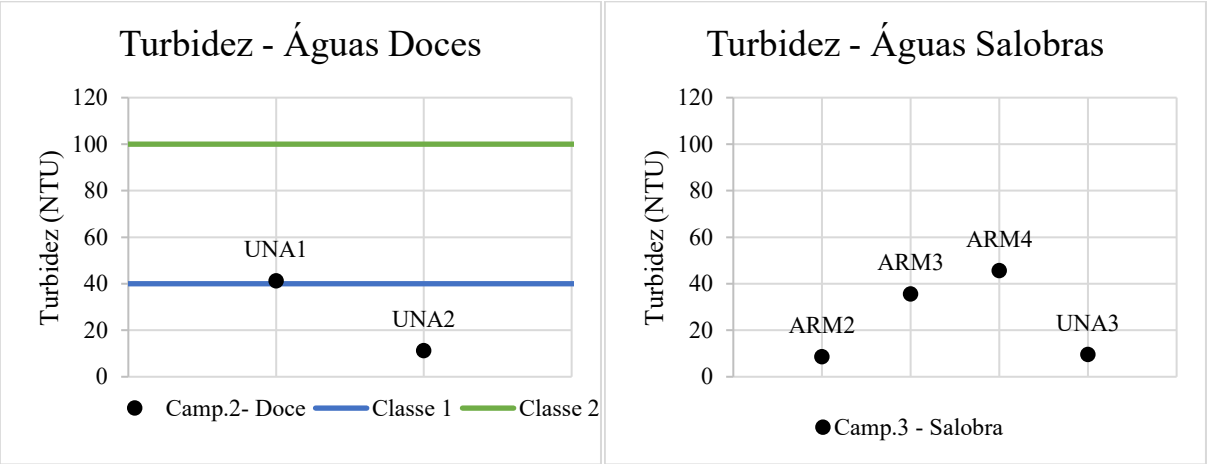


Figura 9.32 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para turbidez em águas doces, o ponto UNA2 ficou dentro da Classe 1 e o ponto UNA1 ficou dentro da Classe 2. A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula limites entre as classes para turbidez em águas salobras, apontando, entretanto, que, para Classe 1, o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão.

Sólidos Dissolvidos Totais

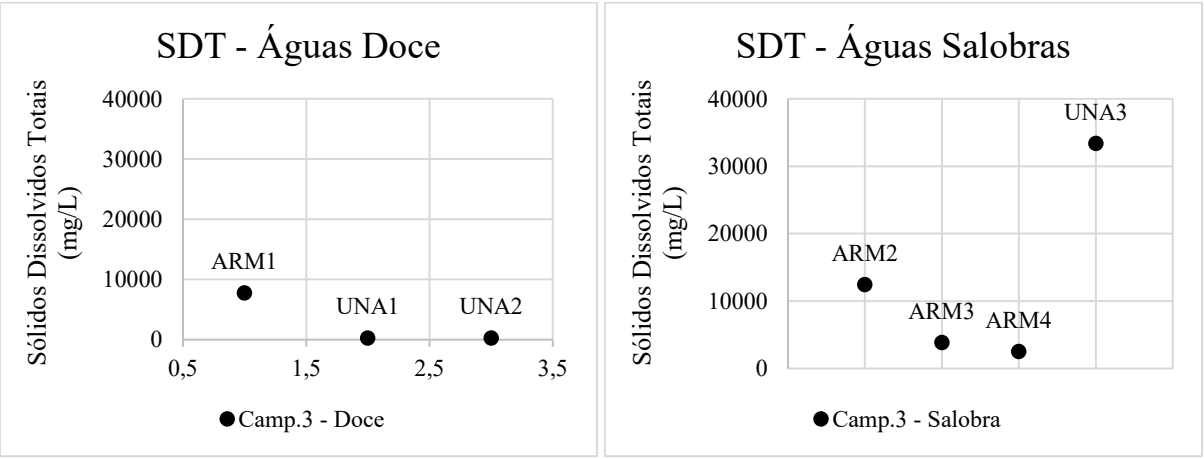


Figura 9.33 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 define como limite máximo para águas doces o valor de 500 mg/L de SDT. Os pontos UNA1 e UNA2 ficaram dentro do limite e o ponto ARM1 ficou acima da legislação. Para águas salobras, a resolução não dispõe sobre limites quantitativos, apontando, entretanto, que o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível pela visão, olfato ou paladar.

Temperatura

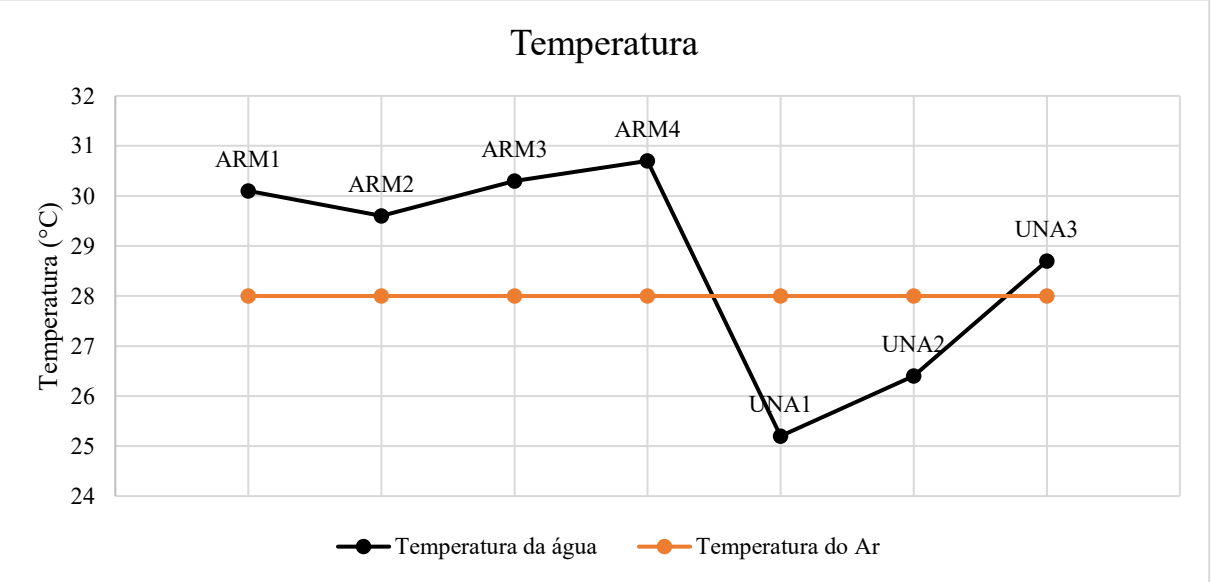
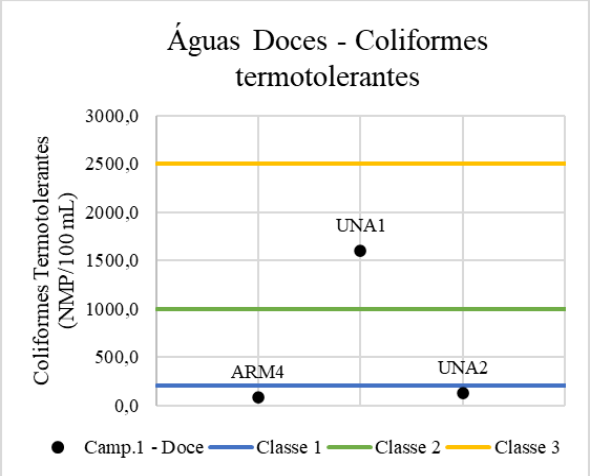


Figura 9.34 – Valores de temperatura da água e do ar registrados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A temperatura é um parâmetro utilizado para o cálculo do IQA-NSF para compor o cálculo do índice de forma associativa aos outros parâmetros e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Coliformes Termotolerantes



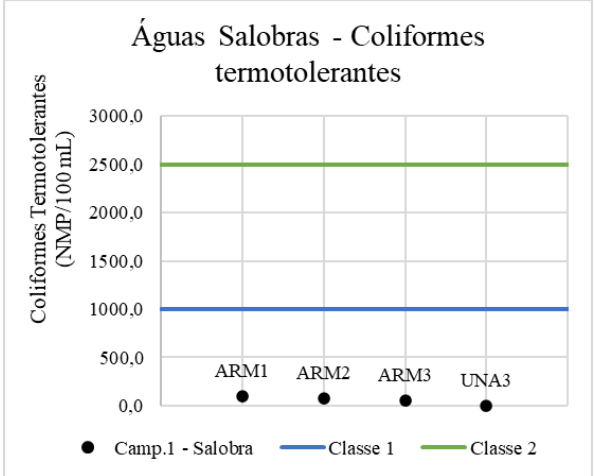


Figura 9.35 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na terceira campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 define como limite máximo para águas doces o valor de 200 NMP/100ml para a Classe 1, 1000 NMP/100ml para a Classe 2 e 2500 NMP/100ml para a Classe 3. Já os limites estabelecidos para águas salobras, são 1000 NMP/100ml para Classe 1, 2500 para a Classe 2 e 4000 para a Classe 3. Para coliformes termotolerantes em águas doces e salobras, os pontos analisados permaneceram dentro da Classe 1.

9.1.2.3.2 Descarga Líquida

UNA 1

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando molinete, resultando em uma descarga liquida de 0,028 m³/s, com uma profundidade média de 0,14 metros da seção de medição. A **Figura 9.36** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

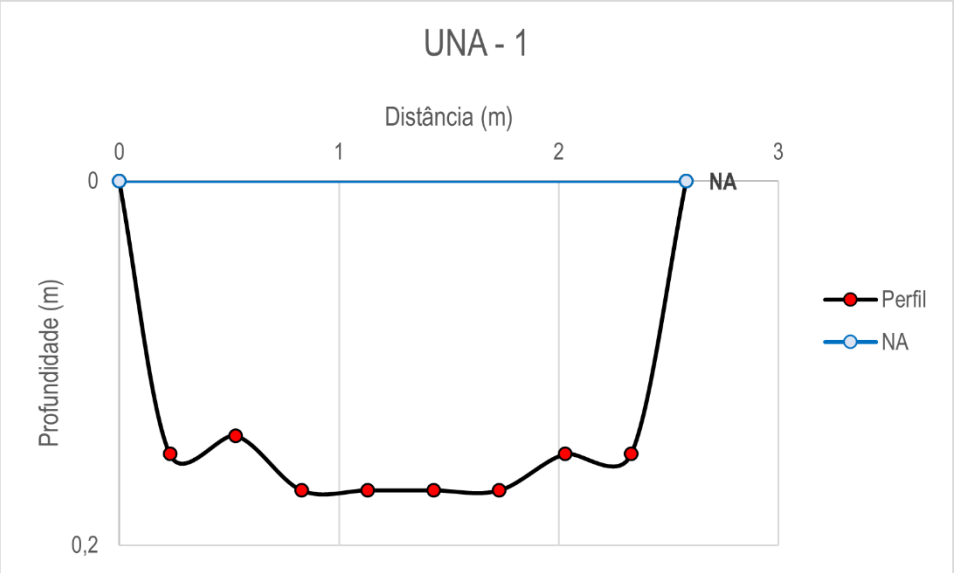


Figura 9.36. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Terceira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 2

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 0,015 m³/s, com uma profundidade média de 0,696 metros da seção de medição. A **Figura 9.37** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

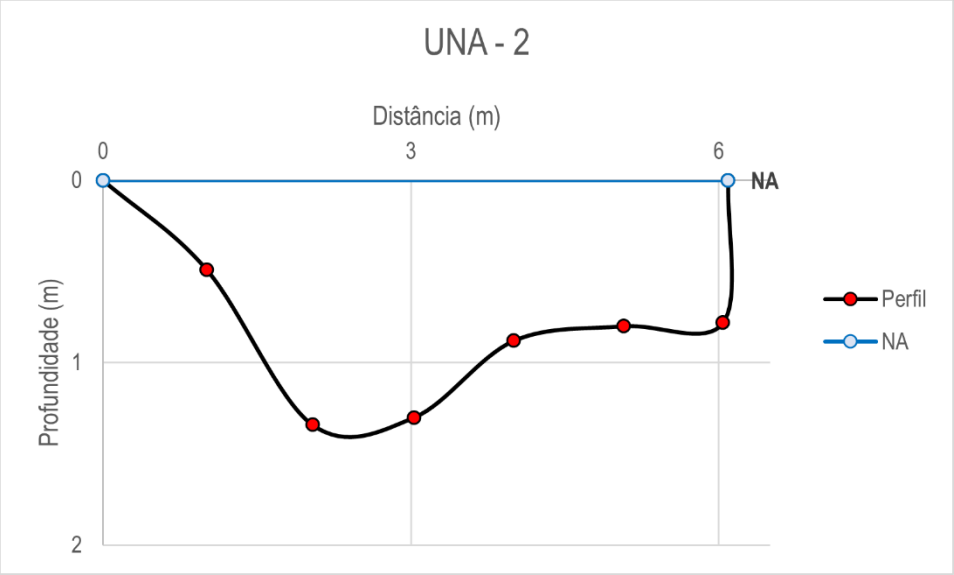


Figura 9.37. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Terceira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 3

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 1,050 m³/s, com uma profundidade média de 0,52 metros da seção de medição. A **Figura 9.38** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

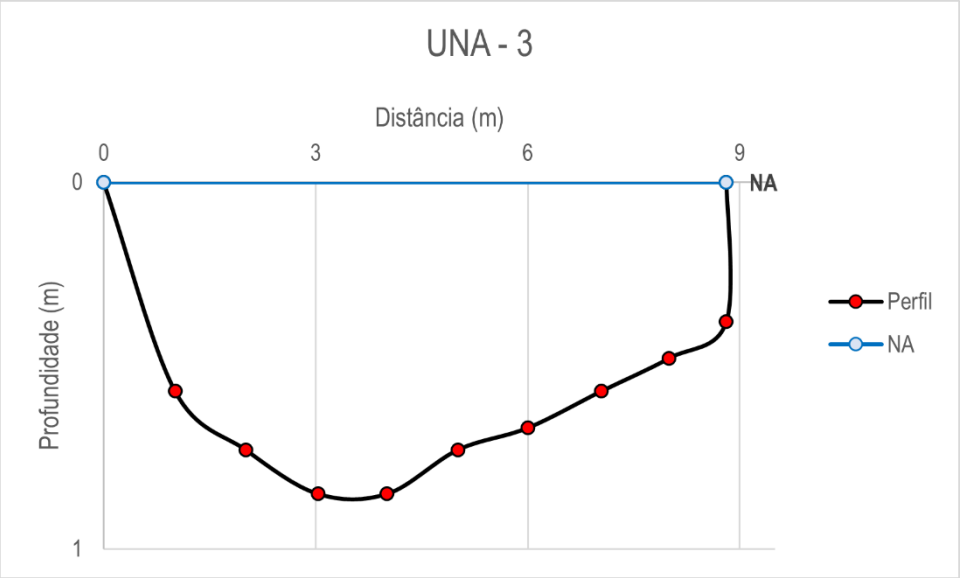


Figura 9.38. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Terceira Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.4 Quarta campanha – mar/2024

A quarta campanha foi realizada no dia 28 de março de 2024 pela equipe de campo da contratada. Foram realizadas medições de vazão, avaliação de parâmetros da qualidade da água e a coleta de amostras de água nesse local, conforme apresentado nos registros fotográficos.

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM3
28/03/2024

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM3
28/03/2024

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM4
28/03/2024

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
ARM4
28/03/2024

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL
OCEANUS
UNA1
28/03/2024

28/03/2024 16:11
22,7090S 42,2490W

Fonte: Elaboração própria.

9.1.2.4.1 Parâmetros de Qualidade

A partir dos valores de salinidade, classificou-se os pontos conforme apresenta a Tabela 9.24, de acordo com a CONAMA 357/2005. Destaca-se que o monitoramento complementar é pontual espacialmente e temporalmente, de forma que tal classificação pode variar para cada ponto entre as campanhas. Entretanto, a classificação quanto a salinidade se faz essencial para que seja possível avaliar os demais parâmetros quanto as classes da legislação supracitada.

Tabela 9.24 - Classificação dos pontos quanto a salinidade de acordo com a CONAMA 357/2005 na quarta campanha.

Ponto	Ambiente	Salinidade medida (‰)	Classificação na campanha 4
UNA1	Lótico	47	Salina
UNA2	Lótico	37,8	Salina
UNA3	Lótico	29,1	Salobra
ARM1	Lêntico	13,3	Salobra

Ponto	Ambiente	Salinidade medida (‰)	Classificação na campanha 4
ARM2	Lêntico	11	Salobra
ARM3	Lêntico	25,4	Salobra
ARM4	Lêntico	40,4	Salina

Fonte: Elaboração própria.

Oxigênio Dissolvido

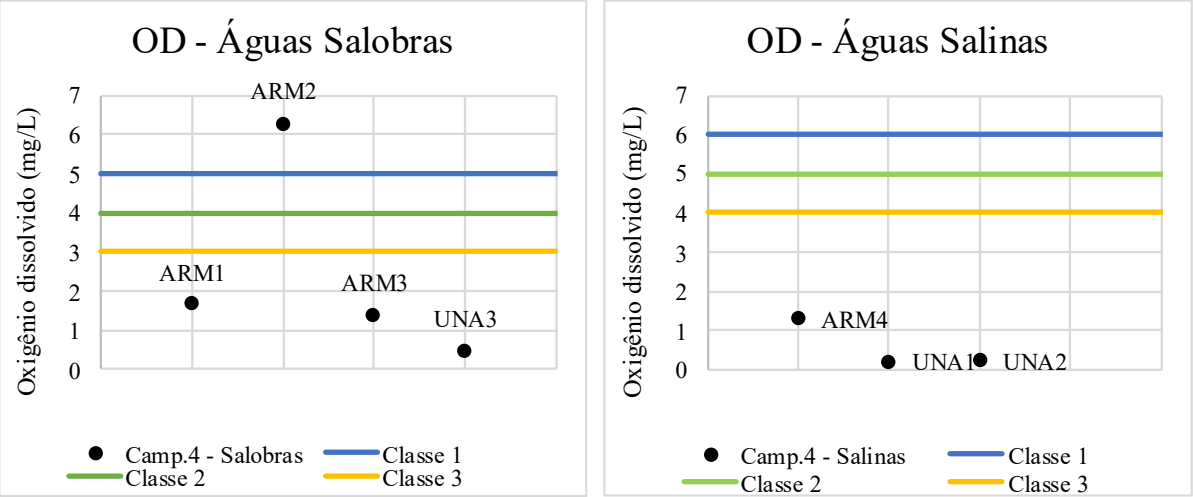
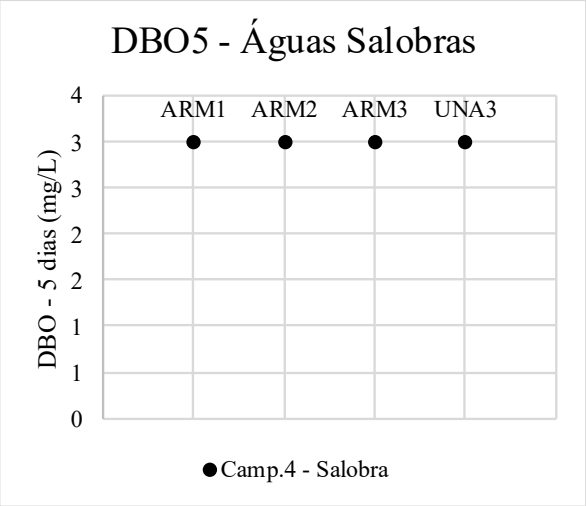


Figura 9.39 - Resultados do parâmetro OD dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Referente às águas salobras, os pontos ARM1, ARM3 e UNA3 foram classificados como Classe 3 e o ponto ARM2 como Classe 1. Já para águas salinas, todos os pontos foram classificados como Classe 3, sendo estes os pontos ARM4, UNA1 e UNA2.

Demanda Bioquímica de Oxigênio



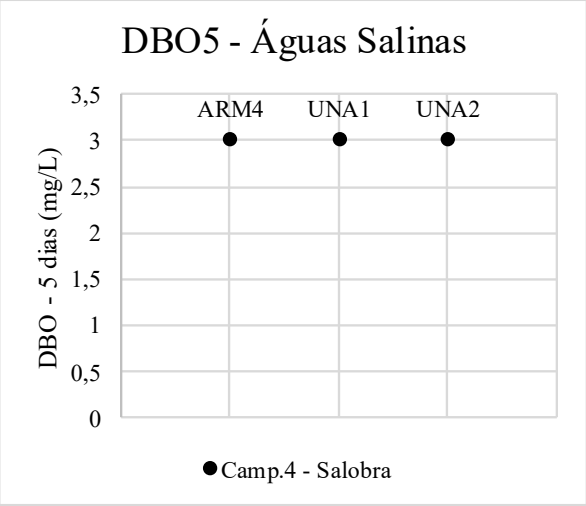
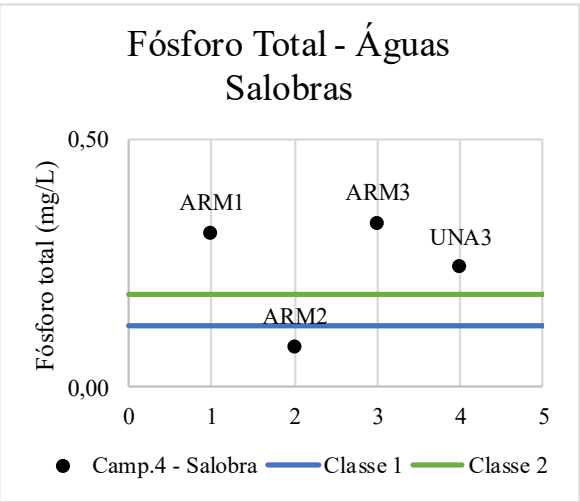


Figura 9.40 - Resultados do parâmetro DBO5 dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Os pontos ARM1, ARM2, ARM3 e UNA3 foram classificados em águas salobras, já os pontos ARM4, UNA1 e UNA2, em águas salinas. Todos os pontos apresentaram o mesmo valor de DBO na quarta campanha. Ressalta-se que a Resolução CONAMA 357/2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente não especifica os limites das classes para águas salobras e salinas, portanto, estes não foram considerados na análise.

Fósforo Total



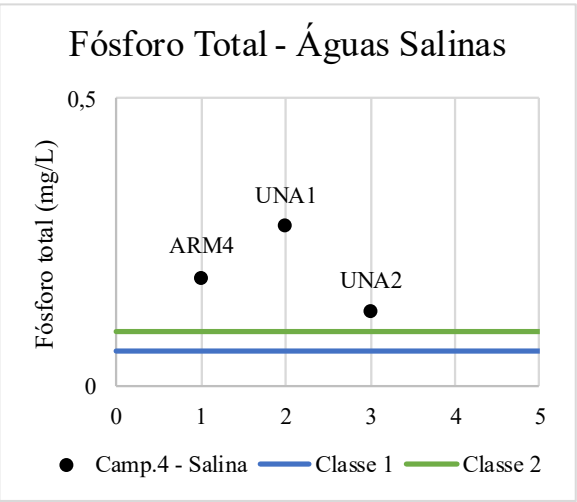


Figura 9.41 - Resultados do parâmetro Fósforo Total dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Na quarta campanha, o ponto ARM2 foi enquadrado na Classe 1 e os pontos ARM1, ARM3 e UNA3 foram classificados na Classe 2 para águas salobras. Já os pontos ARM4, UNA1 e UNA2 foram classificados como Classe 2, para águas salinas.

Nitrato

Tabela 9.25 - Valores de Nitrato na quarta campanha.

Pontos	Classificação na campanha 4	Valores de Nitrato (mg/L)
UNA1	Salina	0,32
UNA2	Salina	0,27
UNA3	Salobra	0,17
ARM1	Salobra	0,12
ARM2	Salobra	0,19
ARM3	Salobra	0,06
ARM4	Salina	0,15

Fonte: Elaboração própria.

Para o Nitrato, a Resolução CONAMA 357/2005 define como Classe 1 o valor máximo de 0,4 mg/L e Classe 2 até 0,7 mg/L, para águas salinas e salobras. Portanto, todos os pontos ficaram dentro do limite da Classe 1.

pH

Tabela 9.26 - Valores de pH na quarta campanha.

Pontos	Classificação na campanha 4	pH	Classificação do pH
UNA1	Salina	6,97	Levemente básico
UNA2	Salina	7,64	Levemente básico
UNA3	Salobra	6,48	Levemente básico
ARM1	Salobra	8,06	Básico
ARM2	Salobra	7,95	Levemente básico
ARM3	Salobra	7,25	Levemente básico
ARM4	Salina	7,75	Levemente básico

Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 define que, para águas salinas e salobras de Classe 1, o pH deve estar entre 6,5 e 8,5. Todos os pontos apresentaram valores dentro desse intervalo na quarta campanha. Ressalta-se que o pH é um parâmetro utilizado como suporte para avaliação dos demais dados e, assim como os demais, não deve ser utilizado como informação isolada para determinação das classes dos pontos.

Turbidez

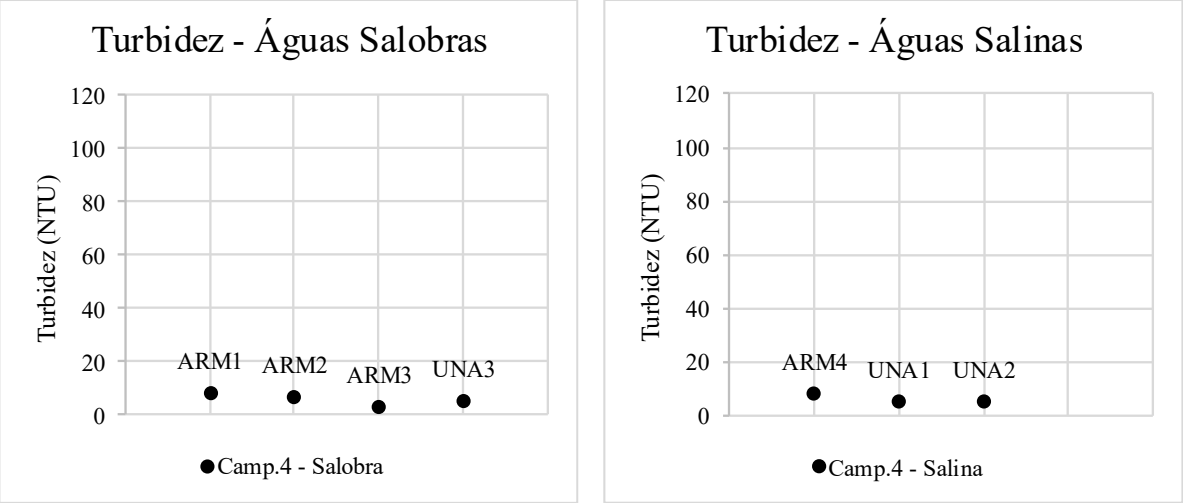


Figura 9.42 - Resultados do parâmetro Turbidez dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao parâmetro de turbidez, os pontos analisados foram classificados como águas salobras e salinas. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites entre as classes para a turbidez nesses tipos de águas, mas indica que, para a Classe 1, o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível visualmente.

Sólidos Dissolvidos Totais

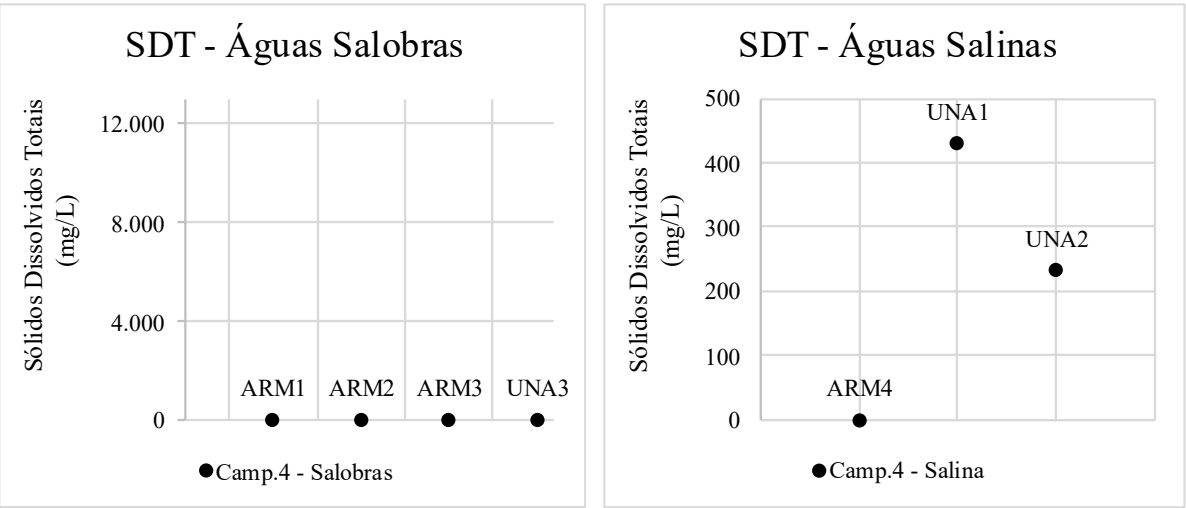


Figura 9.43 - Resultados do parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao parâmetro de sólidos dissolvidos totais, os pontos analisados foram classificados como águas salobras e salinas. A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limites entre as classes para este parâmetro, nesses tipos de águas. mas indica que, para a Classe 1, o parâmetro deve estar virtualmente ausente, ou seja, não perceptível visualmente.

Temperatura

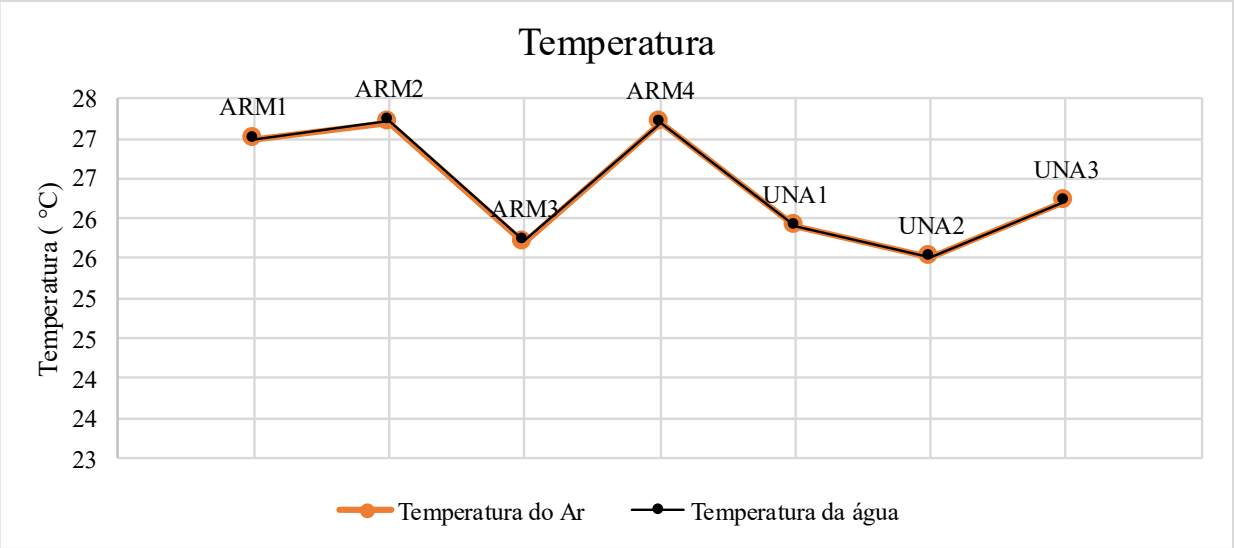


Figura 9.44 – Valores de temperatura da água e do ar registrados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A temperatura é um parâmetro utilizado para o cálculo do IQA-NSF para compor o cálculo do índice de forma associativa aos outros parâmetros e, assim como os demais, não deve ser utilizado como **informação isolada para determinação das classes dos pontos.**

Coliformes Termotolerantes

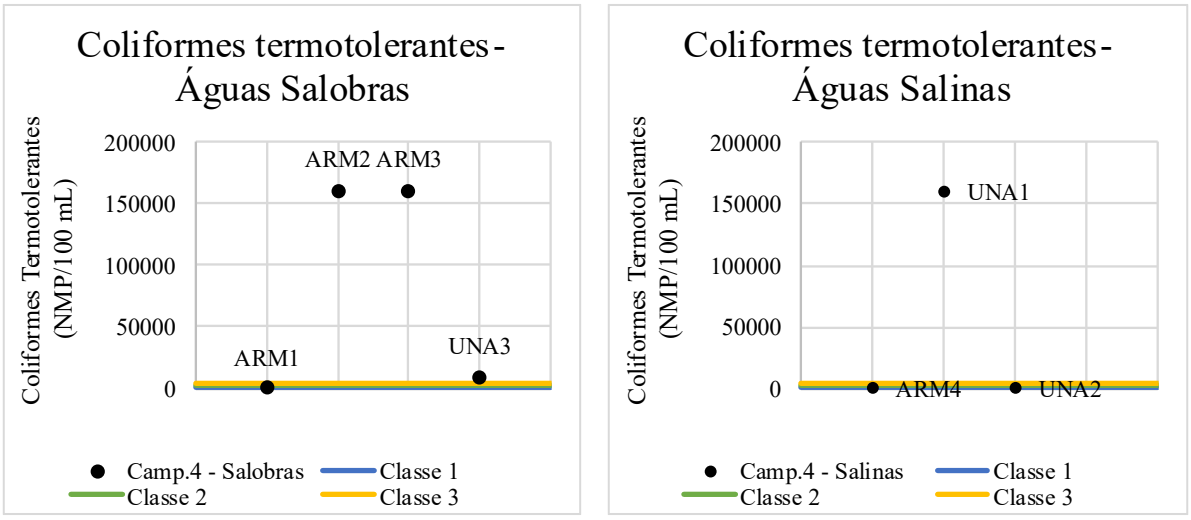


Figura 9.45 - Resultados do parâmetro Coliformes Termotolerantes dos pontos monitorados na quarta campanha.
Fonte: Elaboração própria.

A Resolução CONAMA 357/2005 define como limite máximo para águas salinas e salobras o valor de 1000 NMP/100ml para a Classe 1, 2500 NMP/100ml para a Classe 2 e 4000 NMP/100ml para a Classe 3.

Para o parâmetro de coliformes termotolerantes, o ponto ARM1 ficou classificado como classe 1, os pontos ARM4 e UNA2 foram classificados como Classe 2 e os pontos ARM2, ARM3, UNA1 e UNA3 foram classificados como Classe 3.

9.1.2.4.2 Descarga Líquida

UNA 1

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando molinete, resultando em uma descarga liquida de 0,282 m³/s, com uma profundidade média de 0,18 metros da seção de medição. A **Figura 9.46** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

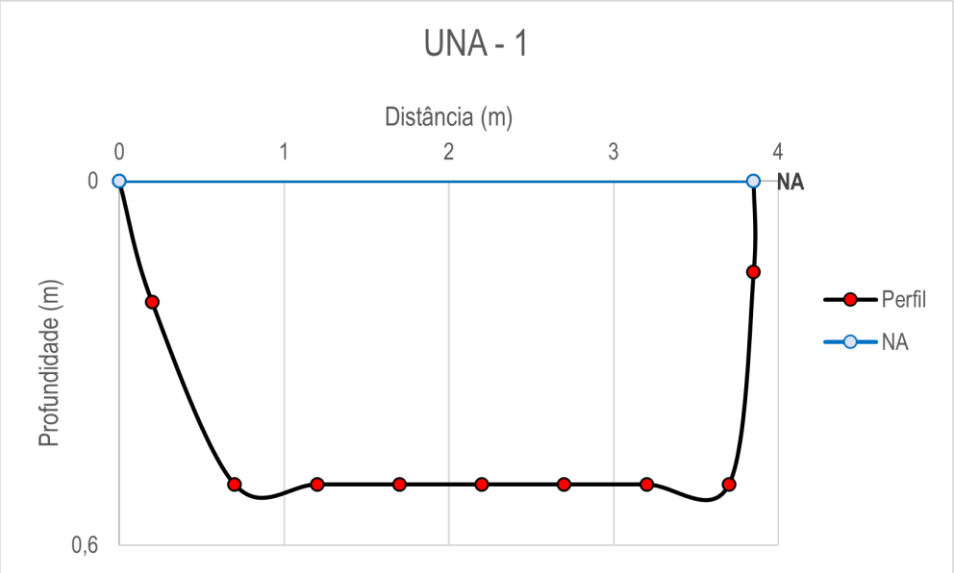


Figura 9.46. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Quarta Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 2

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 1,318 m³/s, com uma profundidade média de 0,66 metros da seção de medição. A **Figura 9.47** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

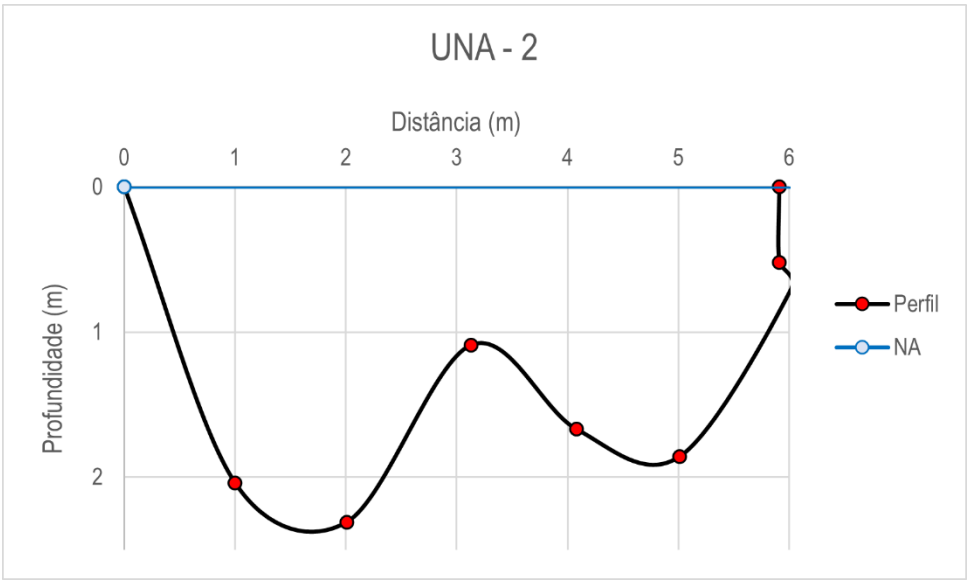


Figura 9.47. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 1 – Quarta Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

UNA 3

A medição de descarga líquida foi realizada utilizando ADCP M9, resultando em uma descarga liquida de 4,822 m³/s, com uma profundidade média de 0,66 metros da seção de medição. A **Figura 9.48** apresenta o perfil batimétrico das seções medidas.

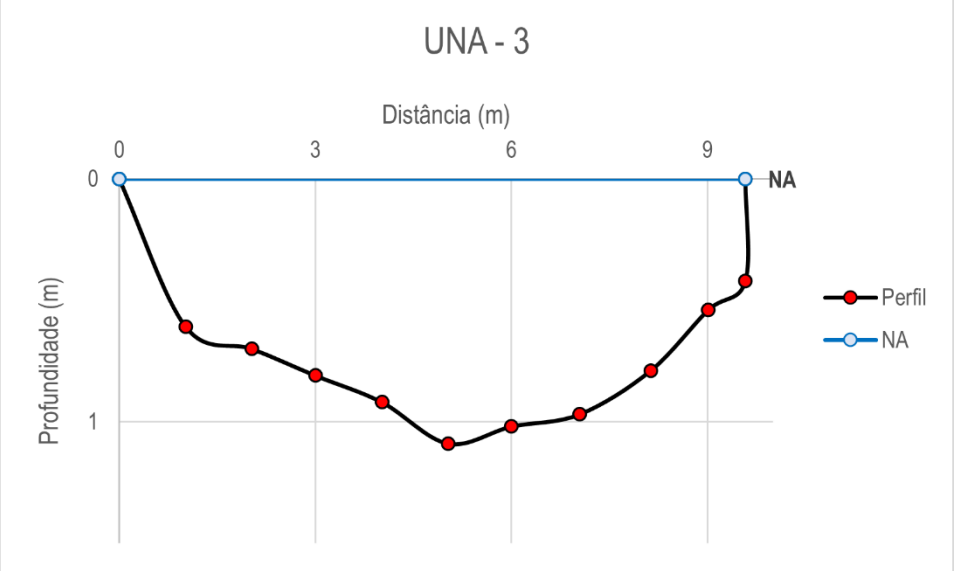


Figura 9.48. Perfil batimétrico da seção de medição do ponto UNA 3 – Quarta Campanha.
Fonte: Elaboração própria.

Para as campanhas de monitoramento complementar, propôs-se que as coletas fossem espaçadas igualmente e realizadas a cada três meses de modo a perfazer um ano. Desta maneira tornou-se possível captar as possíveis alterações dos parâmetros avaliados no período úmido e seco, respectivamente, de maior e menor vazão nos rios. Ademais, é importante ressaltar que este plano de coletas foi elaborado no contexto deste estudo, podendo ser adaptado e atualizado em novas situações. Foram realizadas quatro campanhas de monitoramento, no período de julho de 2023 a março de 2024.

O monitoramento complementar foi realizado em três pontos da UHP-d e quatro pontos da UHP-g, apresentados nos mapas anteriores. A metodologia utilizada para cada uma das coletas, bem como os resultados parciais de cada campanha são expostos em detalhe no relatório do Plano Complementar de Monitoramento, que pode ser consultado para mais informações.

9.1.3 Análise Crítica

Os resultados das análises de qualidade da água realizadas contemplam 4 campanhas de medição contendo os 9 parâmetros necessários para realização do IQA. Os resultados foram compilados em gráficos de frequências dos parâmetros em cada uma das classes da CONAMA 357. A seguir, estão apresentados os resultados das análises de frequências de classes. Após, estão compilados dos resultados de forma descritiva.

9.1.3.1.1 Análise da frequência de classes

A figura abaixo apresenta a frequência das classes de salinidade nos pontos de monitoramento da qualidade da água. Os pontos UNA3, ARM2 e ARM3 apresentaram 100% de ocorrência na classe "Salobra". Os pontos UNA1 e UNA2 registraram 75% na classe "Doce" e 25% na classe "Salina". O ponto ARM1 teve 25% de ocorrência na classe "Doce" e 75% na classe "Salobra". Já o ponto ARM4 apresentou 50% para a classe "Salobra", 25% para "Doce" e 25% para "Salina". O que demonstra na prática que, a salinidade alterou-se conforme o período da campanha. Ressalta-se que, medições pontuais de parâmetros de qualidade da água possuem significativas limitações de avaliação, ou seja, é necessário avaliar uma série histórica consistente para concluir avaliações de qualidade da água.

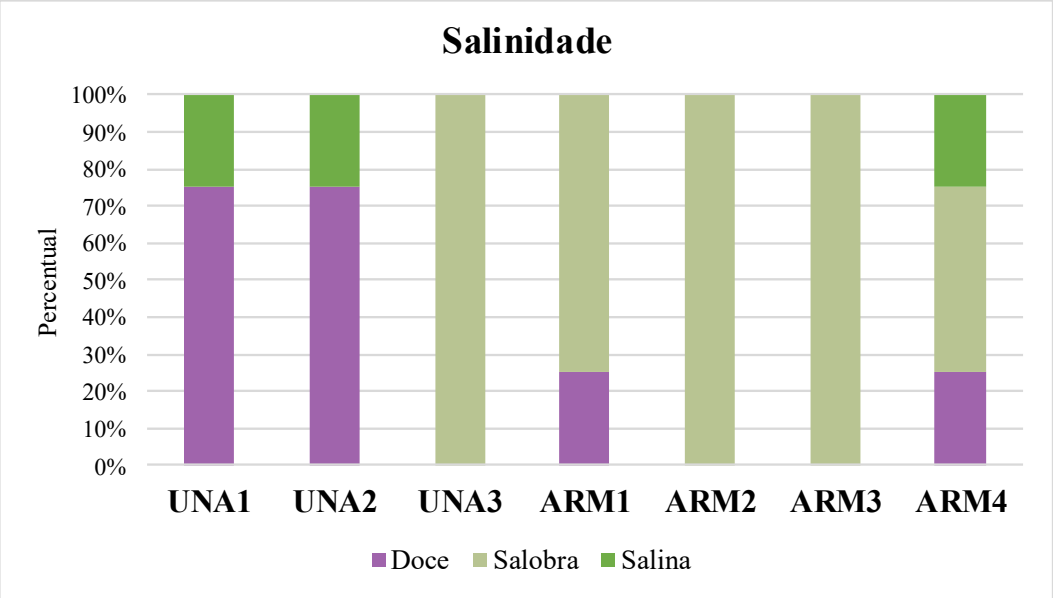


Figura 9.49 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Salinidade.
Fonte: Elaboração própria.

O parâmetro Oxigênio Dissolvido apresentou classificação distinta principalmente em relação a localização e classificação de salinidade dos pontos. Os pontos localizados na UHP-d apresentaram os pontos com piores classes, sendo que os pontos de salinidade Doce apresentaram amostragens pertencentes a Classe 4. Os pontos localizados na UHP-g estiveram na grande maioria dos casos dentro da Classe 1, sendo apenas um ponto pertencente a Classe 2.

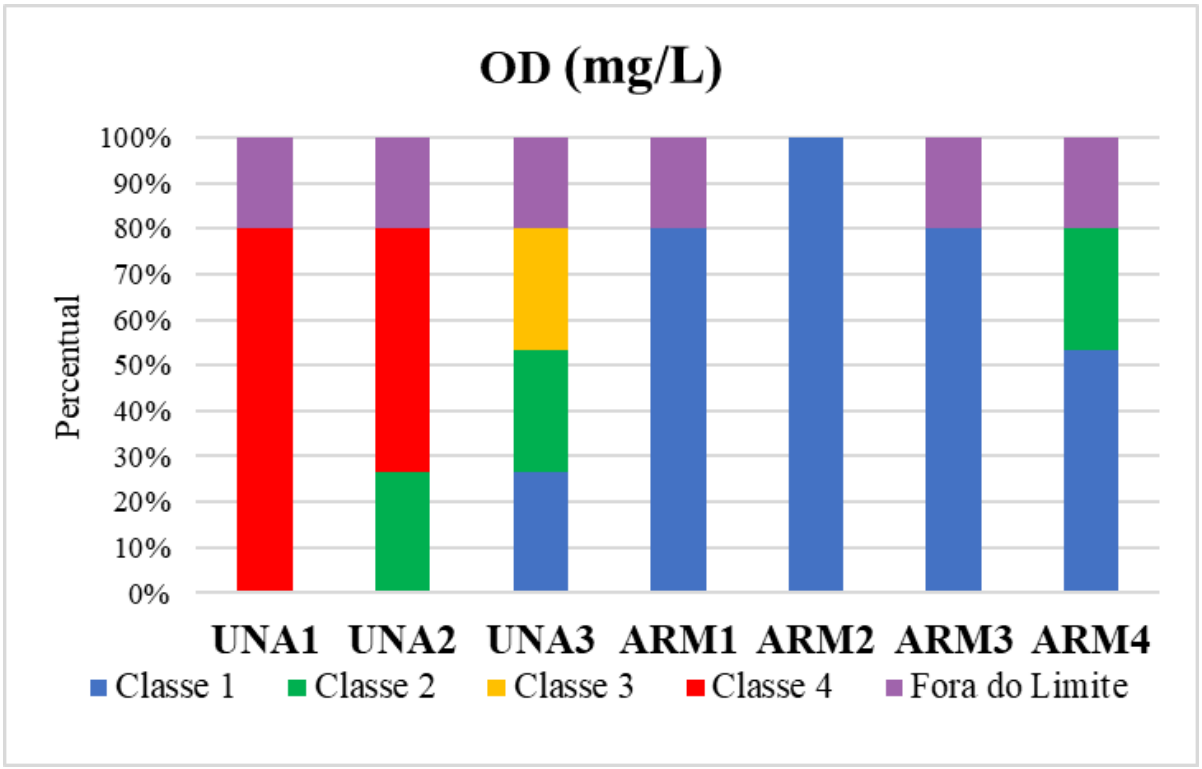


Figura 9.50 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.
Fonte: Elaboração própria.

As classes do parâmetro DBO são referentes apenas as amostragens realizadas em locais de águas doces. Não foi possível observar tendências nos resultados obtidos. Entretanto, apenas a campanha 3, realizada durante o mês de dezembro obteve medições classificadas como Classe 1 para este parâmetro.

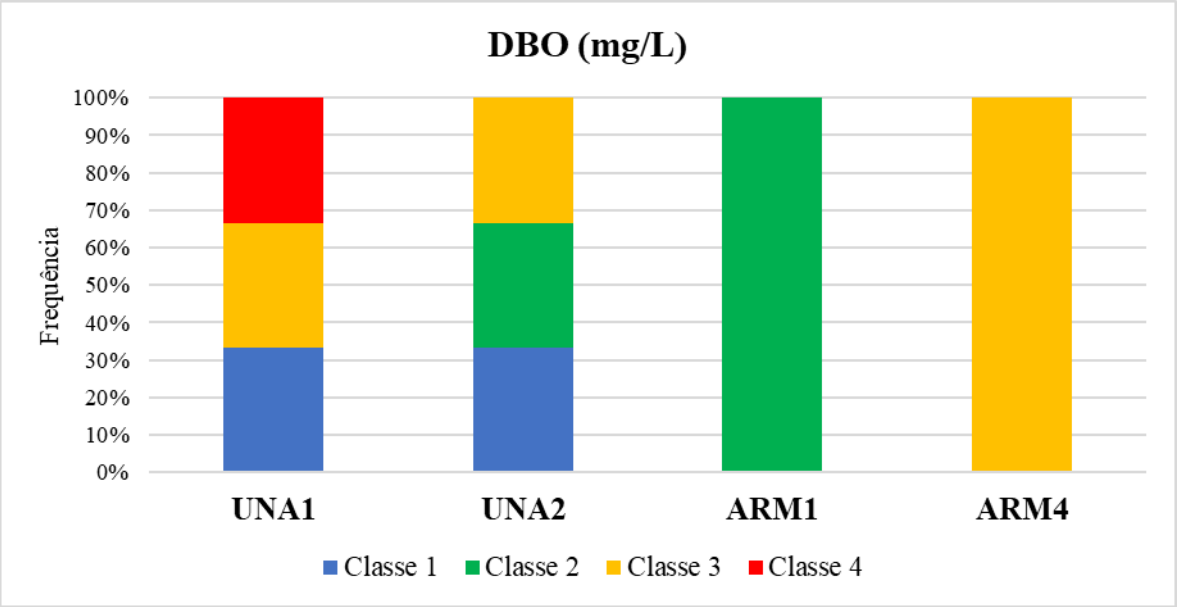


Figura 9.51 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Oxigênio Dissolvido.
Fonte: Elaboração própria.

Para o parâmetro Fósforo Total, apenas os pontos ARM2 e UNA3 apresentaram 100% de ocorrência nas classes 1 e 3, respectivamente. Os pontos UNA2 e ARM3 apresentaram classes 1 e 3; o ponto ARM1 apresentou classe 2 e 3; o ponto ARM4 apresentou classe 2, 3 e 4 e o ponto UNA1 apresentou classe 3 e 4.

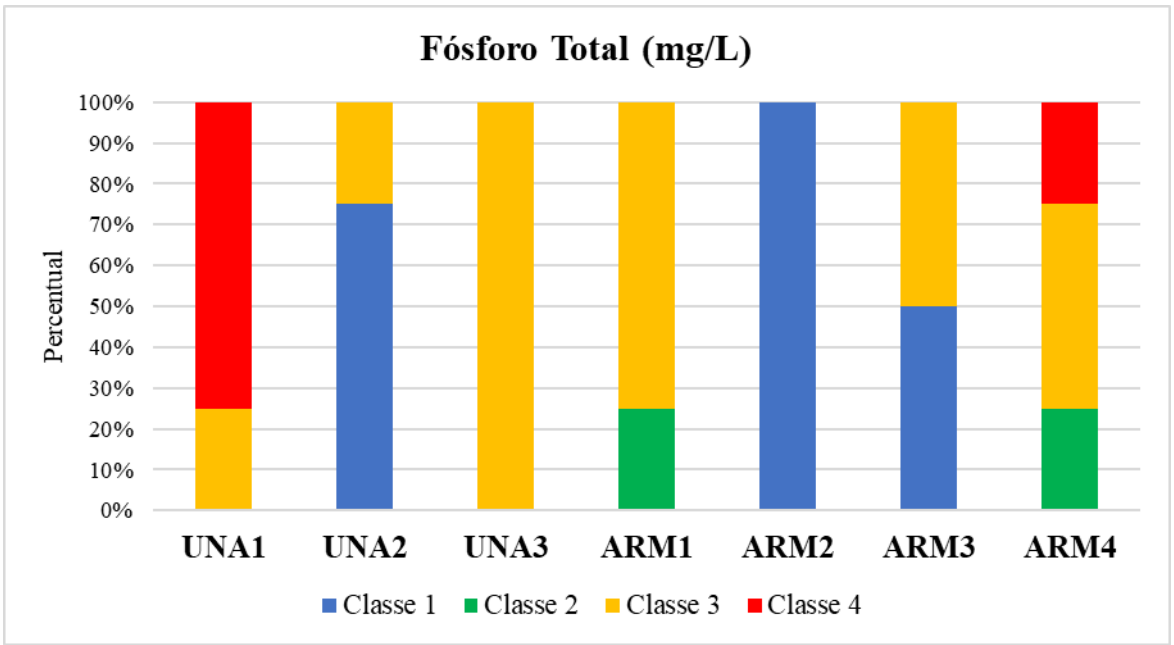


Figura 9.52 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Fósforo Total.
Fonte: Elaboração própria.

O parâmetro Nitrato apresentou resultados consistentes dentro da Classe 1, permanecendo em todas amostragens exceto em uma amostragem do ponto UNA3.

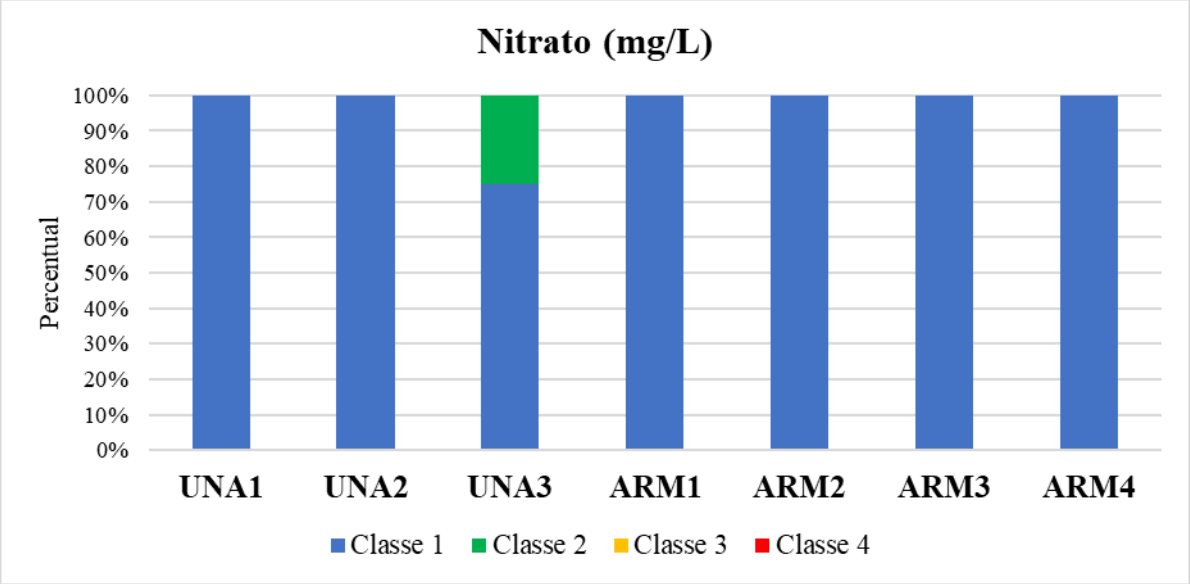


Figura 9.53 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Nitrato.
Fonte: Elaboração própria.

O parâmetro da Turbidez é válido apenas para os pontos com salinidade Doce. Os resultados permaneceram entre as Classe 1 e 2 para os pontos UNA1 e ARM1, e para os pontos UNA2 e ARM4, apenas para a Classe 1.

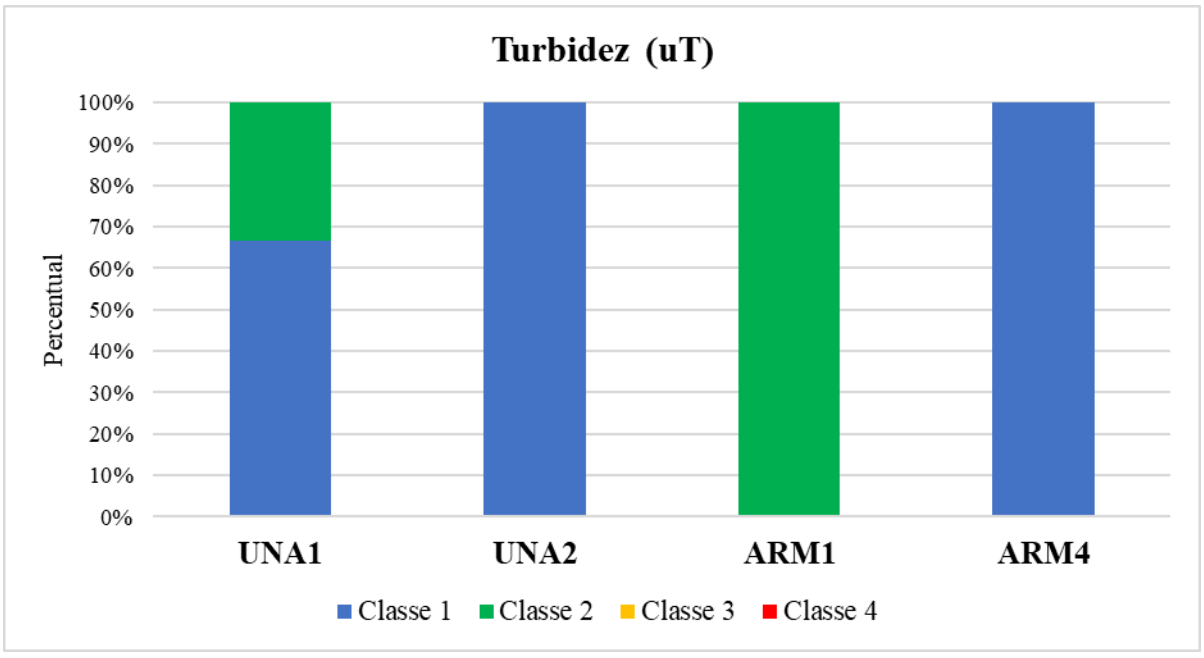


Figura 9.54 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Turbidez.
Fonte: Elaboração própria.

O parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais apresentou resultados referentes a Classe 1 para os pontos localizados na UHP-d e Classe 3 para os pontos localizados na UHP-g.

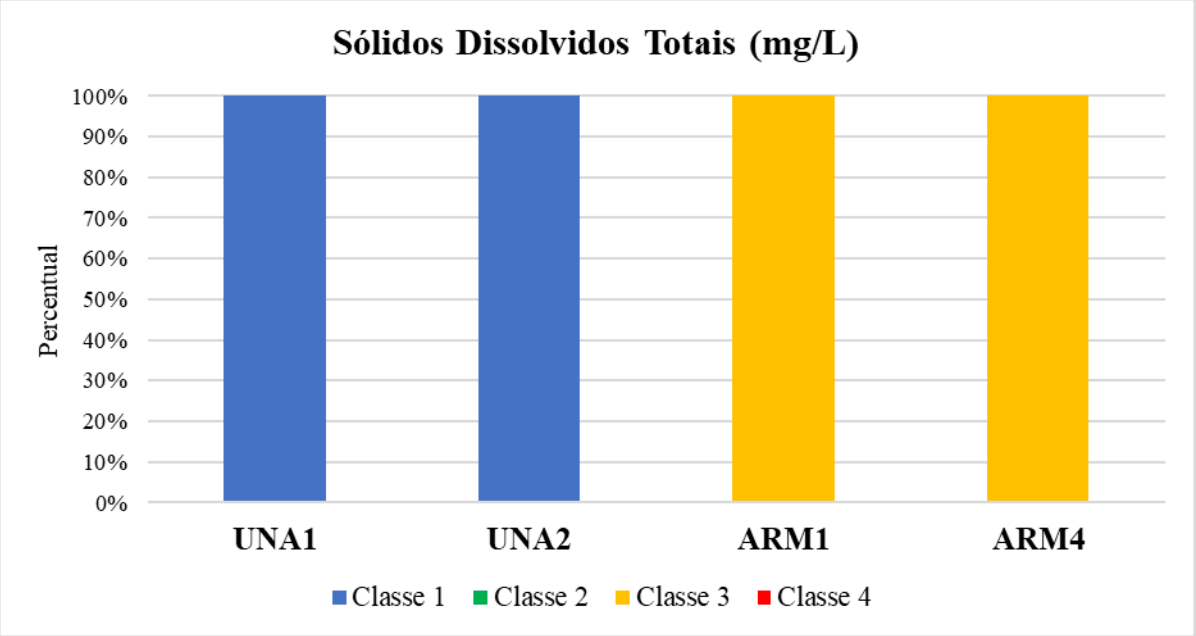


Figura 9.55 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Sólidos Dissolvidos Totais.
Fonte: Elaboração própria.

Referente ao parâmetro Coliformes Termotolerantes, os pontos ARM1, ARM2 e ARM3 apresentaram exclusivamente classe 1; os pontos ARM4 e UNA2 apresentaram classes 1 e 2; o ponto UNA1 apresentou classe 3 e o ponto UNA3 apresentou classes 1, 2 e fora do limite.

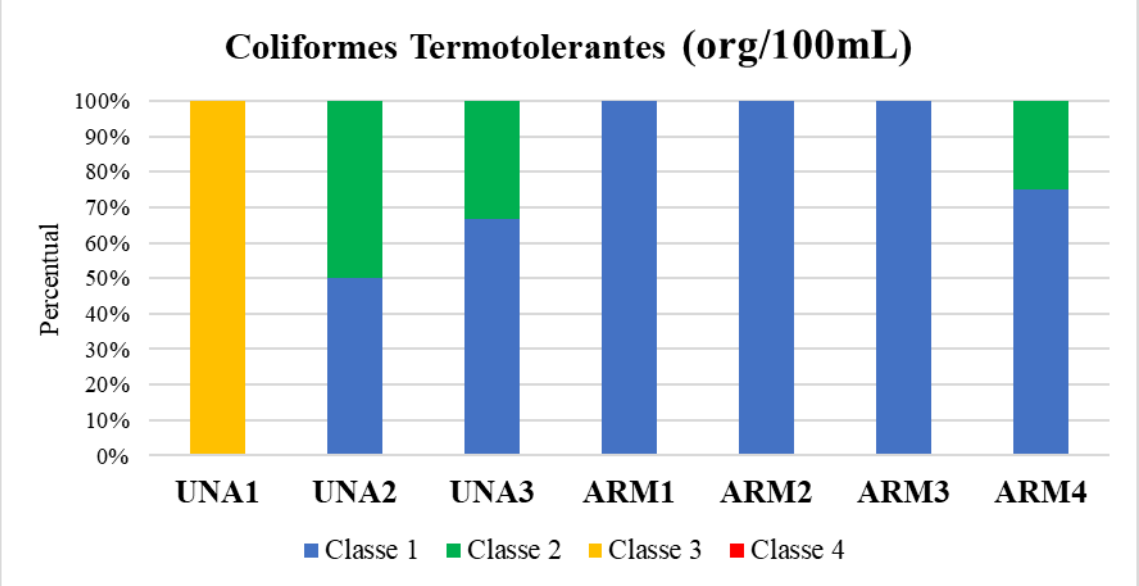


Figura 9.56 - Frequências de classe das amostras das quatro campanhas para o parâmetro Coliformes Termotolerantes.
Fonte: Elaboração própria.

9.1.3.1.2 Síntese dos resultados

- De forma geral, a classe 1 é predominante na maioria dos pontos, com destaque para o ponto ARM2, que apresenta 100% de frequência na classe 1 e o ponto ARM3, com 88%, indicando a alta presença dessa classe.
- Os pontos UNA3, ARM1, ARM2 e ARM3 apresentam 0% de frequência na classe 4. Ainda, os pontos UNA3 e ARM1, apresentam percentuais bem distribuídos entre as classes 1, 2 e 3.
- Nos pontos UNA3 e ARM4, foram apresentados os maiores registros de classe 3, sendo 36% de frequência.
- As campanhas obtiveram frequências de classes parecidas, conforme apresentado na Tabela 9.27. Não foi possível aferir tendências entre as diferentes campanhas realizadas. A realização de mais campanhas de monitoramento pode tornar possível a observação mais afetiva do efeito sazonal da qualidade da água nos pontos de monitoramento.

Tabela 9.27 - Frequência de classes das campanhas realizadas.

Classes CONAMA 357	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 4
Classe 1	64,86%	61,76%	65,79%	35,71%
Classe 2	8,11%	11,76%	13,16%	7,14%
Classe 3	18,92%	14,71%	10,53%	21,43%
Classe 4	8,11%	11,76%	7,89%	0,00%
Fora do limite	0,00%	0,00%	2,63%	35,71%

Fonte: Elaboração própria.

- As séries temporais obtidas a partir das campanhas de monitoramento contemplam 4 amostragens para cada parâmetro por ponto de monitoramento. A continuidade do monitoramento é importante para aferir maior disponibilidade de dados, possibilitando a melhor análise da situação da qualidade da água da região.

10 PLANO DE AÇÃO (PA01)

A fase do Plano de Ação teve como objetivo consolidar as informações geradas nas etapas anteriores, traduzindo-as em propostas concretas de intervenção que promovam o equilíbrio entre oferta e demanda hídrica, assegurem os múltiplos usos da água e contribuam para a preservação dos ecossistemas associados.

As ações aqui retomadas foram estruturadas de forma a atender às diretrizes estabelecidas no artigo 13 da Resolução CNRH nº 145/2012, sendo organizadas por eixos temáticos e priorizadas conforme critérios técnicos, socioeconômicos e ambientais. O Plano de Ação representa, portanto, uma agenda estratégica para a RH-VI, capaz de orientar investimentos, subsidiar políticas públicas e fortalecer a atuação dos diversos atores envolvidos na governança da água.

Visando contribuir com o objetivo geral do Relatório Síntese, apresenta-se aqui as ações e sub-ações em Fichas Resumo entre os itens 10.3 e 10.6. Para maior detalhamento, o produto PA01 pode ser consultado.

10.1 Estruturação do Plano de Ações

O Plano de Ação representa a etapa operacional do Plano de Recursos Hídricos (PRH), conforme previsto na Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Sua função central é transformar as diretrizes, metas e estratégias do PRH em um conjunto de ações concretas, articuladas e exequíveis, capazes de promover a gestão integrada, eficiente e sustentável dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica.

A elaboração do Plano de Ação do PRH-LSJ tomou como referências principais o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2022–2040) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (2014–2030), garantindo alinhamento com as políticas, objetivos e metas estabelecidos em escala nacional e estadual. Esse processo buscou assegurar coerência entre os diferentes níveis de planejamento e fortalecer a capacidade de implementação de ações que considerem as especificidades socioambientais e econômicas da região.

Conforme apresenta o Ministério do Desenvolvimento Regional, o Plano de Ação do PNRH 2022-2040 é composto de 5 Programas, que se subdividem em 23 Subprogramas (Tabela 2.1), os quais buscam dar resposta aos desafios que foram identificados, ao longo de seu processo de construção, para a gestão de recursos hídricos:

- Programa 1 – Fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos é voltado ao ambiente interno do SINGREH.
- Programa 2 – Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, trata da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, além do Cadastro e da Fiscalização dos Usos.
- Programa 3 – Gestão da Qualidade e Quantidade de Recursos Hídricos, inclui temas como monitoramento, base de dados, águas subterrâneas.
- Programa 4 – Integração da Política Nacional de Recursos Hídricos com Políticas e Planos Setoriais, inclui as interfaces da Política Nacional de Recursos Hídricos com outras políticas setoriais, visando abranger a água em seus usos múltiplos.
- Programa 5 – Sistema de Gerenciamento do Plano Nacional de Recursos Hídricos, busca definir as diretrizes de monitoramento e avaliação do novo Plano de Ação.

Tabela 10.1 - Programas e Subprogramas do PNRH 2022-2040

PROGRAMAS	SUBPROGRAMAS
1. Fortalecimento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH	1.1. Fortalecimento dos Sistemas de Recursos Hídricos e da Gestão Compartilhada em Bacias Hidrográficas
	1.2. Criação de Arranjos Institucionais e Fortalecimento de Instâncias Colegiadas para a Gestão de Recursos Hídricos
	1.3. Implementação e Consolidação de Agências de Água
	1.4. Comunicação, Capacitação e Educação Ambiental para a Gestão de Recursos Hídricos
	1.5. Inovação, Ciência e Tecnologia para a Gestão de Recursos Hídricos
2. Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	2.1. Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos
	2.2. Cadastro e Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos
	2.3. Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos
	2.4. Enquadramento dos Corpos Hídricos em Classes de Uso
	2.5. Planos de Recursos Hídricos
	2.6. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
3. Gestão da Qualidade e da Quantidade dos Recursos Hídricos	3.1. Unificação de Bases de Dados
	3.2. Gestão das Águas Subterrâneas
	3.3. Monitoramento Quali-Quantitativo dos Recursos Hídricos.
	3.4. Gestão de Eventos Hidrológicos Críticos e de Conflitos pelo Uso da Água
	3.5. Oferta e Uso Eficiente da Água
4. Integração da Política Nacional de Recursos Hídricos com Políticas e Planos Setoriais	4.1. Interface do PNRH com as Políticas e Planos Setoriais
	4.2. Revitalização de Bacias Hidrográficas
	4.3. Segurança de Barragens
	4.4. Medidas de Adaptação às Mudanças Climáticas
	4.5. Gestão de Recursos Hídricos em Regiões Fronteiriças e Transfronteiriças
	4.6 Gestão de Recursos Hídricos nas Zonas Costeiras e Estuarinas
5. Sistema de Gerenciamento do Plano Nacional de Recursos Hídricos	5.1. Sistema de Monitoramento e Avaliação do PNRH 2022-2040

Fonte: MDR/SNSA, 2022.

O PNRH 2022-2040 também dispõe de *Elementos Diretivos da Estratégia,* que visam ampliar a robustez do PNRH para responder aos desafios diagnosticados em todos os possíveis cenários apresentados e atingir as metas propostas. Para cada região política do Brasil, são apresentados elementos diretivos específicos. Para a região Sudeste, são apresentados quatro temas, conforme Tabela 2.2, todos os temas estão relacionados com os programas propostos para a RH-VI.

Tabela 10.2 - Elementos diretivos para a estratégia do PNRH 2022-2040 de região Sudeste.

TEMA	ELEMENTOS DITRETIVOS PARA A ESTRATÉGIA	ABRANGÊNCIA
Governança hídrica em bacias hidrográficas críticas	Propor procedimentos para institucionalizar formas de compatibilização dos interesses em situações de conflitos de uso de água no âmbito do conselho máximo do SINGREH, o CNRH, e que atenda à segurança jurídica dos decisores.	Em toda região.
Orientações para a expansão da irrigação	Indicação de área potencialmente irrigáveis com menores impactos sobre usos concorrentes, como abastecimento humano e geração de energia elétrica, visando ordenar a expansão.	Áreas Adicionalmente Irrigáveis com potencial efetivo de expansão, de acordo com Atlas de Irrigação (ANA, 2021a);
Revitalização e Despoluição de Bacias Hidrográficas	Alterar as Resoluções do CNRH referentes ao enquadramento, para que seja promovido maior envolvimento das empresas prestadoras de serviços de saneamento básico no processo deliberativo que levará a aprovação deste instrumento; e que, em decorrência desta alteração, o programa de efetivação do enquadramento faça parte dos Contratos de Concessão que sejam firmados com estas empresas e regulados pela ANA.	Em toda região, nas bacias mais poluídas, e que demandem medidas de efetivação dos enquadramentos.
Gerenciamento de acidentes hídricos	Considerar no Programa Nacional de Segurança Hídrica o risco de acidentes que poluam gravemente os mananciais hídricos, com medidas para os reduzir, e para proteger e compensar as populações na eventualidade de ocorrência.	Em bacias sujeitas a riscos de poluição acidental grave.

Fonte: Adaptado de MDR/SNSA, 2022.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ) foi elaborado pela Fundação COPPETEC/UFRJ juntamente com o Inea, e teve sua primeira edição aprovada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos em 2014. No contexto da RH-VI, o PERH se apresenta como instrumento de ainda maior relevância, pois bacias litorâneas que não afluem para rios de domínio da União, mas diretamente para o oceano em uma única unidade federal, devem ser tratadas especificamente no âmbito dos Planos Estaduais (ANA, 2021).

O PERHI-RJ tem horizonte de planejamento até 2030, com um conjunto de 39 programas, projetos e ações, que para serem desenvolvidos demandam um volume de investimento da ordem de R$ 16 bilhões. O PERHI-RJ foi dividido em dois grupos de ações: I - Ações sob Coordenação Direta do Sistema de Gestão das Águas, com 12 eixos temáticos e 25 ações; e II - Ações de Responsabilidade Compartilhada com Outros Setores, com 06 eixos temáticos e

14 ações (Tabela 2.3). Diversas ações previstas no plano estadual são concordantes com as necessidades e anseios da RH-VI. A Tabela 2.3 apresenta a correlação dos das ações dos planos.

Tabela 10.3 – Ações previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro 2014 – 2030.

Ação	Eixos Temáticos	Ações	Custo (R$ 1.000)
I - Ações sob Coordenação Direta do Sistema de Gestão das Águas	1.1 – Gestão Organizacional do SEGRHI	1.1.1 Aperfeiçoamento Organizacional do Órgão Gestor e demais entidades do SEGRHI	830,00
	1.2 – Gestão da Segurança Hídrica	1.2.1 Construção de um Pacto de Gestão para a Segurança Hídrica no sistema Paraíba do Sul-Guandu	-
		1.2.2 Implantação da Barragem do Guapi-Açu	206.000,00
	1.3 – Conhecimento Técnico para a Gestão	1.3.1 Criação de Rede de Informações sobre Recursos Hídricos	222,00
		1.3.2 Desenvolvimento do Sistema de Informações de Recursos Hídricos	2.166,00
	1.4 - Comunicação e Disponibilização da Informação	1.4.1 Comunicação na Gestão dos Recursos Hídricos	204,00
	1.5 – Enquadramento em Classes de Uso	1.5.1 Enquadramento de Mananciais Prioritários no Estado do Rio de Janeiro	465,12
	1.6 – Aperfeiçoamento e Implementação dos Planos de Recursos Hídricos	1.6.1 Elaboração e atualização dos Planos de Recursos Hídricos	10.102,60
		1.6.2 Acompanhamento da Implementação dos Planos de Recursos Hídricos	82,95
	1.7 – Regularização do Uso da Água	1.7.1 Fortalecimento da Regularização dos Usos da Água (cadastro, outorga e fiscalização)	104,85
		1.7.2 Aperfeiçoamento do Sistema de Cobrança pelo Uso da Água	368,10
	1.8 – Estudos Hidrológicos e Vazões Extremas	1.8.1 Consolidação da Base de Dados Fluviométrica e Pluviométrica Existente	1.372,80
		1.8.2 Estudos de Regionalização de Vazões	1.461,30
		1.8.3 Elaboração de Estudos de Chuvas Intensas	710,00
		1.8.4 Diretrizes para elaboração de estudos hidrológicos	177,00
		1.8.5 Estudos de processos hidrológicos em bacia experimental	153,00
	1.9 – Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água	1.9.1 Ampliação da Rede de Monitoramento Quali-Quantitativo	6.717,70
		1.9.2 Guia de orientações técnicas para o monitoramento quali-quantitativo	297,75
		1.9.3 Estudo para Identificação de áreas prioritárias para o monitoramento quali-quantitativo	222,60
		1.9.4 Integração das redes de monitoramento de dados de quantidade	-
	1.10 - Águas Subterrâneas	1.10.1 Ampliar o Conhecimento sobre as Águas Subterrâneas do Estado do Rio de Janeiro	17.659,25

Ação	Eixos Temáticos	Ações	Custo (R$ 1.000)
	1.11 – Intrusão Salina em estuários	1.11.1 Estudo de intrusão salina na foz dos principais estuários do Estado	960,00
	1.12 – Vulnerabilidade a Eventos Críticos	1.12.1 Estudos e Projetos para Redução da Vulnerabilidade a Estiagens e Secas	5.784,75
		1.12.2 Estudos para a prevenção e controle de acidentes com risco de contaminação aos recursos hídricos	2.394,00
		1.12.3 Ações estruturais para mitigação de cheias no Norte e Noroeste fluminense	600.000,00
	SUBTOTAL		**858.455,87**
II - Ações de Responsabilidade Compartilhada com Outros Setores	2.1 - Saneamento básico	2.1.1 Melhorias dos Sistemas de Abastecimento de Água	4.728.561,25
		2.1.2 Estudo para definição de medidas de controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento público	-
		2.1.3 Melhorias dos Sistemas de Coleta e Tratamento de Esgoto	10.045.106,42
		2.1.4 Definição de Modelo de Gestão Municipal do Saneamento	334,56
		2.1.5 Apoio aos Municípios para Remediação de Lixões Desativados Abastecimento de Água	-
	2.2 – Vulnerabilidade a Eventos Críticos	2.2.1 Estudos e Projetos para Redução da Vulnerabilidade a Inundações e a Deslizamentos	8.984,25
	2.3 – Aproveitamentos Hidrelétricos	2.3.1 Avaliação Ambiental Integrada (AAI) em Bacias Hidrográficas com Aproveitamentos Hidrelétricos	10.570,50
		2.3.2 Análise Estratégica da Geração de Energia Elétrica no Contexto da Disponibilidade Hídrica	1.485,00
	2.4 - Recuperação e Proteção de Nascentes, Rios e Lagoas	2.4.1 Estudos e projetos em áreas Prioritárias à Proteção de Mananciais	10.455,75
		2.4.2 Estudos e projetos para Revitalização de Rios e Lagoas	12.399,75
	2.5 – Sustentabilidade do Uso dos Recursos Hídricos em Áreas Rurais	2.5.1 Elaboração de projetos para Recuperação de Áreas Degradadas e Saneamento Rural em Microbacias	6.804,00
		2.5.2 Incentivo à Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Naturais em áreas rurais	7.654,50
	2.6 – Recuperação, operação e manutenção de infraestrutura hídrica	2.6.1 Operação e manutenção dos canais de Campos	876,00
		2.6.2 Recuperação, operação e manutenção do reservatório de Juturnaíba	1.154,40
SUBTOTAL			**14.834.386,38**
PERHI-RJ (2014-2030)			**15.692.842,25**

Fonte: COPPETEC, 2014.

Com base nas diretrizes e metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2022–2040) e pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (PERHI-RJ 2014–2030), foi proposta a estruturação do Plano de Ação da RH-VI (RH-VI).

A concepção deste Plano de Ação, no âmbito da revisão do PRH da RH-VI, buscou organizar e integrar as ações propostas em eixos estratégicos e programas temáticos (Figura 2.1), de forma a permitir uma abordagem sistêmica, coordenada e orientada para resultados frente aos desafios identificados na bacia hidrográfica. Para tanto, o plano foi estruturado em quatro eixos estratégicos, cada um deles subdividido em programas específicos que refletem os principais campos de atuação necessários para a efetivação da gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos.

Os eixos estratégicos apresentam vinculação direta com políticas públicas e marcos normativos nacionais e internacionais, garantindo alinhamento e sinergia com instrumentos e compromissos amplamente reconhecidos. Entre esses referenciais destacam-se: a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Política Nacional do Meio Ambiente, a Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Marco Legal do Saneamento Básico e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.

Figura 10.1 - Organização do Plano de Ação do PRH-LSJ.
Fonte: Elaboração própria.

Eixo A – Articulação Institucional

Este eixo trata das ações voltadas à governança e ao fortalecimento dos atores institucionais envolvidos na gestão da água, reconhecendo a importância da cooperação interinstitucional e do engajamento da sociedade. Os programas associados são:

- Fortalecimento Institucional
- Comunicação Social

Eixo B – Gerenciamento de Recursos Hídricos

Reúne as ações diretamente relacionadas aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, ao monitoramento e controle da disponibilidade hídrica e ao ordenamento de usos visando à segurança hídrica na bacia. Seus programas são:

- Implementação dos Instrumentos de Gestão e Segurança Hídrica
- Monitoramento Quali-Quantitativo
- Ordenamento de Usos Múltiplos e Gerenciamento Costeiro

Eixo C – Políticas Setoriais

Agrupa ações que promovem a integração entre a gestão dos recursos hídricos e outras políticas públicas setoriais com impacto direto sobre a quantidade e qualidade da água. Os programas compreendidos são:

- Restauração Ecológica e Preservação Ambiental
- Saneamento e Drenagem Urbana
- Educação Ambiental

Eixo D – Inovação e Pesquisas

Voltado à produção de conhecimento, desenvolvimento de tecnologias e estratégias de resposta a eventos críticos, esse eixo considera a inovação como elemento transversal à gestão. Seus programas são:

- Prevenção e Resposta a Eventos Hidrológicos Extremos
- Inovação e Pesquisa

A organização do Plano de Ação nesses eixos tem como finalidade **garantir a coerência e a integração entre os diferentes níveis de planejamento**, além de facilitar o monitoramento e a priorização das ações. Essa abordagem permite também maior clareza na definição de

responsabilidades, fontes de financiamento e articulações necessárias para a efetiva implementação das medidas propostas.

Além disso, a divisão em eixos possibilita **a abordagem simultânea de diferentes dimensões da gestão dos recursos hídricos**, reconhecendo a complexidade e a interdependência entre os aspectos institucionais, técnicos, ambientais e sociais. Embora cada eixo contemple ações específicas, o plano adota uma lógica transversal e intersetorial, permitindo sinergias entre temáticas e promovendo maior efetividade dos resultados.

A construção dessa estrutura considerou, ainda, os seguintes critérios:

- **Alinhamento com os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e com a Política Estadual de Recursos Hídricos**, especialmente os princípios da gestão descentralizada, participativa e integrada;
- **Resposta aos principais problemas e vulnerabilidades identificados no diagnóstico da bacia**, priorizando ações de maior impacto e urgência;
- **Potencial de articulação entre os diferentes níveis de governo e setores da sociedade**, com vistas à ampliação da governança e da corresponsabilidade;
- **Viabilidade técnica, institucional e financeira das ações**, considerando o contexto local e regional da bacia.

Para assegurar a efetividade do plano, a estruturação do Plano de Ação também contempla mecanismos de **monitoramento e avaliação**, com metas, indicadores e prazos definidos para cada ação. Isso permitirá o acompanhamento contínuo dos avanços, a identificação de gargalos e a proposição de ajustes ao longo do tempo.

Por fim, a lógica adotada para o Plano de Ação visa não apenas à execução de ações pontuais, mas à criação de um ambiente institucional e técnico **propício à gestão adaptativa e à melhoria contínua**. Com isso, espera-se consolidar uma cultura de planejamento estratégico, baseada em evidências, inovação e participação social, em consonância com os princípios da gestão integrada e sustentável das águas. A Figura 2.2 retrata as divisões dos eixos.

Outro aspecto relevante considerado na construção do Plano de Ação foi a estrutura organizacional atual do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São João (CBHLSJ), composta

por câmaras técnicas voltadas ao tratamento de temáticas específicas. Dessa forma, ao longo da definição dos programas e ações, as atividades foram direcionadas para as respectivas câmaras técnicas, com o objetivo de otimizar a execução das tarefas e fortalecer o papel do CBHLSJ na gestão da bacia.

Atualmente, as câmaras técnicas instituídas são:

- Câmara Técnica da Pesca Artesanal e da Aquicultura – CT Pesca;
- Câmara Técnica de Obras de Saneamento e Drenagem Urbana – CT Saneamento;
- Câmara Técnica de Monitoramento das Águas da Bacia – CT Monitoramento;
- Câmara Técnica Institucional Legal – CTIL;
- Câmara Técnica de Gerenciamento Costeiro e Usos Múltiplos – CTGC;
- Câmara Técnica de Restauração Florestal, Ambiental e Desenvolvimento Sustentável CT- Restauração;
- Câmara Técnica Educação Ambiental e Comunicação Social – CTEACOM.

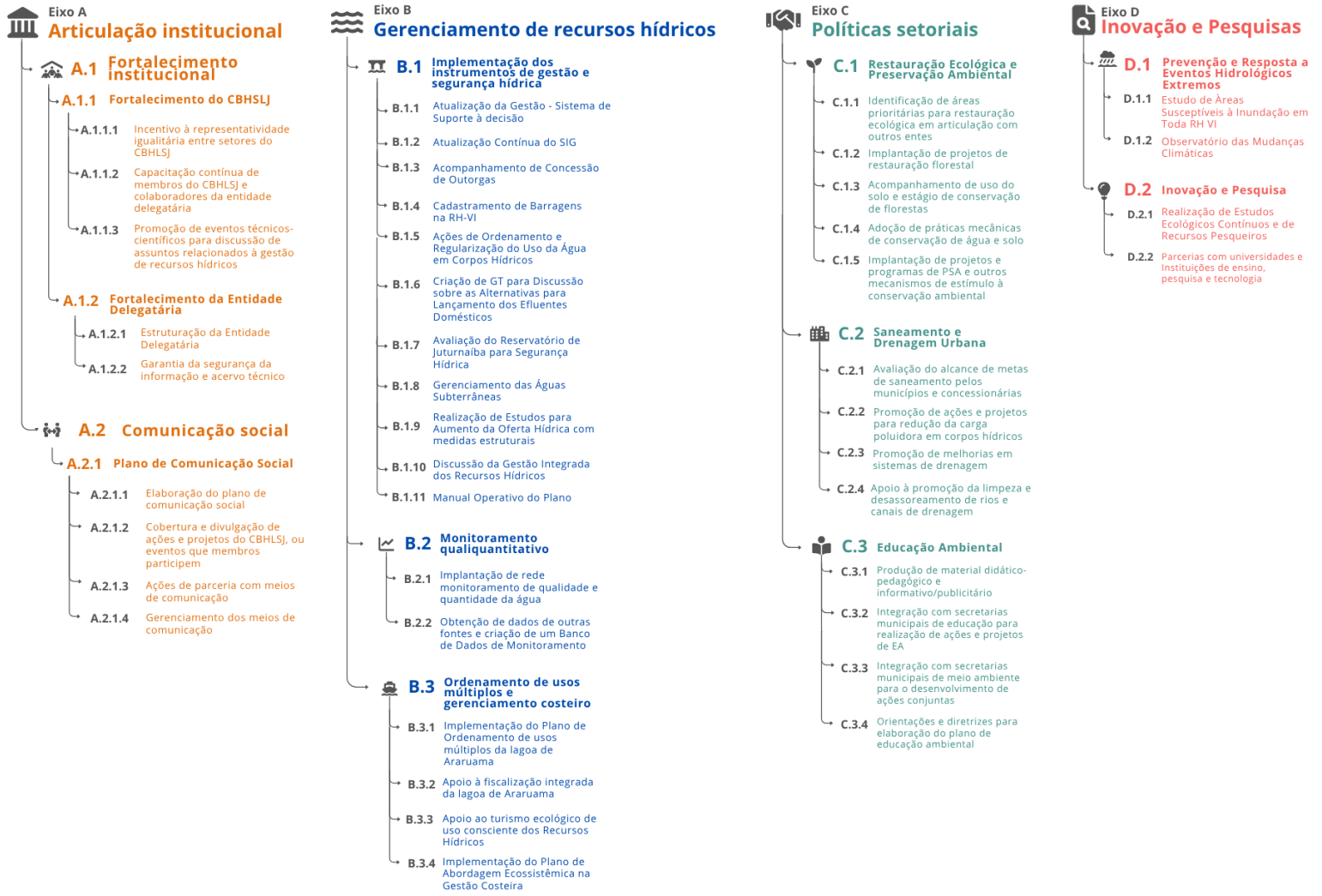


Figura 10.2 – Eixos e Ações propostas para a RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

10.2 Fontes de Financiamento

10.2.1 Fontes da Cobrança

Para a execução desse Plano de Ações, são consideradas fontes gerais e específicas. Dentre as fontes gerais, destaca-se, naturalmente, os recursos originados pela cobrança pelo uso da água. Na Tabela 3.1 apresenta-se o detalhamento anual da RH-VI.

Tabela 10.4 – Receitas Cobrança Líquida pelo Uso de Recursos Hídricos - Regime de Caixa.

Ano	Valor (R$)
2024	3.017.165,79
2023	2.800.963,02
2022	2.708.380,34
2021	2.210.689,31
2020	2.274.947,65
2019	2.252.724,95
2018	2.106.928,70
2017	1.089.931,26
2016	1.135.685,27
2015	1.486.275,81
2014	663.143,69
2013	1.445.023,59

Fonte: INEA (https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2025/06/PLANILHA_ARRECADACAO_CERHI_2025-ABR.xlsx.pdf).

A prestação de contas do FUNDRHI (2024) permite uma maior transparência acerca da fonte dos recursos para atendimento do Plano de Investimentos da Região Hidrográfica Lagos São João. A Tabela 3.2 apresenta o resultado da prestação de contas do ano de 2024.

Tabela 10.5 – Prestação de Contas FUNDRHI na RH-VI – Lagos São João.

Cobrança	Valor (R$)*
Cobrança bruta	R$ 3.352.406,43
(-) 10% do INEA	335.240,64
Cobrança bruta da RH	R$ 3.017.165,79
(-) Taxas bancárias	R$ 0,00
Cobrança líquida RH	R$ 2.800.963,02
Juros de aplicação	R$ 448,49
Outras receitas	R$ 0,00
Receita total	R$ 3.017.614,28
Despesas - Regime de Caixa – 2024 (R$)	

Cobrança	Valor (R$)*
Cobrança	R$ 2.212.213,99
Despesa total	R$ 2.212.213,99

*Valores sujeitos à revisão pelo órgão gestor. Fonte: FUNDRHI (2024).

PPA RH-VI 2025 – 2028

A resolução CBHLSJ nº 200/2024, que cria o Plano Plurianual de Investimentos do Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema e dos Rios São João e Una para o período de 2025 – 2028, versa sobre os recursos disponíveis e previstos para o período e apresenta a distribuição dos valores entre os programas da RH-VI

Para a priorização dos investimentos, foram avaliados os programas do PRH-LSJ e as metas do Contrato de Gestão. A hierarquização dos Programas e percentuais de aplicação de recursos foram definidos a partir dos resultados da "Oficina de Planejamento Plurianual de Investimentos do Comitê de Bacia Hidrográfica das Lagoas de Araruama e Saquarema e dos Rios São João e Una - RH-VI do Estado do Rio de Janeiro", realizada no dia 14 de junho de 2024, em São Pedro da Aldeia, RJ, conforme disposto da Resolução. A Tabela 3.3 apresenta a hierarquização definida pra os Programas.

Tabela 10.6 – Programas definidos para o Plano de Investimentos - PPA 2025 a 2028.

PROGRAMAS - PPA 2025 - 2028
1. Instrumentos de Gestão
2. Monitoramento
3. Saneamento
4. Restauração ecológica
5. Educação ambiental
6. Usos Múltiplos, Pesca e Gerenciamento Costeiro
7. Ações de diretoria e comunicação social

Fonte: Resolução CBHLSJ nº 200/2024.

A aplicação dos recursos da Cobrança pelo Uso da Água, cuja previsão de arrecadação no período de 2025 a 2028 totaliza o montante estimado de R$ 12.863.391,67, deve respeitar o Plano de Investimento apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 10.7 – Plano de Investimentos – PPA 2025 a 2028.

PLANO DE INVESTIMENTOS - PAP 2025 A 2028
CONTRATO DE GESTÃO Nº 61/2022

PLANO DE INVESTIMENTOS DA BACIA DA RH VI - 2025 A 2028		2025	2026	2027	2028	Valor Total	Perc.%
		3.034.620,26	3.152.363,53	3.274.675,24	3.401.732,64	12.863.391,67	100%
PROGRAMA	FORTALECIMENTO INSTITUCIONAL	880.039,88	914.185,42	949.655,82	986.502,47	3.730.383,58	29%
FINALIDADE	1.1. AÇÕES DE DIRETORIA E COMUNICAÇÃO SOCIAL	182.077,22	189.141,81	196.480,51	204.103,96	771.803,50	6%
Indicadores 1 e 2	1.1.1. Custear as atividades do Comitê (diárias, reembolsos, passagens, ajuda de custo) e outras despesas relacionadas à participação e à representação em eventos internos e externos,bem como a realização de eventos do Comitê e capacitação dos membros do Comitê e da sociedade em geral, quando couber, com foco em gestão de recursos hídricos.	182.077,22	189.141,81	196.480,51	204.103,96	771.803,50	6%
FINALIDADE	1.2. FORTALECIMENTO E MANUTENÇÃO DA ENTIDADE DELEGATÁRIA	697.962,66	725.043,61	753.175,31	782.398,51	2.958.580,08	23%
Indicadores 6 e 7	1.2.1 Viabilizar a manutenção e a adequação da estrutura da Entidade Delegatária para execução das ações previstas no Contrato de Gestão conforme deliberação do Comitê.	697.962,66	725.043,61	753.175,31	782.398,51	2.958.580,08	23%
PROGRAMA	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	2.025.609,02	2.104.202,66	2.185.845,72	2.270.656,54	8.586.313,94	71%
FINALIDADE	AÇÕES PRIORITÁRIAS DEFINIDAS PELO COMITÊ DE BACIA LAGOS SÃO JOÃO	1.843.531,81	1.915.060,84	1.989.365,21	2.066.552,58	7.814.510,44	65%
Indicadores 3, 4 e 5	2.1. INSTRUMENTOS DE GESTÃO	303.462,03	315.236,35	327.467,52	340.173,26	1.286.339,17	10%
	2.1.1. Implementar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos na RH VI	303.462,03	315.236,35	327.467,52	340.173,26	1.286.339,17	10%
	2.2. MONITORAMENTO	455.193,04	472.854,53	491.201,29	510.259,90	1.929.508,75	15%
	2.2.1. Executar ações e projetos de monitoramento nos corpos hídricos na RH VI	455.193,04	472.854,53	491.201,29	510.259,90	1.929.508,75	15%
	2.3. SANEAMENTO	789.001,27	819.614,52	851.415,56	884.450,49	3.344.481,83	26%
	2.3.1. Investimentos em Saneamento em áreas rurais e urbanas da RH VI	789.001,27	819.614,52	851.415,56	884.450,49	3.344.481,83	26%
	2.4. RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	273.115,82	283.712,72	294.720,77	306.155,94	1.157.705,25	9%
	2.4.1. Realizar ações e projetos de reflorestamento e manutenção de matas ciliares	273.115,82	283.712,72	294.720,77	306.155,94	1.157.705,25	9%
	2.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL	22.759,65	23.642,73	24.560,06	25.512,99	96.475,44	5%
	2.5.1. Realizar ações, projetos, atividades, fóruns e eventos para promoção da educaçcao ambiental e comunicação social	22.759,65	23.642,73	24.560,06	25.512,99	96.475,44	5%
	DEMAIS INVESTIMENTOS NA RH VI	182.077,22	189.141,81	196.480,51	204.103,96	771.803,50	6%
	2.6. USOS MÚLTIPLOS, PESCA E GERENCIAMENTO COSTEIRO	182.077,22	189.141,81	196.480,51	204.103,96	771.803,50	6%
	2.6.1. Executar ações e projetos que promovam o ordenamento dos usos múltiplos, o gerenciamento costeiro e o monitoramento estatístico pesqueiro dos corpos hídricos inseridos na RH VI	182.077,22	189.141,81	196.480,51	204.103,96	771.803,50	6%

Fonte: CILSJ (2025).

Assim, os custos previstos para as ações do PRH devem estar adequados as estimativas de arrecadação e aplicação do PPA. Conforme apresentado no capítulo 9.

10.2.2 Fontes de Financiamento Públicas Federal e Estadual

As fontes de investimentos públicos federais podem ser classificadas em nacional, regional, estadual e municipal. Os recursos já definidos por municípios são mais facilmente pleiteados em comparação com àqueles direcionados aos Estados, as Regiões e o Brasil.

O Plano Plurianual (PPA) e a Lei Orçamentária Anual (LOA) são instrumentos constitucionais de planejamento público, que servem como fontes alternativas de financiamento. As previsões de programas e investimentos do PPA são anuais e estão sujeitas a revisões.

A Tabela 3.5 apresenta os recursos disponíveis a partir do Projeto de Lei e da Dotação Orçamentária Inicial do Programa do PPA para o território nacional, categorizados por função orçamentária, para o ano de 2023.

Tabela 10.8 – Fontes Públicas Federais de Recursos Financeiros para Recursos Hídricos e suas interfaces – Recursos de Dotações Nacionais – 2023.

Órgão Orçamentário	Programa do PPA	Projeto de Lei	Dotação Inicial
22000 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	1144 – Agropecuária Sustentável	2.091.574.078	3.866.421.407
	1041 – Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade e dos Recursos Naturais	18.151.000	33.116.994
	2217 – Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano	10.001	10.001
44000 - Ministério do Meio Ambiente	1041 - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade e dos Recursos Naturais	197.920.000	527.055.909
	1043 - Qualidade Ambiental Urbana	6.450.000	43.257.613
	1058 - Mudança do Clima	4.270.000	9.441.066
	2223 - A Hora do Turismo	1.320.000	1.320.000
	6014 – Prevenção e Controle de Desmatamento e dos Incêndios nos Biomas	339.500.000	558.598.404
53000 - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional	2217 - Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano	175.692.705	6.603.067.157
	2218 - Gestão de Riscos e de Desastres	640.291.559	1.141.508.223
	2221 - Recursos Hídricos	1.028.186.810	2.862.538.186
	2222 - Saneamento Básico	27.912.733	872.567.850
74000 - Operações Oficiais de Crédito	1058 - Mudança do Clima	634.395.655	634.395.655
	2217 - Desenvolvimento Regional, Territorial e Urbano	2.195.004.576	2.195.004.576

Fonte: SIOP (2023).

Já a Tabela 3.6 apresenta os recursos disponíveis para os territórios regionais, estaduais e municipais, categorizados por função orçamentária, programa do PPA e ações, com os respectivos locais de execução financeira, para o ano de 2023.

Tabela 10.9 – Fontes Públicas Federais de Recursos Financeiros para Recursos Hídricos e suas interfaces – Recursos de Dotações Regionais, Estaduais e Municipais – 2023.

Órgão Orçamentário	Programa	Ação	Localizador	Projeto de Lei	Dotação Inicial
44000 - Ministério do Meio Ambiente	1041 - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade e dos Recursos Naturais	20WM - Apoio à Criação, Gestão e Implementação das Unidades de Conservação Federais	0033 – No Estado do Rio de Janeiro	-	488.762
		219K - Gestão das Coleções Vivas, do Patrimônio Histórico-Cultural e das Atividades de Disseminação do Conhecimento no Jardim Botânico do Rio de Janeiro	0033 – No Estado do Rio de Janeiro	5.400.000	5.295.123
	1043 - Qualidade Ambiental Urbana	21A9 - Implementação de Programas, Planos e Ações para Melhoria da Qualidade Ambiental Urbana	0033 – No Estado do Rio de Janeiro	-	1.629.208
	6014 – Prevenção e Controle de Desmatamento e dos Incêndios nos Biomas	214P - Fiscalização Ambiental e Prevenção e Combate a Incêndios Florestais	0033 – No Estado do Rio de Janeiro	-	1.140.445

Fonte: SIOP (2023).

Em relação ao processo de mapeamento e levantamento de recursos financeiros, o primeiro passo é identificar os programas do Plano Plurianual (PPA) na Tabela 3.7, os programas do Plano Plurianual Estadual foram organizados por temas correspondentes.

Tabela 10.10 – Programas Públicos Estaduais de recursos financeiros para recursos hídricos – PPA no período de 2024 a 2027.

Iniciativa	Previsão de despesa do estado (em R$)
Pesquisa, Controle e Conservação Ambiental	456.808.921,00
Conservação e Preservação dos Recursos Naturais e Hídricos	254.733.415,00
Gestão Ambiental, Resíduos Sólidos e Saneamento	373.827.600,00
Restauração, Recuperação e Preservação da Cobertura Vegetal Permanente	29.778,00
Saneamento Ambiental	454.605.889,60
Fomento ao Desenvolvimento e Inovação Científicos e Tecnológico	9.363.586,00
Desenvolvimento e Apoio à Ciência, Tecnologia e Inovação	151.400.000,00
Promoção de Atividade e Ação de Resposta a Acidentes, Emergências e Desastres	477.905.784,00
Prevenção, Intervenção e/ou Recuperação de Área Atingida por Desastre	1.064.000.000,00

Fonte: Governo do Estado do Rio de Janeiro (2024).

10.2.3 Fundos e outras fontes de financiamento

Para além das fontes de financiamento supracitadas, pode-se elencar o BNDES, CEF, Banco Mundial, dentre outros fundos que possuem recursos destinados às iniciativas de caráter ambiental, como disposto na Tabela 3.8.

Tais investimentos são alternativas para a aplicação de recursos em caixa e financiamento futuro das ações do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica. Além disso, as Concessionárias responsáveis pelos serviços de água e esgoto também podem apresentar ações com interfaces às do Plano. Fontes específicas para determinadas ações são citadas ao longo do texto.

Tabela 10.11 – Outras fontes nacionais e internacionais de financiamento.

Programa	Ação
ICMS Ecológico Lei Estadual n° 5.100/2007	Conservação Ambiental; Qualidade da Água; Resíduos Sólidos
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)	Meio Ambiente; Análise Socioambiental; Crédito Ambiental
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)	Restauração Ecológica
Caixa Econômica Federal /FGTS	Saneamento; Saneamento para Todos
Caixa Econômica Federal	Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento (FINISA)
Caixa Econômica Federal	Fundo Socioambiental
FUNBIO - Público, Privado, Academia e Sociedade Civil Organizada	Projetos e Conservação da Biodiversidade
ANA - PRODES - Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES)	Recursos Hídricos
ANA – Produtor de Água	Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)
Petrobrás	Desenvolvimento Econômico Sustentável
National Geographic Society	Florestas, conservação ambiental, sustentabilidade, proteção de oceanos

Fonte: SIOP (2023).

10.3 Eixo A - Articulação Institucional

Sub-ação A.1.1.1 – Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ	
Justificativa: Essa sub-ação se justifica como uma oportunidade para ampliar as discussões sobre os recursos hídricos na RH-VI. Durante o processo de revisão do Plano, observou-se, em diversos momentos, o questionamento quanto à posição central ocupada pela Lagoa de Araruama e pelo ambiente marinho. A busca por uma representação mais equilibrada entre os diferentes territórios da região é fundamental para a efetiva implantação das demais ações previstas no Plano. Isso contribuirá tanto para o aprimoramento da comunicação social e institucional por meio dos representantes, quanto para ampliar o debate sobre a porção alta da bacia e sobre usos da água ainda pouco representados.	
Localização: Tem aplicação em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: A metodologia se divide em dois blocos, representação e representatividade, e em duas fases, análise documental e entrevistas e questionários. Na análise documental serão aplicadas técnicas de investigação e consistência de documentos para compreender a história, a estrutura e as diferentes composições do CBHLSJ ao longo do tempo e as principais decisões tomadas nas reuniões. Na segunda fase serão realizadas as entrevistas ou questionários com atores-chave do CBHLSJ, que podem ser membros, presidentes e diretorias atual e passadas e análise das listas de presença das plenárias. Após a coleta de informações será possível definir a estratégia para ampliar a representatividade no CBHLSJ com ações de indução.	
Cronograma de Implementação: Um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 391.432,21.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

Sub-ação A.1.1.2 – Capacitação Contínua de Membros do CBHLSJ e Colaboradores da Entidade Delegatária	
Justificativa: A capacitação contínua permite que os membros do comitê e colaboradores se mantenham atualizados sobre novas tecnologias, mudanças legislativas e melhores práticas de gestão ambiental, possibilitando uma tomada de decisão mais informada e baseada em evidências.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Propõe-se para essa sub-ação duas modalidades de capacitação: capacitação continuada dos membros do CBH e capacitação em gestão de recursos hídricos. A primeira deverá ser realizada bianual, concomitante ao processo eleitoral do CBH, o público-alvo serão os membros do CBH, com destaque para os novos integrantes. A segunda deverá ser realizada sempre que verificada a sua necessidade, não devendo ser inferior a dois anos e nem superior 4 anos, o público-alvo são os membros do CBHLSJ, os técnicos da entidade delegatária e todos os demais interessados no sistema de gestão de recursos hídricos.	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em quatro trimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 231.746,05.	**Prioridade:** Média.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

Sub-ação A.1.1.3 – Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH	
Justificativa: A realização de pesquisas inovadoras e o desenvolvimento tecnológico auxiliam a gestão dos recursos hídricos e são essenciais para a melhoria contínua dos programas implementados na bacia. No entanto, o desenvolvimento de pesquisas por si só não é suficiente, é fundamental que os resultados sejam disseminados e conectados. Um desafio identificado foi a falta de conexão entre os estudos, o que poderia potencializar o impacto gerado por eles. Nesse contexto, é essencial a realização de eventos que promovam a divulgação de pesquisas e estudos desenvolvidos na bacia e fortaleçam a relação entre as entidades participativas.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Realizar dois eventos técnico-científicos por ano, com diferentes formatos, reunindo os principais atores envolvidos no desenvolvimento de pesquisas sobre a Bacia Lagos São João. Esses eventos devem integrar pesquisadores, usuários e gestores, facilitando o intercâmbio de informações e a disseminação de conhecimentos sobre temas relevantes para a bacia. Além dos eventos com temas específicos, recomenda-se a organização de eventos em datas comemorativas, como o Dia Mundial da Água, abordando questões pertinentes à realidade da bacia.	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em quatro trimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI e instituições parceiras.
Estimativa de Custos: R$ 146.848,29.	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ – CTEACOM, INEA e instituições parceiras.	

Sub-ação A.1.2.1 – Estruturação da Entidade Delegatária	
Justificativa: A execução desta sub-ação é necessária graças a impossibilidade de atender a todas as demandas de acompanhamento e assessoramento técnico do CILSJ às necessidades da revisão e implementação do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A sub-ação será dividida em três frentes principais: I) Criação de Banco de Horas de Profissionais Técnicos Especializados II) Contratação de Empresas para Gerenciamento de Obras e Acompanhamentos em Campo III) Reestruturação Administrativa do CILSJ.	
Cronograma de Implementação: Cronograma trimestral ao longo de um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI
Estimativa de Custos: R$ 1.389.082,11.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: CILSJ e CBHLSJ.	

Sub-ação A.1.2.2 – Garantia da Segurança da Informação e Acervo Técnico	
Justificativa: Atualmente, muitos dos documentos do CILSJ/CBHLSJ ainda se encontram em formato físico ou armazenados de forma descentralizada, dificultando o acesso e gerando riscos de perda ou extravio. Essa realidade compromete a agilidade nas tomadas de decisão, a transparência e o histórico documental da bacia. Além disso, a ausência de um sistema estruturado de gestão da informação favorece a duplicidade de esforços e enfraquece a sinergia entre projetos e setores.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A ação será conduzida em duas frentes complementares: a estruturação da base de dados com definição de regras e protocolos de segurança, e a implantação da infraestrutura tecnológica com servidor físico e sistema em nuvem.	
Cronograma de Implementação: Cronograma trimestral ao longo de um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 273.921,91.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

Sub-ação A.2.1.1 – Elaboração do Plano de Comunicação Social	
Justificativa: O Plano de Comunicação é essencial para o Plano de Ações do Comitê Lagos São João porque ele assegura que as iniciativas do comitê sejam amplamente conhecidas e compreendidas por todos os atores envolvidos, incluindo a população local, gestores públicos, empresas e organizações da sociedade civil. A comunicação eficiente garante que as informações sobre os projetos, metas e resultados sejam transparentes e acessíveis, promovendo maior participação e envolvimento da sociedade na gestão dos recursos hídricos.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Deverá constar no plano de comunicação 1. Público-alvo; 2. Estratégias de comunicação; 3. Ferramentas de comunicação; 4. Previsão de ações de monitoramento e avaliação.	
Cronograma de Implementação: Cronograma trimestral ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI
Estimativa de Custos: R$ 692.228,16.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

Sub-Ação A.2.1.2 - Cobertura e Divulgação de Ações e Projetos do CBHLSJ, ou Eventos que Membros do CBHLSJ Participem	
Justificativa: Incluir a cobertura e divulgação de ações, projetos e eventos no Plano de Ações do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBHLSJ) é fundamental para garantir a transparência e o fortalecimento do relacionamento entre o comitê e seus diferentes públicos. A comunicação eficiente dos resultados, atividades e participações do comitê em eventos importantes cria um canal de diálogo aberto com a sociedade, incentivando o engajamento dos cidadãos e parceiros institucionais.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Abaixo apresenta-se os passos mínimos que deverão ser seguidos para garantir o objetivo da ação. I) Priorização das ações e projetos e definição dos eventos; II) Planejamento da Cobertura; III) Execução da Cobertura; IV) Divulgação pós-evento ou ação; V) Monitoramento e Avaliação.	
Cronograma de Implementação: Cronograma trimestral ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 39.240,00.	**Prioridade:** Média.
Instituições Responsáveis: CILSJ e CBHLSJ.	

Sub-Ação A.2.1.3 – Ações de Parceria com Meios de Comunicação	
Justificativa: Desenvolver ações de parceria com meios de comunicação é uma estratégia eficaz para ampliar o alcance e a eficácia das iniciativas do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João. Incluir essa ação no plano de ações do CBHLSJ é, portanto, fundamental para maximizar o impacto das atividades do comitê, promover a transparência, e engajar efetivamente a comunidade na gestão dos recursos hídricos da bacia.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Abaixo apresenta-se uma abordagem estruturada para estabelecer e gerenciar essas parcerias: I) Planejamento e Estruturação; II) Implementação da manutenção; III) Análise de desempenho; IV) Manutenção técnica; V) Segurança; VI) Engajamento e feedback.	
Cronograma de Implementação: cronograma trimestral ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: Ação já barcada pelo orçamento da Sub-ação A.2.1.1– Elaboração do Plano de Comunicação Social.	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

Sub-ação A.2.1.4 – Gerenciamento de meios de comunicação	
Justificativa: Incorporar essa seção no plano de ações ajuda a assegurar que a comunicação seja um componente estratégico no trabalho do Comitê, contribuindo para o sucesso geral das iniciativas e para a efetiva gestão dos recursos hídricos da bacia.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A metodologia proposta visa garantir que os meios de comunicação do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João estejam sempre atualizados, seguros e eficazes, promovendo uma comunicação clara e engajada com todos os envolvidos. A seguir apresenta-se as etapas mínimas para a execução da ação: I) Planejamento e Estruturação; II) Implementação da manutenção; III) Análise de desempenho; IV) Manutenção Técnica; V) Segurança; VI) Engajamento e Feedback.	
Cronograma de Implementação: Cronograma trimestral ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: Custo abarcado pelo orçamento da Sub-ação A.2.1.1– Elaboração do Plano de Comunicação Social	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Responsáveis: CILSJ, CBHLSJ e empresa contratada.	

10.4 Eixo B - Gerenciamento de Recursos Hídricos

Ação B.1.1 – Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão	
Justificativa: A gestão integrada dos recursos hídricos exige a consideração de múltiplos fatores que variam ao longo do tempo e do espaço, que podem ser mais bem compreendidos em um ambiente SIG, mas que opere com modelos que permitam simular alterações nas condições iniciais.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: O SSD-BHLSJ deve seguir as etapas de modelagem conceitual, modelagem lógica e modelagem física, visando atender as fases de criação e maturação deste complexo processo:	
Cronograma de Implementação: Um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 367.832,22.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CILSJ, CBHLSJ, empresa contratada.	

Ação B.1.2 – Atualização Contínua do Sistema de Informações Geográficas	
Justificativa: O SIGA São João, atualmente em uso, é uma plataforma que integra dados geoespaciais, facilita o monitoramento ambiental e gerencia o conhecimento acumulado sobre a Região Hidrográfica Lagos São João. No entanto, para que o SIG continue a ser uma ferramenta eficiente e confiável, sua atualização e aprimoramento constante são indispensáveis.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A atualização contínua do SIGA São João será realizada em várias atividades, conforme detalhado a seguir. Atividade 1 – Levantamento de demandas Atividade 2 – Aprimoramento do SIGA São João Atividade 3 – Definição do fluxo de atualização Atividade 4 – Capacitação de equipes Atividade 5 – Monitoramento e avaliação.	
Cronograma de Implementação: Período de seis meses para execução.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 152.248,66.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CILSJ, CBHLSJ, empresa contratada.	

Ação B.1.3 – Acompanhamento de Concessão de Outorgas	
Justificativa: O acompanhamento das outorgas e concessões emitidas pelo INEA, enquanto órgão de Governo, interessa ao Comitê de Bacia, enquanto órgão de Estado no qual estão representados os atores definidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos. É uma ação coerente com o arranjo definido pela legislação, na qual o Comitê de Bacia define condições, critérios e isenção da outorga, propõe o enquadramento que por sua vez está vinculado aos usos outorgados e dirime conflitos entre usos evidentemente outorgados.	
Localização: Tem aplicação em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Sendo o processo de outorga realizado pelo INEA, esse deve definir a forma de apresentação dos dados ao CBHLSJ. Algumas possibilidades são apresentadas em detalhe na proposição metodológica da ação. Além disso, a ação necessita de um posicionamento político quanto ao acesso das informações de outorga pelos atores interessados, para o qual também se apresenta uma proposta de etapas a serem seguidas.	
Cronograma de Implementação: Quatro anos.	**Fontes de Financiamento:** FERH.
Estimativa de Custos: Não é possível determinar um orçamento sem definição da resposta às solicitações. Sistemas de abrangência estadual não deverão ter custos alocados ao CBHLSJ.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CERHI, CBHLSJ e sua secretaria executiva, e FERH.	

Ação B.1.4 – Cadastramento de Barragens na RH VI	
Justificativa: O Estado do Rio de Janeiro dispõe de um Sistema de Informações dos Barramentos (SisBar), no qual os empreendedores podem cadastrar seus barramentos, e as informações ficam disponíveis ao INEA. Entretanto, o Diagnóstico Ambiental da Região Hidrográfica Lagos São João revelou a presença de diversas barragens não cadastradas nos bancos de dados nacionais e estaduais. O conhecimento sobre a quantidade de barramentos em uma área é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, pois essas estruturas podem alterar o volume de água disponível para as áreas a jusante. Portanto, faz-se necessário que o sistema seja atualizado.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A metodologia para o cadastramento das barragens será dividida em três etapas principais: I. Levantamento remoto para mapeamento inicial; II. Verificação em campo e cadastro das barragens; **III.** Sistematização e inserção dos dados no SisBar.	
Cronograma de Implementação: Quatro trimestres ao longo de um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI, INEA, ANA, FNMA (Fundo Nacional de Meio Ambiente) e/ou organismos internacionais
Estimativa de Custos: R$ 266.259,48.	**Prioridade:** Média
Instituições Responsáveis: INEA, CILSJ, CBHLSJ, ANA, empresa contratada, prefeituras municipais, e associações locais.	

Ação B.1.5 – Ações de Ordenamento e Regularização do Uso da Água em Corpos Hídricos	
Justificativa: Os usos na RH-VI apresentam uma complexidade diferenciada de muitas outras bacias hidrográficas pelas presenças das Lagoas de Araruama e Saquarema e da Reserva Extrativista e outras unidades de conservação. Esses ambientes possibilitam um número elevado de usos dos recursos hídricos que podem levar a conflitos de longa duração e com efeitos negativos importantes. Assim, faz-se crucial a construção de um ordenamento que proteja os usos preponderantes e demandantes de melhor qualidade da água	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Para essa ação é proposta a seguinte estrutura: Revisão dos usos atuais registrados; Avaliação das discrepâncias do banco de outorgas em relação à metodologia de estimativa de usos de água da ANA; Lançamento dos usos não-consuntivos com o apoio do CILSL e do CBHLSJ; Avaliação da classe de água necessária para atender os usos preponderantes; Elaboração da proposta de ordenamento entre os usos por Unidade de Planejamento e Gestão para deliberação no CBHLSJ; Apresentação da proposta para a plenária do CBHLSJ; Implementação da proposta aprovada.	
Cronograma de Implementação: Quatro trimestres ao longo de um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 345.754,14.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CILSJ e CBHLSJ.	

Ação B.1.6 – Criação de GT para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes domésticos	
Justificativa: A criação de um ambiente para discussão sobre as alternativas para o lançamento de efluentes na RH-VI (RH-VI) é essencial para promover uma abordagem colaborativa e transparente no gerenciamento dos recursos hídricos. A necessidade de melhorar a qualidade das águas na bacia do Lagos São João demanda a participação ativa de instituições públicas, privadas e a sociedade civil.	
Localização: Municípios e áreas diretamente influenciados pelos efluentes lançados nesta região, principalmente os municípios no entorno da Lagoa de Araruama.	
Metodologia resumida: A metodologia para a criação do ambiente de discussão sobre as alternativas para o lançamento de efluentes na RH-VI (RH-VI) será estruturada para garantir um processo colaborativo e informativo.	
Cronograma de Implementação: Continuada.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: Sem custo previsto.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Responsáveis: INEA, CBHLSJ, instituições de ensino e prefeituras municipais.	

Ação B.1.4 – Avaliação do Reservatório de Juturnaíba para Segurança Hídrica	
Justificativa: Avaliação do balanço hídrico do reservatório é essencial para diagnosticar a situação atual e garantir a segurança hídrica da população já atendida, além de estudar a possibilidade de aumentar a retirada de água para transposições visando atender populações que sofrem com a insegurança hídrica.	
Localização: Ação de aplicação direta no Reservatório de Juturnaíba, que se localiza entre as UHPs Rio São João (montante) e Rios Capivari e Bacaxá.	
Metodologia resumida: Para avaliação do reservatório de Juturnaíba para segurança hídrica, são necessárias duas etapas, que serão divididas em atividades apresentadas a seguir. Atividade 1 – Monitoramento das condições do reservatório 1. Avaliação do assoreamento dos reservatórios 2. Monitoramento da qualidade da água Atividade 2 – Balanço hídrico no reservatório 1. Monitoramento contínuo das vazões afluentes 2. Monitoramento contínuo de dados meteorológicos 3. Monitoramento das vazões de captação pelas concessionárias 4. Estudo para definição da vazão de restituição 5. Estudo do balanço hídrico no reservatório	
Cronograma de Implementação: Oito meses distribuídos em 4 bimestres.	**Fontes de Financiamento:** BNDES, Caixa Econômica, FECAM, FUNDRHI e/ou parcerias com concessionárias de saneamento.
Estimativa de Custos: R$ 532.060,34	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBHLSJ, ANA, empresa contratada, prefeituras municipais e concessionárias.	

Ação B.1.8 – Gerenciamento das Águas Subterrâneas	
Justificativa: Os dados disponíveis de usos das águas subterrâneas	
Localização: Cada uma das atividades apresentadas na metodologia tem sua área pormenorizada no corpo do relatório que deve ser consultado para mais informações	
Metodologia resumida: Na execução da ação, são necessárias as seguintes atividades: Atividade 1 – Execução ou detalhamento de estudos geológico-hidrogeológicos Atividade 2 – Cadastramento de usuários de águas subterrâneas e aprimoramento das bases oficiais de poços Atividade 3 – Implementação de rede de monitoramento das águas subterrâneas (RH-VI) Atividade 4 – Fontes potenciais de contaminação, vulnerabilidade e risco Atividade 5 – Medidas adicionais de gestão de aquíferos e das águas subterrâneas	
Cronograma de Implementação: Ação continuada.	**Fontes de Financiamento:** BNDES, Caixa Econômica, FECAM, FUNDRHI e/ou parcerias com concessionárias de saneamento.
Estimativa de Custos: R$8.295 milhões.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBHLSJ, ANA, empresa contratada, prefeituras municipais e concessionárias.	

Ação B.1.9 – Realização de Estudos para Aumento da Oferta Hídrica com medidas estruturais	
Justificativa: Os cenários futuros de desenvolvimento regional indicam um aumento da demanda hídrica especialmente para fins urbanos. A redução de vazão nos rios da bacia afeta a região costeira, com impacto nas atividades relacionadas com a pesca artesanal, turismo e preservação ambiental. A manutenção e a recuperação das vazões da bacia na situação mais próxima possível da condição natural, mantendo as oscilações de vazão e nível, depende do aumento da oferta, da redução da demanda ou da combinação entre essas duas alternativas.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: A definição das melhores possibilidades de aumento da disponibilidade hídrica depende da realização de estudos já identificados no PERHI e de avaliação da contaminação da água das cavas e das condições asseguráveis do efluente do tratamento de esgotos na região da Lagoa de Araruama. Portanto, a metodologia propõe campanhas de amostragem ao longo de um ano e modelagem qualitativa.	
Cronograma de Implementação: período de um ano distribuído em quatro trimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI
Estimativa de Custos: R$ 965.088,15 para o primeiro ano e R$ 251.156,16 anuais de forma permanente ao longo do tempo.	**Prioridade:** Médio
Instituições Envolvidas: INEA, CBHLSJ, empresa de mineração, associação de irrigantes e concessionárias.	

Ação B.1.10 – Discussão da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	
Justificativa: Manter a discussão sobre os instrumentos da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos é fundamental para o atingimento dos cenários desejáveis na RH – VI, tanto em termos de redução de conflitos, como de segurança hídrica. A ação terá como objetivo propor o aprimoramento dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, com a aplicação de ferramentas integradas que permitam a gestão eficiente da RH-VI.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Essa é uma ação de simples execução, prevendo o agendamento da discussão sobre os instrumentos e avanços da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos com o INEA e o Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas. Eventualmente, pode ser convidado(a) algum(a) palestrante para apresentar experiências externas ou internacionais.	
Cronograma de Implementação: período de um ano distribuido em quatro trimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI
Estimativa de Custos: R$ 5.752,94.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: INEA, o CILSJ, o CBHLSJ e o FFCBH.	

Ação B.1.11 – Manual Operativo do Plano	
Justificativa: A experiência de execução de Planos de Recursos Hídricos no Brasil tem-se mostrado frustrante pela falta de ação articulada entre diferentes atores ou por não entendimento do processo executivo das ações, seja por parte do Comitê, seja por parte das agências. A forma de apresentação do MOP deixa as atividades descritas de forma clara e operacional, facilitando a sua execução.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Um MOP é realizado por meio de atividades sequenciais. I. Atividade 1 – Consolidação das ações prioritárias II. Atividade 2 – Análise crítica do PRH III. Atividade 3 – Proposta dos Modelos Tático-Operacionais IV. Atividade 4 – Elaboração do MOP	
Cronograma de Implementação: cronograma semanal ao longo de quatro meses.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 150.000,00.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: CILSJ e CBHLSJ.	

Ação B.2.1 – Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água	
Justificativa: Tendo em vista que a RH-VI abrange uma área importante do estado do Rio de Janeiro, é essencial estabelecer o monitoramento qualitativo e quantitativo dos cursos hídricos, a fim de promover uma gestão comprometida com o uso adequado dos recursos. A presente ação não apenas contribui com a preservação dos recursos hídricos da bacia, mas também fornece suporte para outras iniciativas.	
Localização: Os pontos de monitoramento propostos foram avaliados a partir da malha pré-existente em cada UPH afim de complementá-la. Na descrição da ação, apresenta-se as propostas de localização pormenorizadas e, aqui, de forma suscinta retoma-se o quantitativo de novos pontos para cada UPH. VI-a: 3 pontos ao longo do rio São João VI-b: 4 pontos de monitoramento distribuídos nos afluentes do rio São João VI-c: 6 pontos, sendo 3 pontos no rio Bacaxá, 1 ponto no reservatório de Juturnaíba, e 2 pontos no rio Capivari; VI – d: 7 pontos de monitoramento nos afluentes do rio Una; VI-e: 8 pontos distribuídos nos contribuintes e na Lagoa de Saquarema; VI-f: 3 pontos distribuídos na Lagoa de Araruama VI – g: 10 pontos. Totalizando 41 pontos de monitoramento propostos.	
Metodologia resumida: **<u>Monitoramento Qualitativo</u>** **I. Seleção dos Parâmetros Indicadores de Qualidade** **II. Coletas** **<u>Monitoramento Quantitativo:</u>** medições de descarga líquida. Divulgação dos resultados**.**	
Cronograma de Implementação: Campanhas semestrais contínuas.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 7.198.220,67.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CBHLSJ-CT Monitoramento, ANA e empresa contratada.	

Ação B.2.2 – Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento para utilização no SSD	
Justificativa: Atualmente, a bacia não conta com um banco de dados consolidado que reúna as informações de monitoramento, o que dificulta o acesso e a análise de dados para a gestão hídrica. Há uma variedade de fontes de dados, mas essas informações estão dispersas, com formatos e critérios de qualidade diferentes. O objetivo desta ação é unificar esses dados, permitindo que sejam acessados de forma centralizada e transparente.	
Localização: Tem aplicação em toda a RH.	
Metodologia resumida: A metodologia para a criação e operação do banco de dados será organizada em etapas, visando garantir a padronização, qualidade e acessibilidade dos dados de monitoramento. As etapas para a implementação deste banco de dados estão detalhadas a seguir. I. Levantamento e Identificação das Fontes de Dados; II. Aquisição dos Dados; III. Padronização e Unificação dos Dados; IV. Criação do Banco de Dados; V. Metadados e Documentação; VI. Manual de Operação e Capacitação; VII. Disponibilização no SIGA São João.	
Cronograma de Implementação: Seis meses.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 175.991,42.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: INEA, CBHLSJ, CILSJ e empresa contratada.	

Ação B.3.1 – Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama	
Justificativa: A proposta do Ordenamento dos Usos da Lagoa de Araruama, apresentada no produto REP01, foi elaborada em oficina de forma participativa, ouvindo os atores envolvidos e apresentando resultados para reflexão e aprofundamento. Esta ação tem interação direta com a Câmara Técnica da Pesca Artesanal e da Aquicultura – CT Pesca.	
Localização: Cabo Frio, Arraial do Cabo, Araruama, São Pedro da Aldeia e Iguaba Grande.	
Metodologia resumida: A metodologia está dividida conforme as necessidades para implementação do plano de ordenamento dos usos da lagoa, sendo: I. Diagnóstico atualizado da Lagoa de Araruama; II. Proposição do Zoneamento da Lagoa; III. Elaboração do Planejamento urbano integrado; IV. Elaboração do balizamento para embarcações e levantamento sobre poluição sonora; V. Ações de Educação Ambiental; VI. Ações de Comunicação entre os usuários.	
Cronograma de Implementação: Demanda de avaliação para cada atividade.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 3.734.389,97.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBHLSJ e prefeituras municipais.	

Ação B.3.2 – Apoio à Fiscalização Integrada da Lagoa de Araruama	
Justificativa: A necessidade de intensificar a fiscalização na Lagoa de Araruama decorre de práticas ilegais que comprometem a sustentabilidade do ecossistema, como a grande incidência de pesca predatória durante o período de defeso e o uso de técnicas proibidas. Além disso, o descarte inadequado de efluentes sem tratamento e excesso de embarcações não registradas contribuem para a degradação ambiental da lagoa.	
Localização: A ação abrange os municípios no entorno da Lagoa de Araruama, a saber: Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia.	
Metodologia resumida: A ação será implementada em etapas estratégicas, garantindo suporte técnico, logístico e material às entidades competentes responsáveis pela fiscalização ambiental. I. Coordenação e Articulação; II. Suporte Técnico e Logístico; III. Fiscalização Integrada (Realizada pelas entidades competentes com apoio do CBHLSJ); IV. Monitoramento e Avaliação.	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em quatro trimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI-RJ
Estimativa de Custos: R$ 93.790,13.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBHLSJ, prefeituras municipais e guardas ambientais e secretarias de meio ambiente dos municípios envolvidos	

Ação B.3.3 – Apoio ao Turismo Ecológico de Uso Consciente dos Recursos Hídricos	
Justificativa: A partir das atrações e iniciativas turísticas na região, percebe-se que o turismo ligado a natureza é muito forte em toda a RH. Entretanto, essas iniciativas precisam ser fortalecidas ou voltadas para uma perspectiva de sustentabilidade para que possam influenciar a transformação do perfil do turismo na bacia.	
Localização: A ação será implementada em toda a RH-VI, com ênfase no litoral, onde concentram-se atrativos turísticos relacionados a atividades e natureza. No entanto, também se estenderá no restante da RH-VI, onde existem montanhas, trilhas ecológicas e parques. Assim, ocorrerá, principalmente nas UHPs VI-b, VI-g, VI-f e VI-e.	
Metodologia resumida: A metodologia para a implementação da ação será dividida em diferentes iniciativas descritas a seguir. I. Mapeamento de inciativas e oportunidades de ecoturismo na RH; II. Materiais e estruturas informativas; III. Capacitação e treinamento; IV. Elaboração de guia do ecoturismo; **V.** Incentivos e Fomento ao Turismo Sustentável.	
Cronograma de Implementação: Dois anos distribuídos em trimestres.	**Fontes de Financiamento:** MTur, MMA, SEAS-RJ, FUNBIO, FUMTUR, e organizações ambientais.
Estimativa de Custos: R$ 433.126,98	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBHLSJ e instituições parceiras	

Ação B.3.4 – Implementação do Plano de Abordagem Ecossistêmica na Gestão Costeira	
Justificativa: A partir das atrações e iniciativas turísticas na região, percebe-se que o turismo ligado a natureza é muito forte em toda a RH. Entretanto, essas iniciativas precisam ser fortalecidas ou voltadas para uma perspectiva de sustentabilidade para que possam influenciar a transformação do perfil do turismo na bacia.	
Localização: Região Costeira da Região Hidrográfica Lagos São João.	
Metodologia resumida: O planejamento incluiu a aplicação da **Matriz SMART** e da **Matriz 5W2H** para estruturar ações prioritárias, que são: 1. Elaboração de Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro; 2. Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro; 3. Política Regional de Educação Ambiental; 4. Nova sistemática de fiscalização costeira; 5. Plano de Comunicação Interinstitucional.	
Cronograma de Implementação: Requer avaliação para cada atividade.	**Fontes de Financiamento:** -
Estimativa de Custos: Custo contemplado por outras atividades ou atores.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBHLSJ, órgãos fiscalizadores e contratação de especialista.	

10.5 Eixo C - Políticas Setoriais

Ação C.1.1 – Identificação de Áreas Prioritárias para Restauração Ecológica em Articulação com outros Entes	
Justificativa: A articulação com outros entes e instituições assegura a integração e sinergia de diversas iniciativas, potencializando o impacto positivo dessas ações ao promover a colaboração e o compartilhamento de responsabilidades entre diferentes níveis de governo e organizações.	
Localização: AIPM e APRF da RH-VI.	
Metodologia resumida: Etapas propostas: I. Definição de Objetivos e Critérios II. Análise Espacial e Mapeamento III. Avaliação de Serviços Ecossistêmicos IV. Consultas e Participação Comunitária V. Identificação e Priorização de Áreas	
Cronograma de Implementação: Quatro anos.	**Fontes de Financiamento:** Recursos Provenientes da Compensação Ambiental.
Estimativa de Custos: R$ 3.111,06	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: CILSJ e CBH.	

Ação C.1.2 – Implantação de Projetos de Restauração Florestal	
Justificativa: O objetivo é estabelecer diretrizes e ações claras para a implementação de práticas que promovam a recuperação de áreas degradadas, a conservação da biodiversidade e a melhoria dos serviços ecossistêmicos. A definição de critérios e metodologias para priorização de áreas a serem restauradas, bem como a integração de práticas de conservação de solo e água, será fundamental para garantir o sucesso das intervenções.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Etapas: I. Promover Capacitações para Municípios, Agentes Públicos e Entidades Locais; II. Elaboração de Chamamento Público para Identificação de Entidades Parceiras; III. Elaboração de Estratégias para Engajar Proprietários Rurais e Empreendedores; IV. Fomentar a Implantação de Sistemas Agroflorestais.	
Cronograma de Implementação: Seis anos.	**Fontes de Financiamento:** Investidores de impacto, compensação ambiental, setor de saneamento, ICMS ecológico.
Estimativa de Custos: R$ 476.097,53.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: CBH, CILSJ e empresas contratadas.	

Ação C.1.3 – Acompanhamento de Uso do Solo e Estágio de Conservação de Florestas	
Justificativa: O monitoramento contínuo do uso do solo auxilia a compreender a distribuição dos usos da bacia hidrográfica ao longo do tempo, permitindo definir áreas com maior potencial erosivo, áreas sobre pressão antrópica, áreas com redução no estágio de conservação de florestas. Consequentemente é possível definir as áreas prioritárias a ações de proteção, recuperação e conservação e destinar esforços específicos a estes locais.	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: O acompanhamento de uso do solo e do estágio de conservação de florestas será feito através da execução de um estudo que visa identificar as classes de uso do solo e a sua alteração ao longo do tempo, assim como o atual estágio de conservação de florestas e um comparativo histórico. Esse estudo será realizado a cada 5 anos, através de um processo desenvolvido ao longo de 1 ano que inicia com a elaboração do Plano de Trabalho, seguida pela execução do estudo e finalizada com a entrega do relatório e divulgação pública.	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em quadrimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 128.687,81	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Envolvidas: CBH, CILSJ, INEA, instituições parceiras e empresas contratadas.	

Ação C.1.4 – Adoção de Práticas Mecânicas de Conservação de Água e do Solo	
Justificativa: A construção de um seminário para apresentação das experiências do Programa Produtor de (ANA) justifica-se pela necessidade de aprimorar a gestão hídrica na RH-VI, que enfrenta desafios crescentes relacionados à escassez de água, degradação do solo e perda de cobertura florestal em áreas estratégicas para a recarga de aquíferos. O *Programa Produtor de Água*, ao recompensar financeiramente produtores rurais que adotam práticas sustentáveis, apresenta-se como uma ferramenta eficaz para enfrentar esses desafios e promover a sustentabilidade hídrica. A replicação deste modelo pode gerar impactos positivos, contribuindo para o equilíbrio dos ecossistemas e a segurança hídrica regional.	
Localização: Em toda RH-VI, com foco primeiramente nas áreas prioritárias.	
Metodologia resumida: I. Realizar um seminário para apresentação das experiências do Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) II. Elaboração do tópico “Conservação de Solo” III. Elaboração de Chamamento Público para promover capacitações para gestores, técnicos e operadores de máquinas em adequação hidroambiental de estradas rurais nos municípios localizados em AIPM.	
Cronograma de Implementação: Primeiro ciclo ao longo de 5 anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 6.476,62.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: CBH, CILSJ, INEA e empresas contratadas.	

Ação C.1.5 – Implantação de Projetos e Programas de PSA e outros Mecanismos de Estímulo à Conservação Ambiental	
Justificativa: A adoção de um PSA pode incentivar práticas sustentáveis, como o manejo adequado do solo, a recuperação de áreas degradadas e a proteção de remanescentes florestais, garantindo benefícios para a disponibilidade hídrica, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos essenciais para a região.	
Localização: Em toda RH-VI, com foco primeiramente nas áreas prioritárias.	
Metodologia resumida: Etapas: I. Definição dos objetivos ambientais do Programa de PSA e das práticas elegíveis; II. Definição do arranjo institucional; III. Elaboração do Arcabouço Jurídico; IV. Definição dos aspectos econômico-financeiros; V. Articulação com agentes locais; VI. Elaboração de seleção pública de PSA; VII. Mobilização e cadastro das propriedades; VIII. Habilitação e hierarquização das propostas de adesão; IX. Elaboração dos projetos de PSA das propriedades selecionadas; X. Promoção de assistência técnica às propriedades selecionadas; XI. Acompanhamento da implantação das ações de PSA; XII. Eventos para capacitação e pagamento aos provedores de serviço ambiental.	
Cronograma de Implementação: Primeiro ciclo ao longo de 5 anos.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 1.001.589,11 para os primeiros 5 anos.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: CBH, CILSJ e instituições parceiras.	

Ação C.2.1 – Avaliação do Alcance de Metas de Saneamento pelos Municípios e Concessionárias	
Justificativa: A avaliação do alcance de metas de saneamento pelos municípios e Concessionárias é essencial para garantir a eficácia das políticas públicas de saneamento básico, conforme as diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), pela Lei nº 14.026/2020, o Novo Marco do Saneamento e o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (PERS-RJ).	
Localização: Em toda RH-VI.	
Metodologia resumida: Levantamento de dados quantitativos e qualitativos sobre os serviços de saneamento básico nos 13 municípios da bacia hidrográfica; análise comparativa dos dados coletados com as metas estabelecidas pelo PLANSAB, pela Lei nº 14.026/2020, pelo PERS-RJ e pelas metas contratuais; monitoramento contínuo e a reavaliação periódica dos serviços de saneamento; relatório final consolidará todos os resultados da avaliação.	
Cronograma de Implementação: Ação contínua.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: Sem custo associado.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: Concessionárias, prefeituras, ANA, agências reguladoras, instituições de ensino.	

Ação C.2.2 – Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos	
Justificativa: A Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos tem como objetivo central melhorar a qualidade das águas da bacia hidrográfica Lagos São João, reduzindo a quantidade de poluentes de diferentes origens que chegam aos corpos hídricos, que carreiam grandes quantidades de nutrientes, sedimentos e outros poluentes nos corpos d'água. Tais cargas poluidoras impactam a qualidade da água, promovendo a eutrofização e degradação dos ecossistemas aquáticos.	
Localização: A ação será desenvolvida nas áreas rurais e em pequenas comunidades e vilarejos da RH-VI, nos quais a infraestrutura de saneamento comumente é insuficiente e a concentração de cargas poluidoras é mais elevada.	
Metodologia resumida: A metodologia proposta será baseada em um conjunto de estratégias integradas, envolvendo monitoramento contínuo, acompanhamento da qualidade da água, implementação de sistemas de tratamento de esgoto, e promoção de boas práticas ambientais em áreas urbanas e rurais.	
Cronograma de Implementação: Ação contínua.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 1.396.589,38.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: Concessionárias, prefeituras, SEAS, CBH, órgãos vinculados a agropecuária.	

Ação C.2.3 – Promoção de Melhorias em Sistemas de Drenagem	
Justificativa: Para reduzir os danos causados, é essencial implementar estratégias que considerem o zoneamento das áreas de risco, o mapeamento das zonas de passagem das cheias e a adoção de medidas que visam a prevenção de novos eventos e a minimização das consequências futuras, assegurando a qualidade de vida da população e a preservação da infraestrutura local. Dessa forma, promover melhorias nos sistemas de drenagem, adaptando as soluções de acordo com as características locais, é vital para prevenir maiores danos à população e garantir a sustentabilidade das áreas urbanas.	
Localização: A ação será implementada nos municípios da RH-VI, com foco especial nas áreas urbanas com maior incidência de alagamentos e inundações.	
Metodologia resumida: Etapas: I. **Monitoramento contínuo** com coleta de dados em tempo real e sistema de alerta para cheias. II. **Zoneamento das áreas de risco** com base em eventos históricos e modelagem hidrodinâmica. III. **Mapeamento das áreas inundáveis** e definição de regras de ocupação. IV. **Manutenção e melhoria da drenagem** existente; implantação de coletores separadores em novas áreas urbanizadas. V. **Estudos técnicos** sobre drenagem, gestão de risco e aproveitamento de água da chuva, com soluções baseadas na natureza. VI. **Educação e participação comunitária** para conscientização e cumprimento das diretrizes.	
Cronograma de Implementação: Ação contínua.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 1.917.857,55.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: CBH, defesa civil, prefeituras municipais, imprensa e instituições de ensino.	

Ação C.2.4 – Apoio à Promoção da Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais de Drenagem	
Justificativa: A ação citada é crucial para a proteção e melhoria da qualidade dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica Lagos São João. O objetivo principal é recuperar e manter a permeabilidade dos solos e a capacidade de infiltração, controlar a erosão e reduzir a carga de sedimentos nos cursos d'água da bacia. Com o aumento do assoreamento e a deterioração das condições dos rios e canais, a capacidade de drenagem é comprometida, resultando em maiores riscos de inundações e impactos negativos para o meio ambiente e as comunidades.	
Localização: As ações de limpeza e desassoreamento serão realizadas em rios e canais de drenagem ao longo da Bacia Hidrográfica Lagos São João, com foco especial em áreas identificadas como críticas devido ao acúmulo de sedimentos e degradação do solo.	
Metodologia resumida: I. Levantamento detalhado; II. Integração com o programa Limpa Rio; III. Campanhas de conscientização.	
Cronograma de Implementação: Ação contínua.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 442.646,77.	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Envolvidas: Prefeituras municipais, INEA e comunidade local.	

Ação C.3.1 – Produção de Material Didático-pedagógico e informativo/publicitário	
Justificativa: É importante ressaltar a necessidade de expandir a conscientização e o engajamento da sociedade na proteção dos recursos hídricos. A região enfrenta desafios significativos, como a poluição dos corpos d'água, a pressão sobre os recursos naturais e a necessidade de garantir os usos múltiplos das águas. Esses materiais deverão disseminar informações claras e acessíveis sobre a importância da gestão da bacia hidrográfica, os impactos das ações humanas sobre os recursos hídricos, e as boas práticas de conservação.	
Localização: Em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: I. Diagnóstico e levantamento de informações II. Identificação do público-alvo III. Elaboração do conteúdo IV. Desenvolvimento visual, *design* e produção de materiais V. Revisão e validação	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em seis bimestres.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 102.600,00.	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBH e empresa contratada.	

Ação C.3.2 – Integração com Secretarias Municipais de Educação para Realização de Ações e Projetos de Educação Ambiental	
Justificativa: É importante ressaltar a necessidade de expandir a conscientização e o engajamento da sociedade na proteção dos recursos hídricos. A região enfrenta desafios significativos, como a poluição dos corpos d'água, a pressão sobre os recursos naturais e a necessidade de garantir os usos múltiplos das águas. Esses materiais deverão disseminar informações claras e acessíveis sobre a importância da gestão da bacia hidrográfica, os impactos das ações humanas sobre os recursos hídricos, e as boas práticas de conservação.	
Localização: Em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: Etapas mínimas: I. Mapeamento e Diagnóstico Inicial; II. Criação de parcerias e acordos; III. Desenvolvimento de conteúdos e capacitação; IV. Implementação de projetos piloto; V. Expansão e sustentabilidade; VI. Divulgação e Sensibilização.	
Cronograma de Implementação: Atividades semestrais ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** baseada em parcerias e cooperação.
Estimativa de Custos: Contemplada pelo orçamento Ação A.1.2.	**Prioridade:** Baixa.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBH e secretarias de educação.	

Ação C.3.3 – Integração com Secretarias Municipais de Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações conjuntas	
Justificativa: É fundamental a integração entre as secretarias de meio ambiente da bacia hidrográfica e o CBH LSJ é a instituição mais indicada para promover tal integração, portanto, o plano de ações torna-se fundamental para o desenvolvimento e execução dessa atividade.	
Localização: Em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: As etapas mínimas da metodologia proposta são: 1. Mapeamento das ações em andamento; 2. Fórum de integração; 3. Capacitação e treinamento; 4. Desenvolvimento de acordos de cooperação; 5. Monitoramento e avaliação; 6. Indicadores de desempenho.	
Cronograma de Implementação: Atividades semestrais ao longo de três anos.	**Fontes de Financiamento:** Sem necessidade de aporte.
Estimativa de Custos: Sem investimento previsto.	**Prioridade:** Média.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBH e SMMAs.	

Ação C.3.4 – Orientações e diretrizes para elaboração do plano de Educação Ambiental	
Justificativa: A Educação Ambiental é um dos pilares mais importantes para gestão e governança de uma bacia hidrográfica. As orientações mínimas para o desenvolvimento de um programa de educação ambiental é parte fundamental do plano de recursos hídricos.	
Localização: Em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: A seguir apresenta-se as etapas e metodologia para elaboração do programa de educação ambiental do comitê de bacia hidrográfica Lagos São João. 1. Articulação com as políticas públicas; 2. Enfoque na gestão participativa; 3. Educação para a sustentabilidade; 4. Valorização dos saberes locais; 5. Descentralização e regionalização; 6. Promoção da conscientização e sensibilização; 7. Capacitação e formação continuada; 8. Instrumentos pedagógicos diversificados; 9. Apoio à pesquisa e inovação; 10. Monitoramento e avaliação.	
Cronograma de Implementação: Atividades bimestrais ao longo de um ano.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 356.491,68.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBH e empresa contratada.	

10.6 Eixo D - Inovação e Pesquisas

Ação D.1.1 – Estudo de Áreas Susceptíveis à Inundação em Toda RH-VI	
Justificativa: Essa ação tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre as áreas suscetíveis à inundação na RH-VI, fortalecendo a segurança hídrica e a resiliência das comunidades locais. Estudos aprofundados permitirão subsidiar decisões estratégicas relacionadas ao planejamento urbano e à gestão de desastres, contribuindo para a sustentabilidade e a qualidade de vida na região. A experiência de Silva Jardim servirá como base para replicar boas práticas em outros municípios, promovendo uma gestão integrada e preventiva dos recursos hídricos da RH-VI.	
Localização: A ação será implementada nos municípios da RH-VI que já sofreram eventos de inundação documentados e que ainda não possuem mapeamento das áreas suscetíveis.	
Metodologia resumida: O mapeamento das áreas inundadas deverá seguir um padrão metodológico, garantindo a consistência técnica em todos os estudos. No entanto, serão consideradas as especificidades de cada município, de forma a atender às características e necessidades locais. A metodologia foi apresentada de forma geral, contemplando etapas que poderão ser ajustadas conforme a realidade de cada região. 1. Caracterização geral; 2. Levantamento de campo; 3. Estudos hidrológicos; 4. Modelagem Hidrodinâmica e mapeamento do perigo à inundação.	
Cronograma de Implementação: Dez meses.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI-RJ
Estimativa de Custos: R$ 596.762,37.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CILSJ, CBH, empresa contratada, prefeituras, universidades locais.	

Ação D.1.2 – Observatório das Mudanças Climáticas	
Justificativa: A condução de um Observatório é adequada para instituições de ensino superior ou organizações sociais de natureza técnica, pois exige uma constância de procedimentos, rigor científico no tratamento dos dados e uma postura reconhecida de isenção de interesses. Por isso, é interessante que seja contratada e não executada pelo Governo estadual.	
Localização: Em toda a RH-VI.	
Metodologia resumida: As atividades de um observatório são: 1. Coleta de Dados; 2. Monitoramento Contínuo; 3. Análise e Interpretação; 4. Apresentação das Informações.	
Cronograma de Implementação: Ação contínua.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI.
Estimativa de Custos: R$ 2.146.200,00 para quinze anos ou R$ 138.000,00 anuais e reinvestimento em equipamentos de R$ 18.500,00 a cada cinco anos.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: Grupos de pesquisas, escolas técnicas e instituições de ensino.	

Ação D.2.1 – Realização de Estudos Ecológicos Contínuos e de Recursos Pesqueiros	
Justificativa: Buscando auxiliar na realização de um diagnóstico ecológico contínuo e com o objetivo de garantir a prática sustentável da pesca, principalmente a manutenção da pesca tradicional e de subsistência, faz-se necessária a realização de estudos ecológicos contínuos e de recursos pesqueiros. Estes estudos buscam identificar a introdução de espécies exóticas e a competição com espécies nativas, a diversidade e quantidade de espécies nativas presentes e a sua manutenção ao longo do tempo assim como auxiliar no monitoramento dos recursos pesqueiros e da prática pesqueira.	
Localização: A ação será realizada com ênfase nas regiões pesqueiras da RH-VI, localizadas na costa marítima e lagunar.	
Metodologia resumida: As atividades de um observatório são: 1. Elaboração do Termo de Referência: Plano de Estudos e Definição de Critérios; 2. Definição de Recursos e Contratação; 3. Realização dos Estudos; 4. Publicação e Divulgação.	
Cronograma de Implementação: Dois anos e meio.	**Fontes de Financiamento:** FUNDRHI, FUNBIO, BNDES e organizações ambientais.
Estimativa de Custos: R$ 366.023,22.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: CILSJ, CBH, empresa executora, instituições parceiras.	

Ação D.2.2 – Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia	
Justificativa: A promoção de parcerias com universidades e instituições de ensino, pesquisa e tecnologia é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. Estas parcerias não apenas incentivam o desenvolvimento científico e tecnológico, mas também promovem a melhoria contínua das práticas de gestão hídrica.	
Localização: As parcerias devem ser estabelecidas com instituições que já desenvolvem estudos, pesquisas e projetos relacionadas à bacia Lagos São João, bem como instituições que possuem potencial de desenvolvimento técnico-científico.	
Metodologia resumida: Estabelecer dois grupos de trabalho responsáveis pelas etapas descritas a seguir: I. Reconhecimento de possíveis parcerias; II. Proposta; III. Mobilização; IV. Formalização das parcerias; V. Desenvolvimento de projetos; **VI.** Resultados.	
Cronograma de Implementação: Um ano distribuído em seis bimestres.	**Fontes de Financiamento:** CNPq, CAPES e FINEP
Estimativa de Custos: R$ 664.969,85.	**Prioridade:** Alta.
Instituições Envolvidas: INEA, CBH e GTs.	

10.7 Vinculação Entre Ações

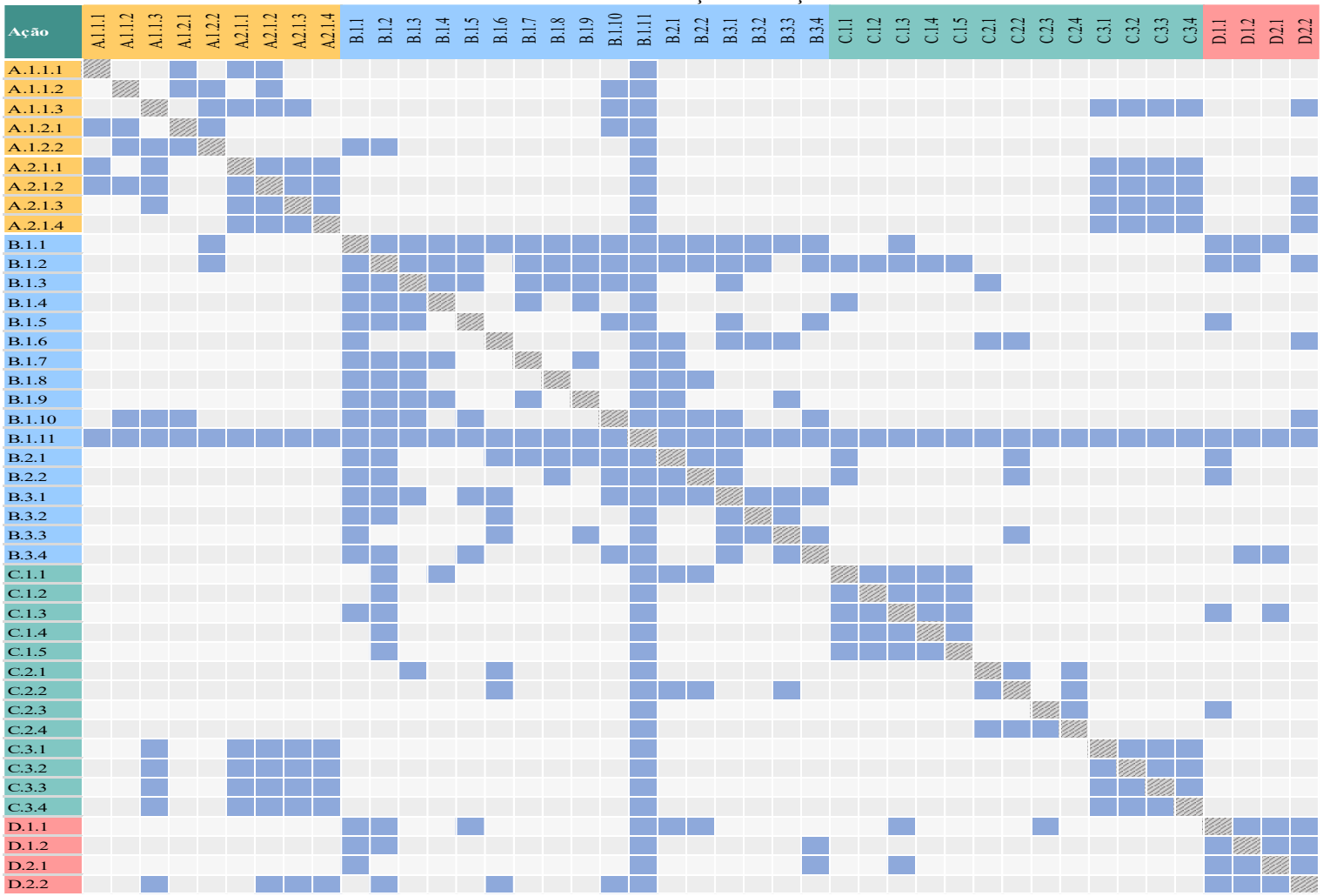
No presente capítulo, são detalhadas as principais inter-relações entre as ações propostas na revisão do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI, com a identificação de ações que se complementam mutuamente e suas correlações. O propósito dessa análise é evidenciar as ações cuja implementação é estratégica não apenas para o cumprimento de seus próprios objetivos e metas, mas também para viabilizar e fortalecer a execução de outras ações com as quais mantêm vínculo.

Conforme já apresentado, o plano foi estruturado em eixos, programas, ações e sub-ações. Algumas ações apresentam conexões diretas ou indiretas entre si, a depender de suas naturezas e objetivos, podendo estar inseridas no mesmo eixo ou em eixos distintos. Em diversos casos, os resultados gerados por uma ação constituem insumos fundamentais para a implementação de outra, configurando uma lógica de encadeamento e interdependência entre as ações propostas. Diante disso, torna-se imprescindível que cada ação seja executada conforme os prazos definidos no cronograma, sobretudo aquelas cuja execução condiciona o andamento de outras, a fim de evitar atrasos significativos e garantir a efetiva implementação do plano como um todo.

É fundamental que o PRH seja compreendido como um instrumento único e integrado de planejamento, mesmo que suas ações estejam sob a responsabilidade de diferentes instituições ou atores. A elaboração do plano seguiu uma abordagem sistêmica e integrada, e sua execução deve refletir essa mesma lógica. Essa é, inclusive, uma das razões pelas quais os processos de pactuação e negociação entre os agentes envolvidos são elementos-chave para o êxito do plano, promovendo uma atuação coordenada e sinérgica.

Nesse contexto, com o objetivo de facilitar a compreensão da correlação entre as ações, apresenta-se a Tabela 4.1, que corresponde à matriz de vinculação entre todas as ações que compõem o Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João.

Tabela 10.12 - Vinculação entre ações.



Fonte: Elaboração própria.

Conforme pode ser observado na matriz de vinculação, praticamente todas as atividades que promovem a implementação do Plano de Ação da RH-VI imprescindem das ações do Eixo B, especialmente dos **Programas B.1 – Implementação dos Instrumentos de Gestão e Segurança Hídrica** e **B.2 – Monitoramento Qualiquantitativo**. Ambos os programas versam sobre a obtenção de dados, seja pelo monitoramento, consolidação ou estudos, e sobre a própria implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, atributos que fundamentam suas relevâncias para as demais ações.

As ações do Eixo A (Articulação Institucional) relacionam-se de forma direta majoritariamente entre si. Entretanto, são o cerne organizacional das demais. Destaca-se a **Ação A.2.1 – Plano de Comunicação Social**, que impacta diretamente as ações do seu e dos demais eixos. Além disso, ações efetivas de comunicação promovem interesse e engajamento social, de forma que se tornam ferramentas importantes para sanar uma das grandes fragilidades da bacia, a falta de representatividade igualitária dos setores no comitê (**Sub-ação A.1.1.1 – Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ**).

A **Ação B.1.1 – Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão** é transversal a uma grande quantidade de ações na medida em que compõe a base do banco de dados, de informações e de análises cruciais para a tomada de decisão no âmbito da gestão de recursos hídricos. A Atualização da Gestão com a construção de um SSD dinâmico, que contenha curvas de evolução, tendências e atendimento a critérios normativos, e seja atualizado à medida que as ações do Plano forem sendo desenvolvidas permite que os usuários acessem estes dados e consigam manipulá-los de forma autônoma e desburocratizada. Ainda, um SSD nivela o conhecimento dos usuários, à medida que democratiza as análises e simulações de cenários. O SSD necessitará estar integrado ao SIG da bacia (**Ação B.1.2 – Atualização Contínua do Sistema de Informações Geográficas**), ao sistema de gestão de captações (**Ação B.1.3 – Acompanhamento de Concessão de Outorgas**) e às atividades de monitoramento e consolidação de dados de outras fontes (**Ação B.2.1 – Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água Superficial** e **Ação B.2.2 – Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento para utilização no SSD**). Para que os objetivos sejam atendidos é crucial que haja dedicação permanente na atualização do portal SIG, com a disponibilização das informações geradas, seja pelo monitoramento, seja por estudos contratados. Estes deverão prever a disponibilização de

seus resultados com banco de dados em formato pré definido pelo comitê de forma que facilite a sua inclusão no banco.

No âmbito da promoção da adaptação às mudanças climáticas, é de suma importância que existam esforços dedicados ao acompanhamento dos impactos na Região. A **Ação D.1.2 - Observatório das Mudanças Climáticas** e **Ação D.2.2 – Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia** foram propostas com o intuito de estarem atreladas entre si, de forma que, através do engajamento da comunidade acadêmica, o conhecimento técnico possa ser traduzido em informação acessível e em proposição de iniciativas. Para estas avaliações, serão utilizadas as séries históricas e os dados gerados no monitoramento, ambos advindos da **Ação B.2.1 – Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água Superficial** e da **Ação B.2.2 – Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento para utilização no SSD**. Além do repasse para a sociedade, estes trabalhos deverão ser difundidos entre a própria comunidade acadêmica, de forma que se evite a sobreposição de escopo de trabalhos e se otimize os recursos financeiros (**Sub-ação A.1.1.3 – Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH**).

Os desafios associados à qualidade da água da RH são complexos e assim também devem ser as propostas de solução. Promover a proteção de nascentes, bem como áreas de recarga dos aquíferos devem fazer parte das ações de conservação do uso do solo, como propõem as ações do **Programa C.1 – Restauração Ecológica e Preservação Ambiental**. Os corpos hídricos têm caraterísticas específicas ao longo de seus cursos, e assim devem ser as ações propostas. Enquanto aquelas, do Programa C.1, têm como foco porções mais a montante das bacias, as ações **B.2.1 – Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água Superficial** e **B.2.2 – Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento para utilização no SSD** tratam diretamente do acompanhamento da qualidade. Apenas com uma rede representativa com amostragens de parâmetros relevantes é possível acompanhar a efetividade das intervenções propostas. Para além do monitoramento, ter um programa de Educação Ambiental (C.3) estruturado com a pactuação de diferentes setores, que ajam dentro de seus escopos para promover a conservação ambiental permite que os resultados positivos das ações deste e dos demais eixos do Plano sejam multiplicados.

Outro aspecto de grande impacto na qualidade da água é o lançamento de efluentes. Se por parte dos usuários da Lagoa Araruama, por exemplo, não há interesse em priorizar o lançamento aquém dos demais usos, por parte das concessionárias há a necessidade da disposição. Faz-se necessário que o tema seja tratado, portanto, com uma abordagem integrada desde a geração, ao tratamento e disposição final. Hoje em dia, as soluções adotadas são emergenciais. Assim, a **Ação B.1.6 – Criação de GT para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes domésticos** propõe um ambiente de discussão para que proposições estruturais sejam criadas, de forma que o problema não seja apenas remediado.

O conflito dos usos na Lagoa de Araruama é um dos grandes desafios da gestão da RH-VI. As características únicas da Lagoa associadas a variedades de tipologias de uso montam um cenário de desafios que demandam dedicação exclusiva para construção de soluções. Assim, elaborou-se o Plano Complementar de Ordenamento dos Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama e a execução das suas propostas é indicada na **Ação B.3.1 – Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama**. Essa ação visa abarcar com a demanda do ordenamento de forma propositiva e participativa.

Nesse mesmo sentido, foi construído o Plano de Abordagem Ecossistêmica da Gestão Costeira. Através de uma extensa pesquisa bibliográfica e busca por referências, elencou-se possibilidades de integração da gestão da região costeira no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Lagos São João a partir da consideração dos serviços ecossistêmicos gerados por essa região. A preocupação de inserção da região costeira e de seus serviços ecossistêmicos na revisão do PRH deve ser exaltada pelo seu ineditismo e por possibilitar um acoplamento mais claro entre a gestão dos recursos hídricos continentais e a porção exutória da bacia. Assim, a **Ação B.3.4 – Implementação do Plano de Abordagem Ecossistêmica na Gestão Costeira** propõe a execução das proposições do Plano Complementar.

Por fim, como identificado no Relatório de Prognóstico, o Capital Intelectual é uma das grandes forças da RH. Incentivar e promover um ambiente favorável à integração entre a produção acadêmica e a gestão de recursos hídricos são os objetivos gerais das ações propostas no EIXO D – INOVAÇÃO E PESQUISAS. Enquanto o Programa D.1 mira na prevenção através do de estudos de eventos extremos e mudanças climáticas, o Programa D.2 busca a inovação a partir da pesquisa e parceria contínua com as Universidades.

10.8 Plano de Investimento e Cronograma de Implementação

A revisão do Plano possibilitou a identificação de lacunas e possibilidades de melhorias na gestão dos recursos hídricos da bacia. A reorganização das UHPs permitiu que cada porção da RH tivesse suas especificidades ambientais, hidrológicas e territoriais representadas e, por conseguinte, suas demandas assistidas na proposição das ações do novo Plano.

O novo Plano da RH-VI conta ainda com dois Planos Complementares: o Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama e o Plano de Abordagem Ecossistêmica na Gestão Costeira. Assim, esta revisão atende integralmente o objetivo geral e os objetivos específicos apresentados no Termo de Referência.

Das 43 ações, 15 são contínuas ao longo de todo o horizonte de planejamento (até o ano de 2040), limite do planejamento. O número máximo de ações em execução de forma concomitante é 28.

Em relação à priorização, foram utilizadas as conclusões das oficinas de planejamento realizadas ao longo do desenvolvimento do Plano e na avaliação técnica da equipe contratada. A priorização das ações do Plano é apresentada na **Tabela 9.1**.

Tabela 10.13 - Distribuição das ações por prioridade

Cód.	Nome da Ação	Prioridade
A.1.1.1	Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ	Alta
A.1.1.2	Capacitação Contínua de Membros do CBHLSJ e Colaboradores da Entidade Delegatária	Média
A.1.1.3	Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH	Baixa
A.1.2.1	Estruturação da Entidade Delegatária	Alta
A.1.2.2	Garantia da Segurança da Informação e Acervo Técnico	Alta
A.2.1.1	Elaboração do Plano de Comunicação Social	Alta
A.2.1.2	Cobertura e Divulgação de Ações e Projetos do CBHLSJ, ou Eventos que Membros do CBHLSJ Participem	Média
A.2.1.3	Ações de Parceria com Meios de Comunicação	Baixa
A.2.1.4	Gerenciamento dos meios de comunicação	Baixa
B.1.1	Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão	Alta
B.1.2	Atualização Contínua do SIG	Alta
B.1.3	Acompanhamento de Concessão de Outorgas	Alta
B.1.4	Cadastramento de Barragens na RH VI	Média
B.1.5	Ações de Ordenamento e Regularização do Uso da Água em Corpos Hídricos	Alta
B.1.6	Criação de GT para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes domésticos	Alta

Cód.	Nome da Ação	Prioridade
B.1.7	Avaliação do Reservatório de Juturnaíba para Segurança Hídrica	Alta
B.1.8	Gerenciamento das Águas Subterrâneas	Alta
B.1.9	Realização de Estudos para Aumento da Oferta Hídrica com medidas estruturais	Média
B.1.10	Discussão da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	Média
B.1.11	Manual Operativo do Plano	Alta
B.2.1	Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água	Alta
B.2.2	Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento	Média
B.3.1	Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama	Alta
B.3.2	Apoio à Fiscalização Integrada da Lagoa de Araruama	Alta
B.3.3	Apoio ao Turismo Ecológico de Uso Consciente dos Recursos	Média
B.3.4	Implementação do Plano de Abordagem Ecossistêmica	Alta
C.1.1	Identificação de Áreas Prioritárias para Restauração Ecológica em Articulação com outros Entes	Média
C.1.2	Implantação de Projetos de Restauração Florestal	Média
C.1.3	Acompanhamento de Uso do Solo e Estágio de Conservação de Florestas	Baixa
C.1.4	Adoção de Práticas Mecânicas de Conservação de Água e do Solo	Média
C.1.5	Implantação de Projetos e Programas de PSA e outros Mecanismos de Estímulo à Conservação Ambiental	Média
C.2.1	Avaliação do Alcance de Metas de Saneamento pelos Municípios e Concessionárias	Alta
C.2.2	Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos	Baixa
C.2.3	Promoção de Melhorias em Sistemas de Drenagem	Alta
C.2.4	Apoio à Promoção da Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais de Drenagem	Média
C.3.1	Produção de Material Didático-pedagógico e informativo/publicitário	Baixa
C.3.2	Integração com Secretarias Municipais de Educação para Realização de Ações e Projetos de EA	Baixa
C.3.3	Integração com Secretarias Municipais de Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações conjuntas	Média
C.3.4	Orientações e diretrizes para elaboração do plano de Educação Ambiental	Alta
D.1.1	Estudo de Áreas Susceptíveis à Inundação em Toda RH VI	Alta
D.1.2	Observatório de Mudanças Climáticas	Alta
D.2.1	Realização de Estudos Ecológicos Contínuos e de Recursos	Alta
D.2.2	Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia	Alta

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A partir da priorização das ações e dos prazos de execução que foram estabelecidos para cada uma delas, foi possível elaborar o cronograma físico para todo o horizonte de planejamento (2025 – 2040) da revisão do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI, conforme apresentado na Tabela 9.2.

A Tabela 9.3 apresenta o orçamento previsto para a implementação das ações propostas neste plano. Ressalta-se que a proposta orçamentária está alinhada à projeção de arrecadação proveniente da cobrança pelo uso de recursos hídricos na RH-VI, o que garante sustentabilidade financeira e amplia a viabilidade de efetivação do plano.

Embora outras fontes de financiamento possam ser consideradas, estima-se que, com a cobrança prevista — calculada em uma média de R$ 3 milhões anuais —, ao longo dos 15 anos de vigência do plano seja possível arrecadar mais de R$ 45 milhões, valor suficiente para garantir o aporte necessário à execução das ações propostas.

Tabela 10.14 - Cronograma das ações da revisão do PRH da RH-VI entre 2025 a 2040

Programa	Ação	Identificação	INÍCIO	TÉRMINO	Prioridade	Anos	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Eixo A – Articulação Institucional																						
Fortalecimento Institucional	A.1.1.1	Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ	2025	2026	Alta	1																
	A.1.1.2	Capacitação Contínua de Membros do CBHLSJ e Colaboradores da Entidade Delegatária	2025	2040	Média	15																
	A.1.1.3	Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH	2028	2040	Baixa	13																
	A.1.2.1	Estruturação da Entidade Delegatária	2025	2026	Alta	1																
	A.1.2.2	Garantia da Segurança da Informação e Acervo Técnico	2025	2026	Alta	1																
Comunicação Social	A.2.1.1	Elaboração do Plano de Comunicação Social	2025	2028	Alta	3																
	A.2.1.2	Cobertura e Divulgação de Ações e Projetos do CBHLSJ, ou Eventos que Membros do CBHLSJ Participem	2029	2031	Média	3																
	A.2.1.3	Ações de Parceria com Meios de Comunicação	2032	2034	Baixa	3																
	A.2.1.4	Gerenciamento dos meios de comunicação	2035	2037	Baixa	3																
Eixo B – Gerenciamento de Recursos Hídricos																						
Implementação dos Instrumentos de Gestão	B.1.1	Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão	2025	2040	Alta	15																
	B.1.2	Atualização Contínua do SIG	2025	2030	Alta	4																
	B.1.3	Acompanhamento de Concessão de Outorgas	2025	2040	Alta	15																
	B.1.4	Cadastramento de Barragens na RH VI	2028	2028	Média	1																
	B.1.5	Ações de Ordenamento e Regularização do Uso da Água em Corpos Hídricos	2025	2026	Alta	1																
	B.1.6	Criação de GT para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes domésticos	2025	2040	Alta	16																
	B.1.7	Avaliação do Reservatório de Juturnaíba para Segurança Hídrica	2025	2026	Alta	1																
	B.1.8	Gerenciamento das Águas Subterrâneas	2025	2040	Alta	15																
	B.1.9	Realização de Estudos para Aumento da Oferta Hídrica com medidas estruturais	2028	2028	Média	1																
	B.1.10	Discussão da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	2027	2040	Média	14																
	B.1.11	Manual Operativo do Plano	2025	2026	Alta	1																
Monitoramento Qualitativo	B.2.1	Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água	2025	2040	Alta	15																
	B.2.2	Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento	2028	2028	Média	1																
Ordenamento de Usos Múltiplos e Gerenciamento	B.3.1	Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama	2025	2040	Alta	15																
	B.3.2	Apoio à Fiscalização Integrada da Lagoa de Araruama	2027	2027	Alta	1																
	B.3.3	Apoio ao Turismo Ecológico de Uso Consciente dos Recursos	2028	2029	Média	2																
	B.3.4	Implementação do Plano de Abordagem Ecossistêmica	2025	2040	Alta	15																
Eixo C – Políticas Setoriais																						
Restauração Ecológica	C.1.1	Identificação de Áreas Prioritárias para Restauração Ecológica em Articulação com outros Entes	2028	2031	Média	4																
	C.1.2	Implantação de Projetos de Restauração Florestal	2030	2033	Média	4																

Programa	Ação	Identificação	INÍCIO	TÉRMINO	Prioridade	Anos	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	C.1.3	Acompanhamento de Uso do Solo e Estágio de Conservação de Florestas	2028	2038	Baixa	10																
	C.1.4	Adoção de Práticas Mecânicas de Conservação de Água e do Solo	2028	2029	Média	2																
	C.1.5	Implantação de Projetos e Programas de PSA e outros Mecanismos de Estímulo à Conservação Ambiental	2028	2038	Média	5																
Saneamento e Drenagem Urbana	C.2.1	Avaliação do Alcance de Metas de Saneamento pelos Municípios e Concessionárias	2025	2035	Alta	10																
	C.2.2	Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos	2028	2040	Baixa	13																
	C.2.3	Promoção de Melhorias em Sistemas de Drenagem	2025	2035	Alta	10																
	C.2.4	Apoio à Promoção da Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais de Drenagem	2030	2039	Média	10																
Educação Ambiental	C.3.1	Produção de Material Didático-pedagógico e informativo/publicitário	2028	2028	Baixa	1																
	C.3.2	Integração com Secretarias Municipais de Educação para Realização de Ações e Projetos de EA	2028	2030	Baixa	3																
	C.3.3	Integração com Secretarias Municipais de Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações conjuntas	2028	2030	Média	3																
	C.3.4	Orientações e diretrizes para elaboração do plano de Educação Ambiental	2025	2026	Alta	1																
Eixo D – Inovação e Pesquisa																						
Prevenção e Resposta a Eventos Hidrológicos Extremos	D.1.1	Estudo de Áreas Susceptíveis à Inundação em Toda RH VI	2025	2026	Alta	1																
	D.1.2	Observatório de Mudanças Climáticas	2025	2040	Alta	15																
Inovação e Pesquisa	D.2.1	Realização de Estudos Ecológicos Contínuos e de Recursos	2025	2028	Alta	2,5																
	D.2.2	Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia	2025	2026	Alta	1																
					Ações em execução		23	24	14	28	22	20	19	17	17	16	14	13	14	13	12	12

Fonte: Elaboração própria, 2025.

Tabela 10.15 – Orçamento do plano.

Eixo	Programa	Ação	Sub-ação	Descrição	Valor da Ação	Valor do Programa	Valor do Eixo
(A) ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL	Fortalecimento Institucional	A.1.1	A.1.1.1	Incentivo à Representatividade Igualitária entre Setores do CBHLSJ	R$ 391.432,21	R$ 2.433.030,57	R$ 3.164.498,73
			A.1.1.2	Capacitação Contínua de Membros do CBHLSJ e Colaboradores da Entidade Delegatária	R$ 231.746,05		
			A.1.1.3	Promoção de Eventos Técnicos-científicos Para Discussão de Assuntos Relacionados à Gestão de RH	R$ 146.848,29		
		A.1.2	A.1.2.1	Estruturação da Entidade Delegatária	R$ 1.389.082,11		
			A.1.2.2	Garantia da Segurança da Informação e Acervo Técnico	R$ 273.921,91		
	Comunicação Social	A.2.1	A.2.1.1	Elaboração do Plano de Comunicação Social	R$ 692.228,16	R$ 731.468,16	
			A.2.1.2	Cobertura e Divulgação de Ações e Projetos do CBHLSJ, ou Eventos que Membros do CBHLSJ Participem	R$ 39.240,00		
			A.2.1.3	Ações de Parceria com Meios de Comunicação	R$ -		
			A.2.1.4	Gerenciamento dos meios de comunicação	R$ -		
(B) GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	Implementação dos Instrumentos de Gestão	B.1.1	-	Atualização da Gestão - Sistema de Suporte à decisão	R$ 331.203,78	R$ 14.668.859,62	R$ 26.304.378,79
		B.1.2	-	Atualização Contínua do Sistema de Informações Geográficas	R$ 152.248,66		
		B.1.3	-	Acompanhamento de Concessão de Outorgas	R$ -		
		B.1.4	-	Cadastramento de Barragens na RH VI	R$ 266.259,48		
		B.1.5	-	Ações de Ordenamento e Regularização do Uso da Água em Corpos Hídricos	R$ 345.754,14		
		B.1.6	-	Criação de ambiente para discussão sobre as alternativas para lançamento dos efluentes	R$ -		
		B.1.7	-	Avaliação do Reservatório de Juturnaíba para Segurança Hídrica	R$ 532.060,34		
		B.1.8	-	Gerenciamento das Águas Subterrâneas	R$ 8.295.000,00		
		B.1.9	-	Realização de Estudos para Aumento da Oferta Hídrica com medidas estruturais	R$ 4.481.274,39		
		B.1.10	-	Discussão da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	R$ 115.058,83		
		B.1.11	-	Manual Operativo do Plano	R$ 150.000,00		
	Monitoramento Qualitativo	B.2.1	-	Implantação de Rede de Monitoramento de Qualidade e Quantidade da Água	R$ 7.198.220,67	R$ 7.374.212,09	
		B.2.2	-	Obtenção de Dados de Outras Fontes e Criação de um Banco de Dados de Monitoramento	R$ 175.991,42		
	Ordenamento de Usos Múltiplos e Gerenciamento Costeiro	B.3.1	-	Implementação do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Lagoa de Araruama	R$ 3.734.389,97	R$ 4.261.307,08	
		B.3.2	-	Apoio à Fiscalização Integrada da Lagoa de Araruama	R$ 93.790,13		
		B.3.3	-	Apoio ao Turismo Ecológico de Uso Consciente dos Recursos	R$ 433.126,98		
(C) POLÍTICAS SETORIAIS	Restauração Ecológica e Preservação Ambiental	C.1.1	-	Identificação de Áreas Prioritárias para Restauração Ecológica em Articulação com outros Entes	R$ 3.111,12	R$ 1.632.524,03	R$ 5.848.709,41
		C.1.2	-	Implantação de Projetos de Restauração Florestal	R$ 476.097,53		
		C.1.3	-	Acompanhamento de Uso do Solo e Estágio de Conservação de Florestas	R$ 128.687,81		
		C.1.4	-	Adoção de Práticas Mecânicas de Conservação de Água e do Solo	R$ 6.476,62		
		C.1.5	-	Implantação de Projetos e Programas de PSA e outros Mecanismos de Estímulo à Conservação Ambiental	R$ 1.018.150,95		
	Saneamento e Drenagem Urbana	C.2.1	-	Avaliação do Alcance de Metas de Saneamento pelos Municípios e Concessionárias	R$ -	R$ 3.757.093,70	
		C.2.2	-	Promoção de Ações e Projetos para Redução da Carga Poluidora em Corpos Hídricos	R$ 1.396.589,39		
		C.2.3	-	Promoção de Melhorias em Sistemas de Drenagem	R$ 1.917.857,54		
		C.2.4	-	Apoio à Promoção da Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais de Drenagem	R$ 442.646,77		
	Educação Ambiental	C.3.1	-	Produção de Material Didático-pedagógico e informativo/publicitário	R$ 102.600,00	R$ 459.091,68	
		C.3.2	-	Integração com Secretarias Municipais de Educação para Realização de Ações e Projetos de EA	R$ -		

Eixo	Programa	Ação	Sub-ação	Descrição	Valor da Ação	Valor do Programa	Valor do Eixo
		C.3.3	-	Integração com Secretarias Municipais de Meio Ambiente para o desenvolvimento de ações conjuntas	R$ -		
		C.3.4	-	Orientações e diretrizes para elaboração do plano de Educação Ambiental	R$ 356.491,68		
(D) INOVAÇÃO E PESQUISAS	Prevenção e Resposta a Eventos Hidrológicos Extremos	D.1.1	-	Estudo de Áreas Susceptíveis à Inundação em Toda RH VI	R$ 596.762,37	R$ 2.742.962,37	R$ 3.773.955,44
		D.1.2	-	Observatório de Mudanças Climáticas	R$ 2.146.200,00		
	Inovação e Pesquisa	D.2.1	-	Realização de Estudos Ecológicos Contínuos e de Recursos	R$ 366.023,22	R$ 1.030.993,07	
		D.2.2	-	Parcerias com Universidades e Instituições de Ensino, Pesquisa e Tecnologia	R$ 664.969,85		
Total							***R$ 39.091.542,36***

Fonte: Elaboração própria, 2025.

10.9 Conclusões

Com a estruturação do Plano de Ação, foram definidas ações estratégicas organizadas em eixos e temáticas que visam responder aos principais desafios da gestão dos recursos hídricos na bacia, promovendo a integração entre políticas públicas, setores usuários da água, sociedade civil e instituições de gestão.

Neste momento, cabe ao CBHLSJ exercer seu papel deliberativo e articulador, avaliando de forma criteriosa todas as ações propostas quanto à sua viabilidade técnica, institucional e financeira. Além disso, será necessário estabelecer critérios claros para definição de prioridades, considerando a urgência das demandas, os impactos esperados, as sinergias possíveis entre ações e os recursos disponíveis.

Esse processo de análise e pactuação é fundamental para transformar o plano em um instrumento efetivo de gestão, orientando investimentos, fortalecendo a governança e promovendo o uso sustentável e a segurança hídrica no território. A implementação bem-sucedida do Plano de Ação depende, portanto, do compromisso coletivo e contínuo dos atores envolvidos na gestão da bacia.

11 DIRETRIZES PARA ENQUADRAMENTO

11.1 Contextualização

11.1.1 Conceitos e objetivos do enquadramento

O enquadramento dos corpos d'água em classes de uso é um dos instrumentos de gestão previstos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Na prática, isso significa definir metas de qualidade da água, as chamadas "classes", que devem ser mantidas ou alcançadas em cada trecho de rio, lago ou outro corpo hídrico, considerando os principais usos atuais e futuros daquela água. Esse instrumento busca garantir que a água tenha qualidade suficiente para os usos desejados e, ao mesmo tempo, evitar custos elevados com a recuperação de áreas poluídas, investindo em ações preventivas contínuas. Esse processo é participativo: envolve o governo, os usuários da água e a sociedade civil, funcionando como uma forma de construir um entendimento comum sobre o futuro da bacia hidrográfica.

A Resolução CNRH nº 91/2008 estabelece que o enquadramento deve estar alinhado ao Plano de Bacia e ser conduzido em etapas: diagnóstico da situação atual da qualidade da água; prognóstico com análise de cenários futuros; elaboração da proposta de enquadramento; e definição do plano de metas para sua implementação. A proposta passa, então, pela análise e deliberação do comitê de bacia e pelo conselho de recursos hídricos responsável (estadual ou nacional). Após ser aprovada, ela passa a ter força normativa — ou seja, serve de referência para todas as ações de gestão na bacia, como outorga, cobrança pelo uso da água e licenciamento ambiental.

A classificação dos corpos d'água no Brasil está definida na Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece diferentes classes de qualidade para águas doces, salobras e salinas. No caso das águas doces, existem cinco classes — Especial, 1, 2, 3 e 4 — em ordem decrescente de qualidade. Cada classe está associada a certos usos possíveis da água. De forma resumida, elas são:

- **Classe Especial**: permite o uso para abastecimento humano com desinfecção simples e visa proteger ecossistemas aquáticos em áreas de preservação integral. Não é permitido nenhum tipo de lançamento de efluente, nem mesmo tratado. É obrigatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral.

- **Classe 1**: adequada para abastecimento humano com tratamento simplificado, proteção da fauna aquática, recreação de contato direto (como banho e natação) e irrigação de hortaliças consumidas cruas e frutas que não são descascadas.
- **Classe 2**: permite abastecimento com tratamento convencional, recreação de contato direto, irrigação de áreas públicas como parques e jardins, aquicultura e pesca. Também garante a proteção da vida aquática.
- **Classe 3**: permite abastecimento somente com tratamento avançado, irrigação de culturas como árvores frutíferas e cereais, pesca amadora e recreação de contato secundário. Também pode ser usada para dessedentação de animais.
- **Classe 4**: é a de menor qualidade. Não serve para abastecimento ou recreação. Seus usos se limitam basicamente à navegação e ao paisagismo.

Por definição legal, águas enquadradas em uma classe de maior qualidade também são adequadas para os usos das classes inferiores. Assim, o objetivo do enquadramento é sempre buscar a melhor classe possível para cada corpo d'água, levando em conta tanto a necessidade de preservar a água para usos futuros quanto as condições econômicas e tecnológicas para melhorar sua qualidade.

11.1.2 Aplicação do enquadramento no Estado do Rio de Janeiro

No estado do Rio de Janeiro, a implementação do instrumento de enquadramento ainda é relativamente incipiente, com poucas experiências práticas completas. Em 2014, foi aprovada uma proposta de enquadramento de corpos d'água pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ) para a Região Hidrográfica II (Guandu), onde 24 trechos de rios tiveram classes de uso atribuídas conforme a Resolução CERHI-RJ nº 127/2014. Além dessa iniciativa, outras bacias fluminenses elaboraram propostas de enquadramento integradas aos seus planos de recursos hídricos, porém sem efetivação até o momento. Destacam-se a RH V – Baía da Guanabara (cujo plano de bacia de 2005 incluiu metas de enquadramento até 2020) e a RH VIII – Rios Macaé e Das Ostras (plano concluído em 2013, horizonte 2032), que possuem propostas técnicas de classes de qualidade para seus rios. Essas propostas adicionais, entretanto, ainda não foram homologadas pelo conselho estadual de recursos hídricos e dependem de ações de implementação para se tornarem instrumentos operacionais de gestão.

Nas bacias onde o enquadramento foi aprovado, ele cumpre um papel no planejamento e na gestão dos recursos hídricos. Uma vez estabelecido, o enquadramento serve de referência para o controle da qualidade e para decisões de gerenciamento na bacia. As classes de enquadramento aprovadas orientam os critérios de outorga de direitos de uso da água, a cobrança pelo uso da água e o licenciamento ambiental de despejos de efluentes, assegurando que novas intervenções sejam compatíveis com as metas de qualidade estabelecidas. Dessa forma, o enquadramento alinha os objetivos de qualidade da água aos demais instrumentos de planejamento de bacia hidrográfica.

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 bacia – 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).

11.1.3 Qualidade da Água e Desafios na RHVI

Conforme destacado no Diagnóstico Ambiental e apresentado no Prognóstico Estudos Setoriais, capítulo Qualidade da Água Superficial, foi realizada classificação dos pontos de monitoramento conforme os padrões de qualidade definidos na Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando os parâmetros avaliados.

A figura a seguir apresenta o resultado dessa classificação, a qual subsidia as discussões acerca das limitações qualitativas dos corpos hídricos da RH-VI e orienta a proposição de medidas voltadas à mitigação dos problemas identificados.

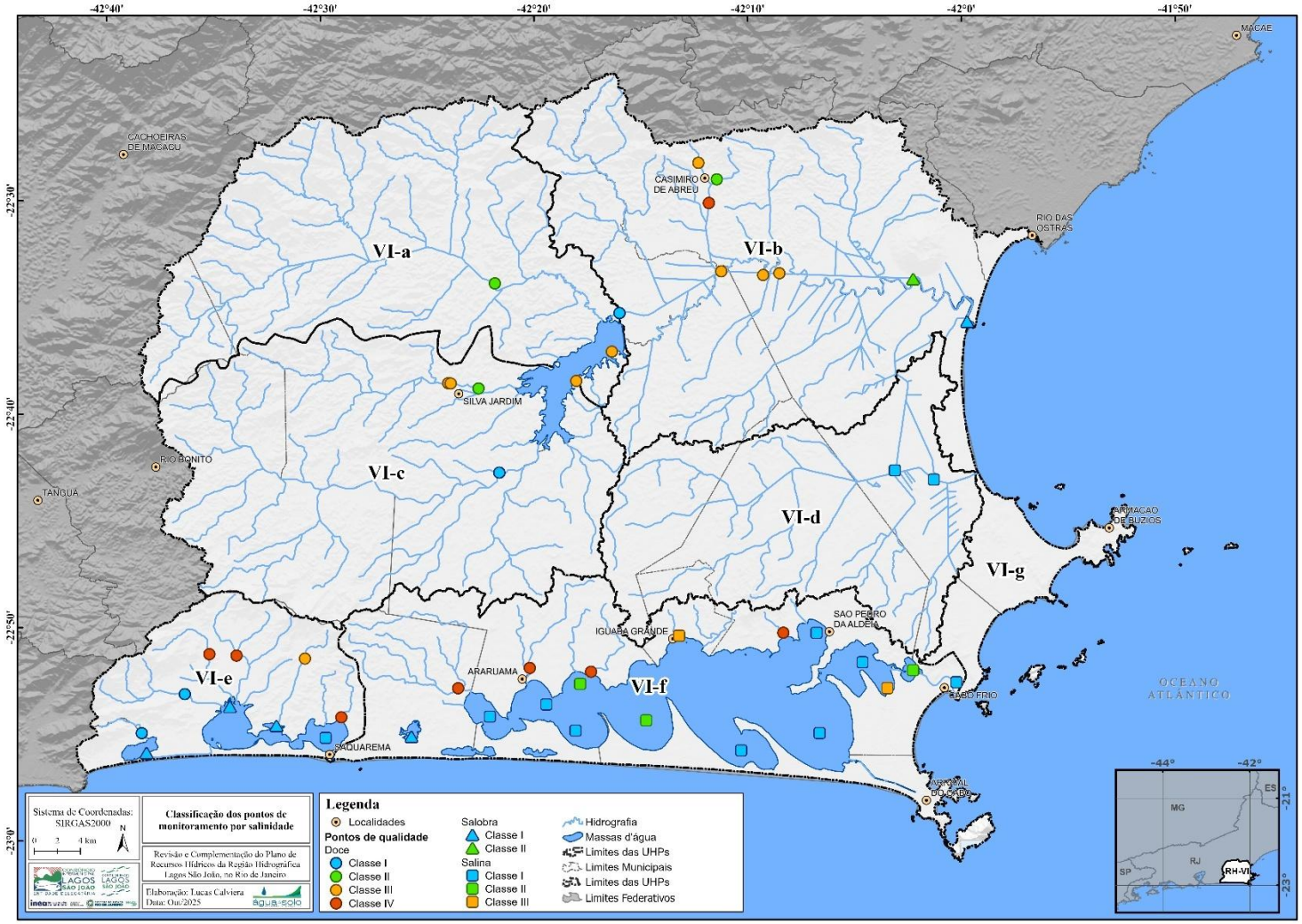


Figura 11.1 - Mapa de Classificação da Qualidade da Água dos Pontos de Monitoramento de Águas Doces, Salinas e Salobras a partir da Metodologia do Oficio FEPAM n° 1432/2016. Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os dados de qualidade da água apresentados, identificam-se valores elevados de matéria orgânica (DBO) em vários cursos d'água da bacia. Esse excesso de matéria orgânica resulta no consumo do oxigênio dissolvido na água, e, portanto, à redução dos níveis de OD. Em cenários de vazões baixas (por exemplo, a vazão de referência Q_{95}) ou de maior retirada de água (cenário de vazão máxima outorgável), esses efeitos se agravam, já que há menores volumes disponíveis para diluição dos poluentes.

Os lançamentos de efluentes domésticos tratados de forma insuficiente ou lançados *in natura* induzem a qualidade da água superficial a decair rapidamente, gerando impacto local. Por exemplo, no córrego da Malhada – que recebe cargas de efluente – a água foi classificada na prática como classe 4 para a maioria dos parâmetros avaliados. Essa condição indica uma qualidade que limita drasticamente os usos possíveis desse corpo hídrico e representa um risco de impactos negativos à vida aquática e à saúde humana na região. Situações semelhantes ocorrem em outros trechos próximos a áreas urbanas, o que faz com que os rios e córregos não atendam aos padrões das classes de melhor qualidade.

Diante desse quadro, uma das necessidades identificadas na RH-VI é a ampliação e o aprimoramento do tratamento de esgotos domésticos, pois grande parte da degradação da água está relacionada às cargas orgânicas oriundas desses efluentes. Para viabilizar metas de enquadramento mais elevadas (classes 1 ou 2), é imprescindível implementar ações como construção/expansão de estações de tratamento de esgoto, a redução de ligações clandestinas de esgoto e o controle de fontes difusas de poluição.

Os estudos prognósticos indicam que, sem a redução das cargas poluentes lançadas nos corpos hídricos, a água em diversos trechos da RH-VI permanecerá fora dos padrões adequados aos usos desejados, comprometendo os usos múltiplos atuais e futuros. Portanto, a implementação de medidas de saneamento básico e controle de poluição é condição básica para que a qualidade da água se mantenha em níveis aceitáveis para os usos múltiplos, conforme define o instrumento de enquadramento.

11.1.4 Usos existentes

Além da compreensão, em termos legais, da aplicação do instrumento na região, da avaliação de dados de monitoramento disponíveis, o enquadramento requer que sejam avaliados os usos existentes. A base de dados dos órgãos gestores é uma das fontes oficiais de tal tipo de informação. Assim, através dos dados de outorga do INEA, identificou-se 100 pontos de captação, 36 pontos

de lançamento de efluentes, e 02 pontos de reserva de disponibilidade hídrica. Os usos para cada tipo de intervenção são apresentados na Tabela 11.1 e a localização na Figura 11.2.

Tabela 11.1 – Tipos de usos identificados.

Tipo de intervenção	Finalidade	Nº de outorgas
Captação ou derivação de água superficial	Aquicultura	8
	Abastecimento público	17
	Consumo e higiene humana	13
	Umectação de vias	2
	Outros	6
	Uso agrícola	8
	Teste hidrostático	23
	Carro pipa	3
	Construção civil	13
	Uso industrial	4
	Mineração	1
	Criação de animais	1
	Limpeza de dependências	1
Lançamento de efluentes	Uso industrial	7
	Lançamento de efluentes	6
	Aquicultura	4
	Teste hidrostático	4
	Abastecimento público	4
	Lavagem de veículos	1
	Esgotamento sanitário	6
	Tratamento de efluentes	1
	Construção civil	3
Reserva de disponibilidade hídrica	Abastecimento público	2
Total		**138**

Fonte: INEA (2022).

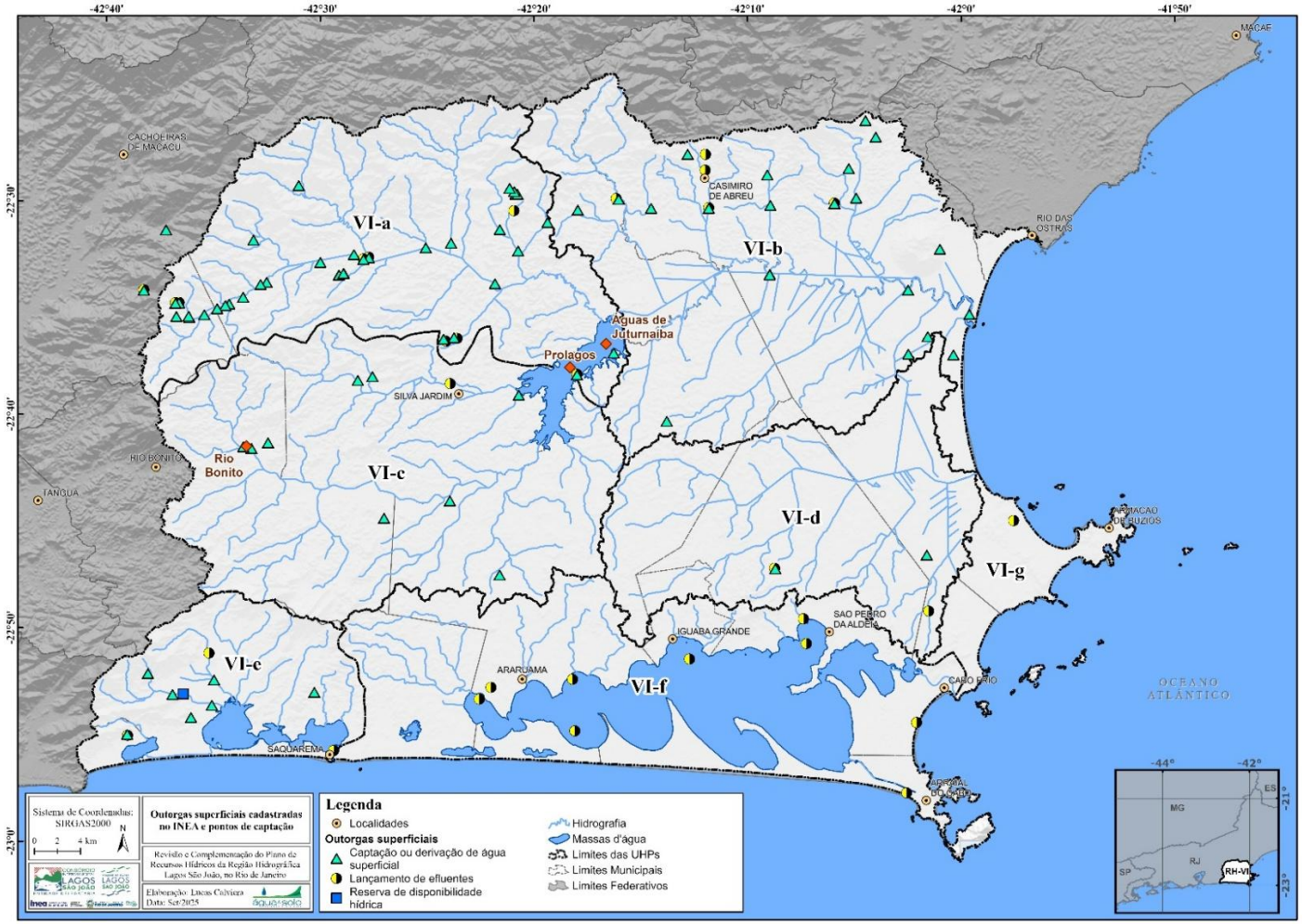


Figura 11.2 – Localização dos pontos de outorga do banco do INEA.
Fonte: Elaboração própria.

Conforme orienta ANA (2020), na etapa identificação dos usos da água, não basta utilizar os cadastros de usuários que constam das bases de dados dos órgãos gestores de recursos hídricos. É preciso recorrer a bases complementares, consultar os membros do Comitê ou outros agentes locais para a identificação de usos, especialmente os não consuntivos. Também é importante saber se há territórios que requerem tratamento especial devido a legislações específicas, como é o caso de terras indígenas ou unidades de conservação. Tais informações foram coletadas ao longo de toda a elaboração do Plano, em especial sobre os usos não consuntivos nas Lagoas e na Região Costeira, tendo em vista que são limitantes para enquadramento.

Em termos legais, a Resolução CONAMA N° 357/2005 rege a adequabilidade das classes de qualidade e usos possíveis. A CONAMA dispõe essa correlação quanto a salinidade conforme apresenta a Tabela 11.2, a Tabela 11.3 e a Tabela 11.4.

Tabela 11.2 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Doces.

Uso	Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Abastecimento para consumo humano, com desinfecção	Adequada				
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Adequada				
Preservação dos ambientes aquáticos em UC	Adequada				
Abastecimento humano com tratamento simplificado		Adequada			
Proteção das comunidades aquáticas		Adequada	Adequada		
Recreação de contato primário		Adequada	Adequada		
Irrigação de hortaliças consumidas cruas		Adequada	Adequada		
Consumo e higiene humana		Adequada			
Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas		Adequada			
Abastecimento humano com tratamento convencional ou avançado		Adequada	Adequada	Adequada	
Aquicultura e atividade de pesca		Adequada	Adequada		
Irrigação de culturas arbóreas		Adequada	Adequada	Adequada	
Pesca amadora		Adequada	Adequada	Adequada	
Recreação de contato secundário		Adequada	Adequada	Adequada	
Dessedentação de animais		Adequada	Adequada	Adequada	
Navegação		Adequada	Adequada	Adequada	Adequada
Harmonia paisagística		Adequada	Adequada	Adequada	Adequada

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11.3 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Salinas.

Uso	Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Adequada			
Preservação dos ambientes aquáticos em UC	Adequada			
Proteção das comunidades aquáticas		Adequada		
Recreação de contato primário		Adequada		
Aquicultura e atividade de pesca		Adequada		
Pesca amadora		Adequada	Adequada	
Recreação de contato secundário		Adequada	Adequada	
Navegação		Adequada	Adequada	Adequada
Harmonia paisagística		Adequada	Adequada	Adequada

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11.4 – Adequabilidade de Classes e Usos de Águas Salobras

Uso	Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Adequada			
Preservação dos ambientes aquáticos em UC	Adequada			
Proteção das comunidades aquáticas		Adequada		
Recreação de contato primário		Adequada		
Irrigação de hortaliças consumidas cruas		Adequada		
Abastecimento humano com tratamento convencional ou avançado		Adequada		
Aquicultura e atividade de pesca		Adequada		
Pesca amadora		Adequada	Adequada	
Recreação de contato secundário		Adequada	Adequada	
Navegação		Adequada	Adequada	Adequada
Harmonia paisagística		Adequada	Adequada	Adequada

Fonte: Elaboração própria.

Cabe destacar que usos não listados na CONAMA nº 357/2005, como mineração e lançamento de efluentes, e, portanto, não exigentes de qualidade, devem obedecer ao enquadramento vigente no trecho e à CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

11.2 Segmentação dos cursos hídricos para o Enquadramento

A segmentação da hidrografia da RH-VI se deu após a consideração de todos os itens apresentados anteriormente. Os principais critérios considerados foram (em ordem decrescente de prioridade):

1. Unidades de Conservação de Proteção Integral, para as quais a CONAMA nº357 é mandatória na classificação das águas como classe Especial;
2. Usos, em especial captações para abastecimento humano;

3. Qualidade da água atual do rio com base nos resultados do Diagnóstico; a classificação preliminar do enquadramento em pontos monitorados foi feita a partir da metodologia descrita no item **Qualidade da Água Superficial**;
4. Zonas urbanas;
5. Pontos de lançamentos de efluentes;
6. Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

A análise espacial foi conduzida utilizando a classificação *Strahler* da rede hidrográfica, filtrada com índice de *Strahler* ≥ 2. Em casos de locais com elementos mais significativos para o enquadramento, como zonas urbanas ou UCs de Proteção Integral, a escala foi detalhada até *Strahler* 1, conforme necessário.

Foram definidos 94 trechos de rios. Também foram segmentados os canais artificiais localizados na porção leste da bacia, em 16 trechos. Em relação às lagoas, foram identificadas 23 lagoas na RH, sendo as três maiores Saquarema, Araruama e Juturnaíba, e 20 outras de menor dimensão.

O número de trechos por UHP está apresentado no Tabela 11.5 e a segmentação proposta na Figura 11.4. A classificação dos corpos hídricos quanto a salinidade é apresentada na Figura 11.3.

Tabela 11.5 - Número de segmentos por UHP

#	UHP	Rios	Canais	Lagoas
VI-a	Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	24	0	0
VI-b	Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	22	16	1
VI-c	Rios Capivari e Bacaxá	11	0	1
VI-d	Rio Una	8	0	0
VI-e	Lagoa de Saquarema	11	0	2
VI-f	Lagoa de Araruama	18	0	13
VI-g	Armação dos Búzios	0	0	6
Total		**94**	**16**	**23**

Fonte: Elaboração própria.

É importante ressaltar que essa segmentação é uma proposta inicial que deve ser avaliada e aprimorada dentro da contratação específica da elaboração do enquadramento. O objetivo deste capítulo é apresentar diretrizes iniciais.

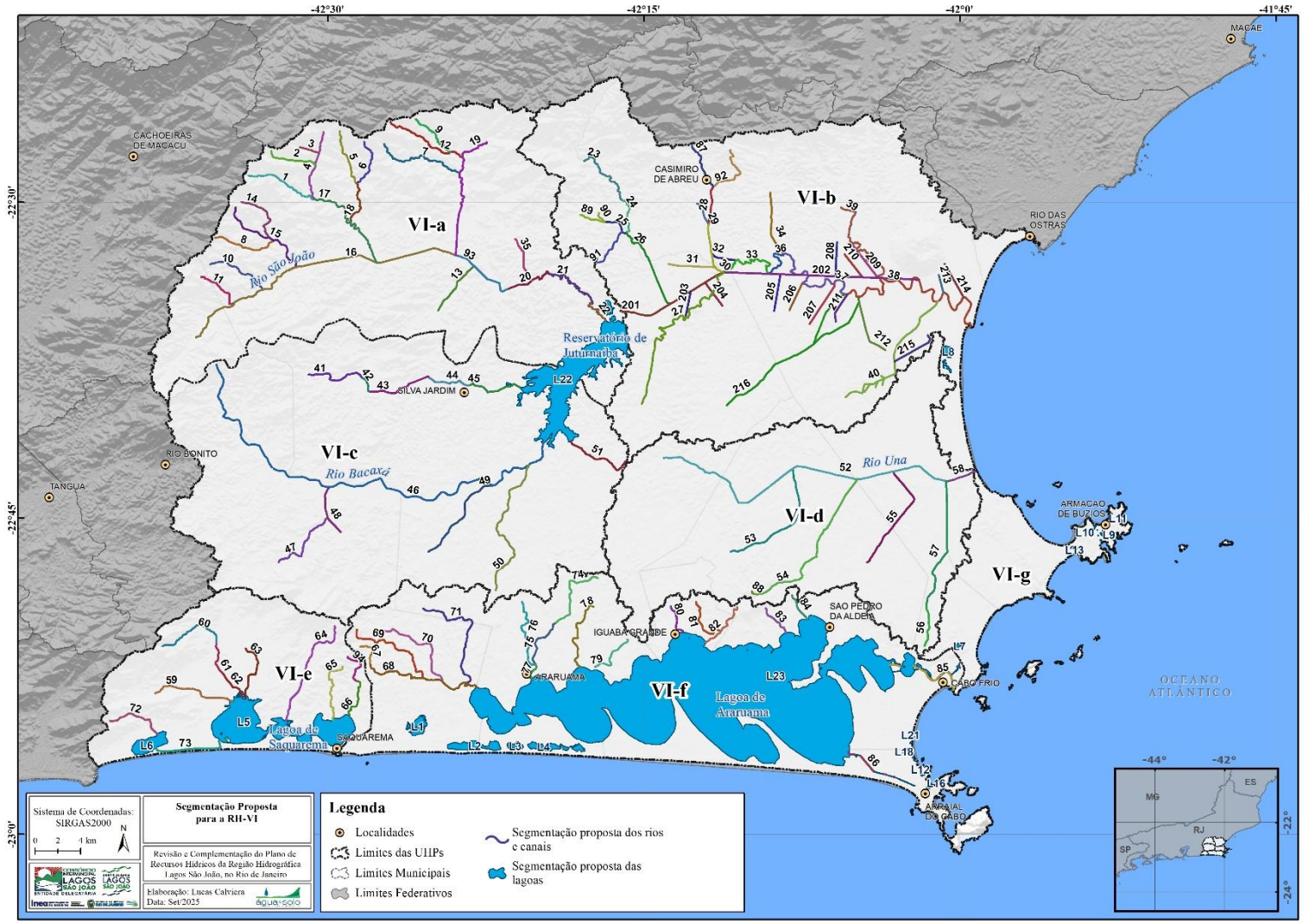


Figura 11.4 - Segmentação proposta para a RH-VI.
Fonte: Elaboração própria, 2025.

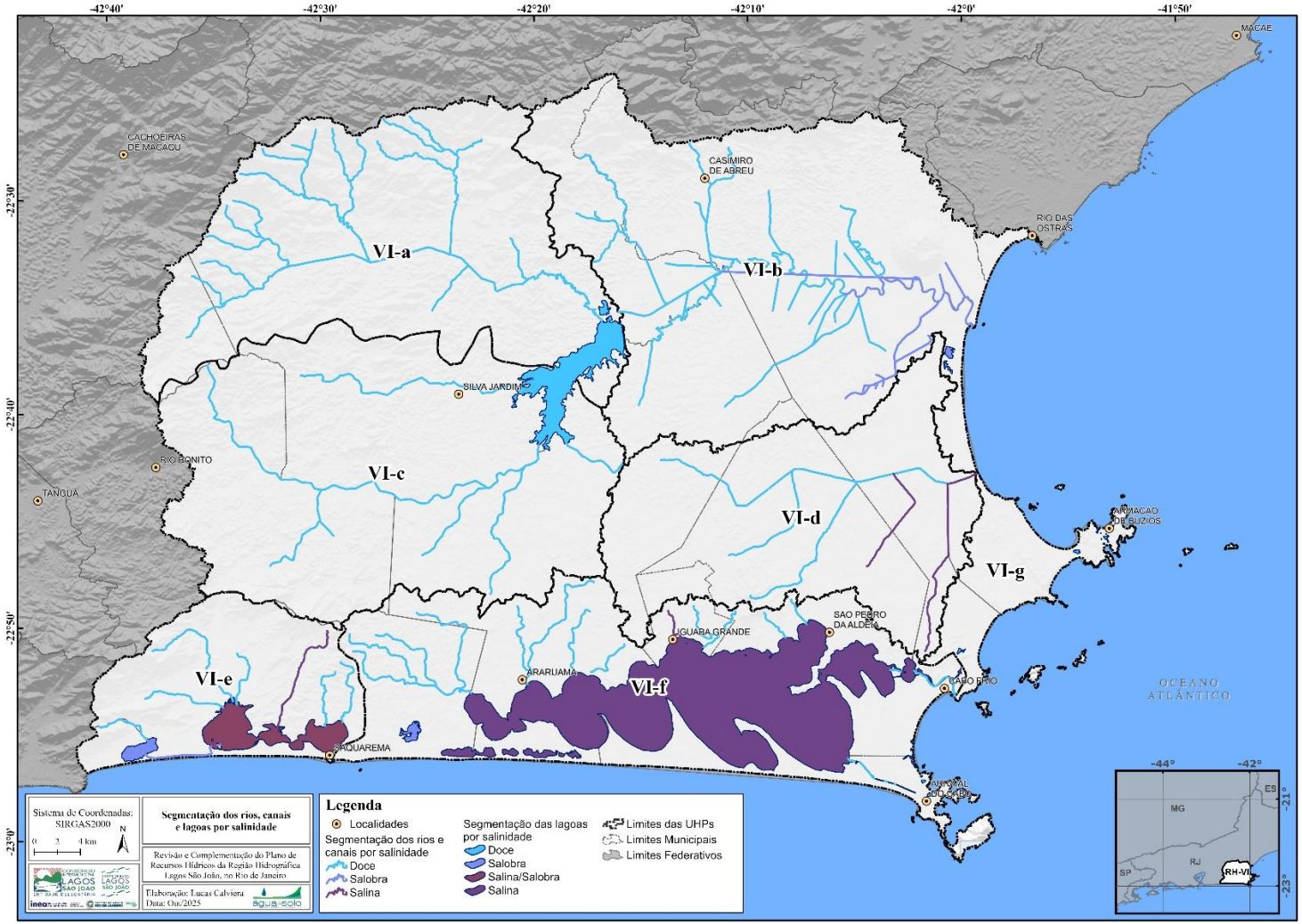


Figura 11.5 – Classificação quanto a salinidade.
Fonte: Elaboração própria, 2025.

11.3 Proposta de Enquadramento Preliminar

A proposta de enquadramento preliminar foi realizada considerando os critérios apresentados anteriormente, buscando aliar a melhor qualidade de água factível de ser alcançada, dada a condição de qualidade atual identificada, de forma a cumprir com os requisitos de qualidade necessária para os usos preponderantes identificados e cumprindo a legislação referente às áreas protegidas. O resultado do enquadramento proposto está apresentado na Figura 11.6. Nos itens subsequentes estão apresentadas descrições especificas de cada UHP.

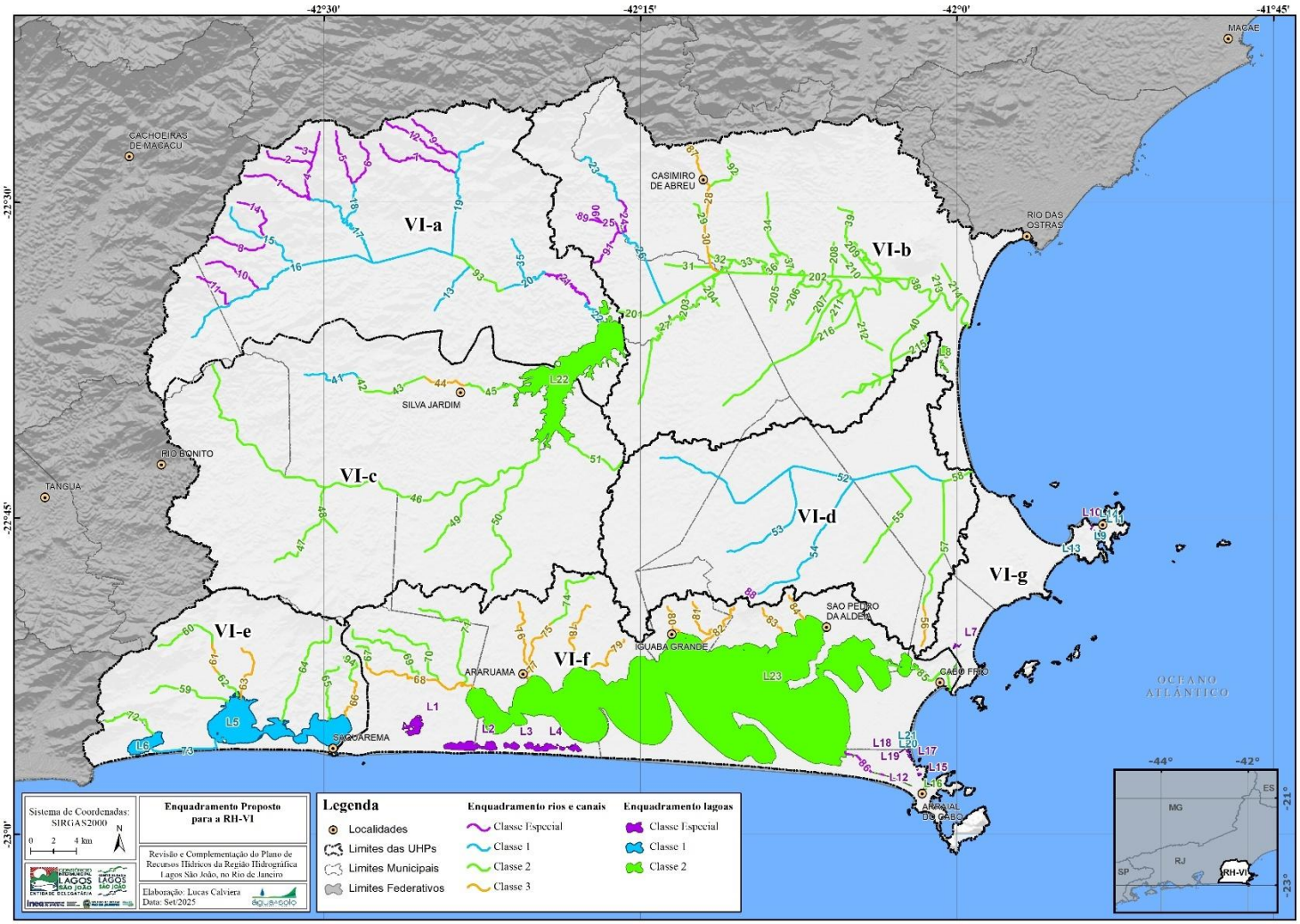


Figura 11.6 - Enqudramento Proposto para a RH-VI.
Fonte: Elaboração própria, 2025

11.3.1 VI-a Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)

A UHP VI-a. Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba) é bastante preservada, sem presença de manchas de urbanização, e poucos usos cadastrados no banco de outorgas. Se destaca por ser uma região de nascentes, a maior parte das quais estão localizadas em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral. Os trechos localizados dentro destas UCs devem ser classificados como Classe Especial pela legislação, o que gerou um conjunto de segmentos classificados assim nos diversos trechos de cabeceira que se localizam dentro do Parque Estadual dos Três Picos. Estes trechos são afluentes do rio São João, principal curso hídrico desta UHP, que deságua no Reservatório de Juturnaíba. No trecho à montante da lagoa o rio São João passa por outra UC de Proteção Integral, a Reserva Biológica de Poço das Antas, trecho no qual o rio também foi enquadrado em Classe Especial.

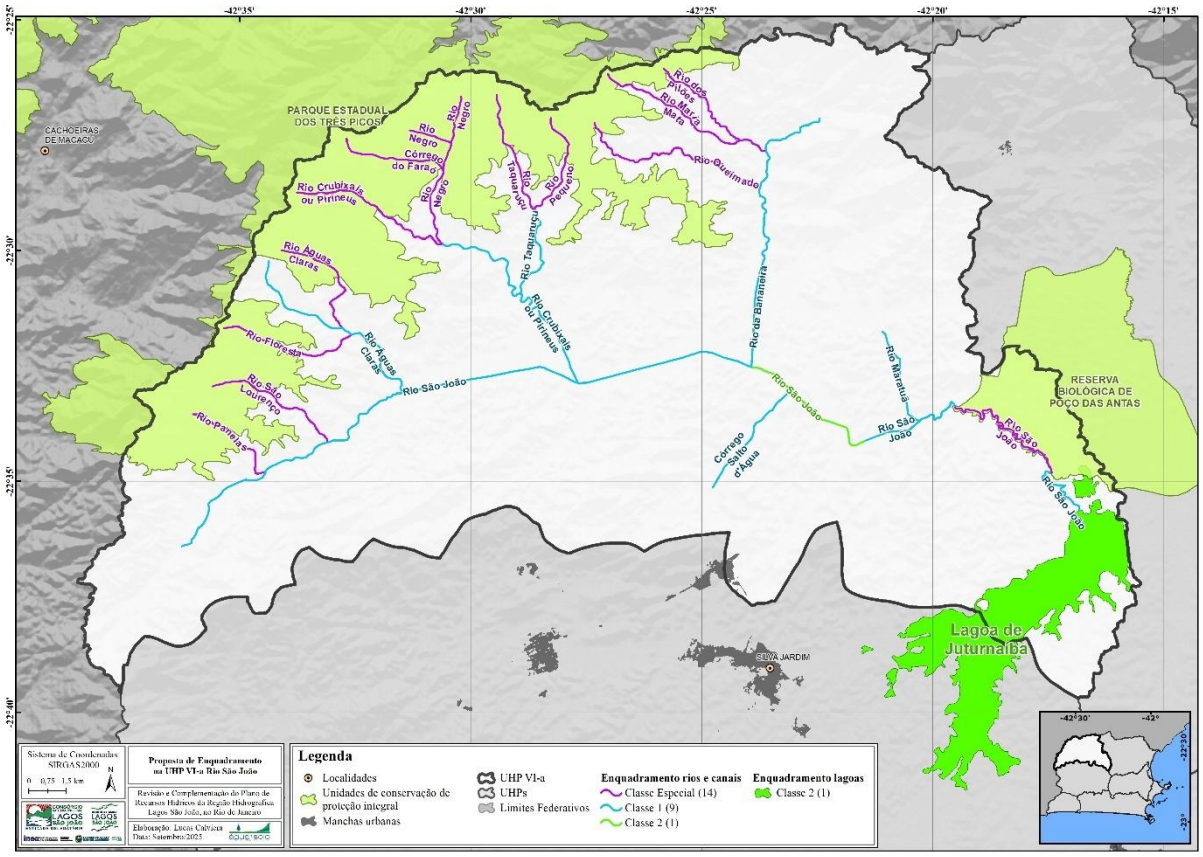


Figura 11.7 – Enquadramento na UHP VI-a Rio São João
Fonte: Elaboração própria.

11.3.2 VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)

A UHP VI-b. Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba) possui uma série de canais de irrigação retificados, formados a partir do rio São João, a jusante do reservatório. As amostras de qualidade da água em três pontos de monitoramento localizados ao longo do canal foram classificadas em Classe III. Essa classe, no entanto, não é compatível com os usos de irrigação identificados no canal, motivo pelo qual a classe proposta foi Classe II, o que exige melhorias na qualidade da água atual identificada. Na porção noroeste da UHP, há um conjunto de trechos localizados dentro da REBIO Poço das Antas, enquadrados em Classe Especial, afluentes dó rio da Aldeia Velha, este enquadrado em Classe I.

No município de Casimiro de Abreu, há o rio Indaiaçu atravessando sua zona urbana, com dois pontos de monitoramento que classificam o rio em Classe III, na porção a montante da zona urbana, e Classe IV, na porção a jusante. Dada a qualidade atual e o fato de atravessar uma zona urbana, o rio Indaiaçu foi enquadrado em Classe III, tendo em vista os desafios que tais circunstancias inferem para a melhoria da qualidade, com dois de seus afluentes sendo enquadrados em Classe II.

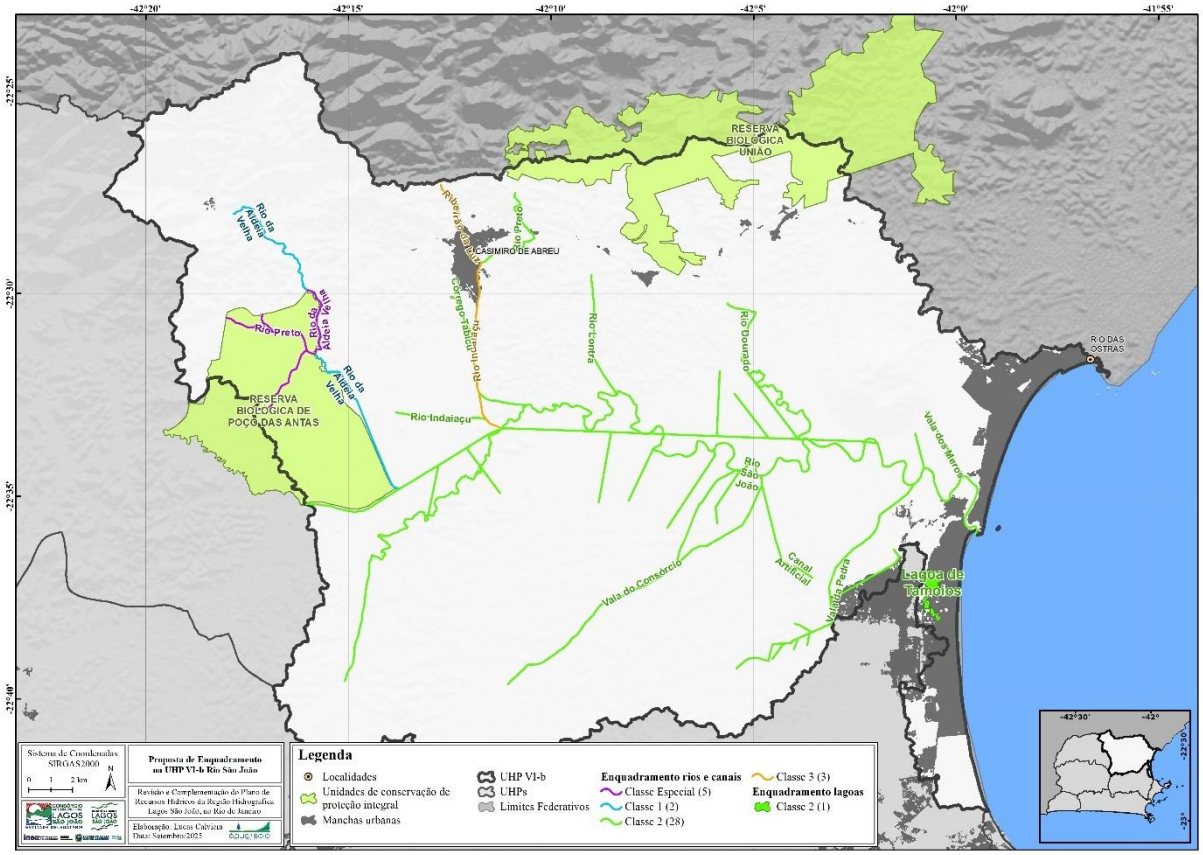


Figura 11.8 – Enquadramento na UHP VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba).
Fonte: Elaboração própria.

11.3.3 VI-c Rios Capivari e Bacaxá

A UHP VI-c Rios Capivari e Bacaxá também se localiza a montante do reservatório de Juturnaíba e tem como principais rios o Capivari e o Bacaxá. Essa unidade é mais urbanizada do que as duas anteriores, com a zona urbana de Silva Jardim representando a maior mancha urbana da UHP, por onde passa o rio Capivari. O trecho do rio dentro da zona urbana foi enquadrado em Classe III, e suas porções imediatamente a montante e jusante em Classe II, sendo a sua porção mais a montante, próxima à nascente, em Classe I. O rio Bacaxá foi todo enquadrado em Classe II, bem como seus afluentes. O reservatório foi enquadrado em Classe II, visto que essa classe atende ao seu principal uso, de abastecimento público com tratamento convencional.

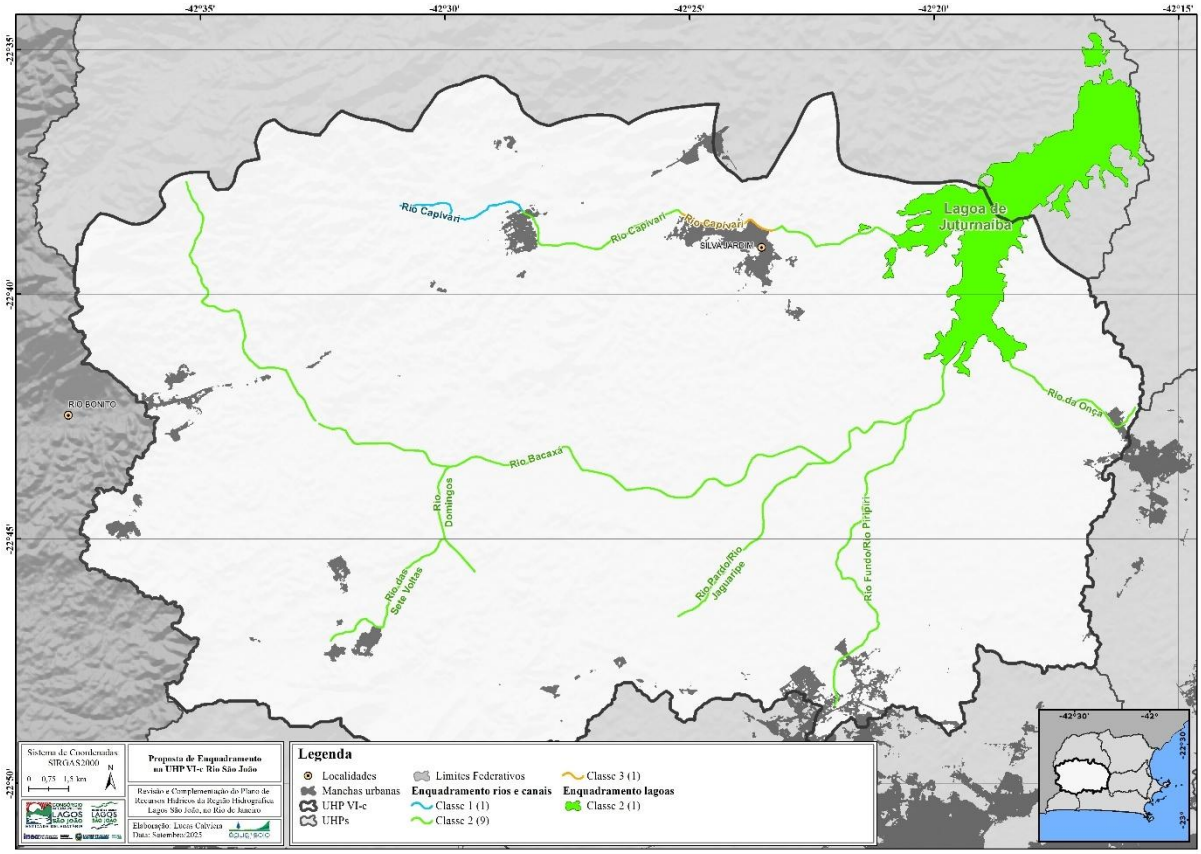


Figura 11.9 – Enquadramento na UHP VI-c Rios Capivari e Bacaxá.
Fonte: Elaboração própria.

11.3.4 VI-d Rio Una

A UHP VI-d Rio Una tem o rio Una como seu principal curso hídrico, enquadrado em sua maior parte em Classe I, visto que atravessa uma região pouco urbanizada. Dentro da UHP, a exceção é a sua porção litorânea a uma área na sua porção sudeste, que engloba a área urbana de Cabo Frio. Nessa área um afluente do rio Una, o Pântano da Malhada, foi enquadrado em Classe III, e posteriormente Classe II até chegar ao Una. Há a presença de uma UC de Proteção Integral, o Parque Estadual da Costa do Sol, onde uma pequena porção do rio Frecheiras, afluente do rio Una, foi enquadrado em Classe Especial.

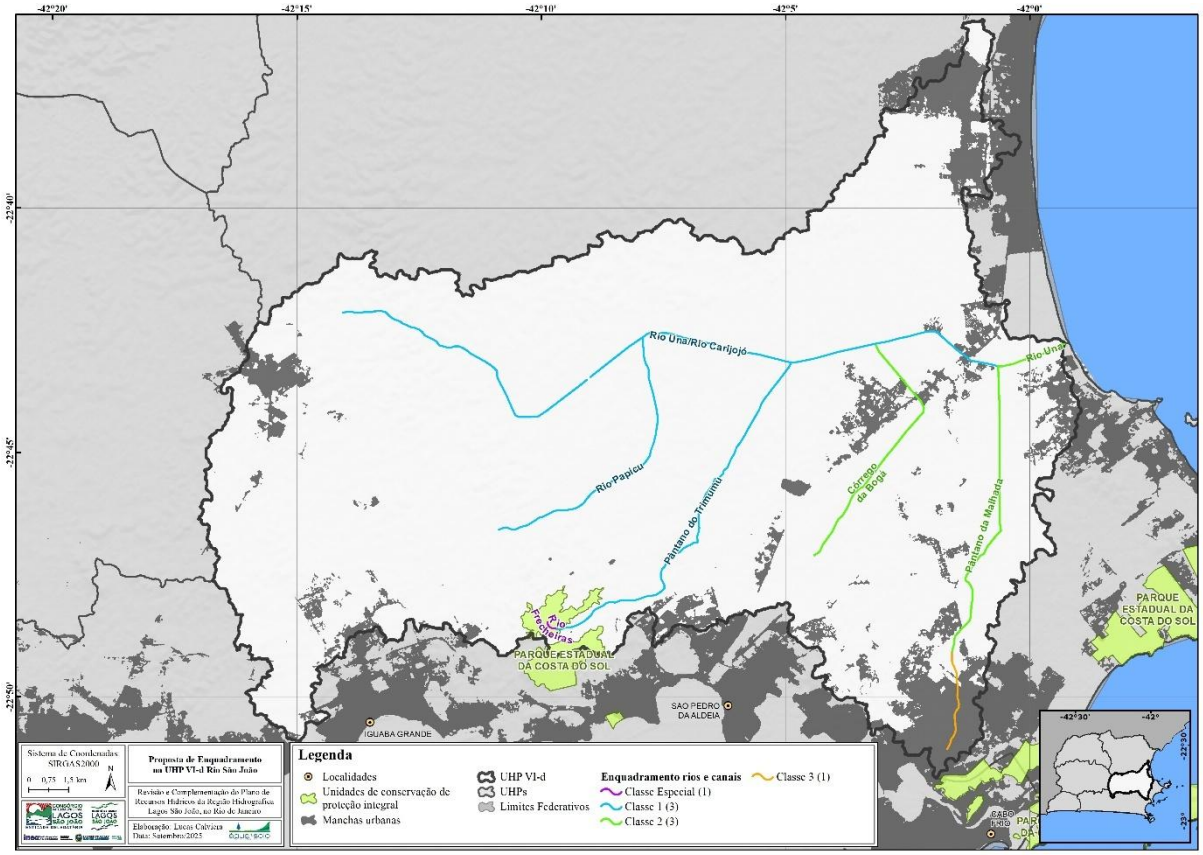


Figura 11.10 – Enquadramento na UHP VI-d. Rio Uma.
Fonte: Elaboração própria.

11.3.5 VI-e Lagoa de Saquarema

A porção sul da RH-VI concentra as regiões mais urbanizadas, no entorno das lagoas da Saquarema e Araruama. Na UHP VI-e encontra-se a área urbana do município de Saquarema, e possui diversos pequenos rios que desaguam na lagoa. Estes cursos hídricos passam por áreas urbanas e possuem pontos com qualidade da água relativamente ruins, classificados como compatíveis com classe III e IV, conforme monitoramento existente. Por isso, nas áreas menos urbanizadas os rios foram classificados como Classe II, e nas áreas mais urbanizadas - onde os resultados de monitoramento já indicam qualidade da água pior - como Classe III. Ressalta-se que há pontos cujos resultados de monitoramento indicaram níveis compatíveis com Classe IV, mas que foram enquadrados em Classe III, o que denota a necessidade de uma melhoria na qualidade da água para atingir as metas de enquadramento propostas. A própria lagoa de Saquarema foi enquadrada em Classe I, pois apresenta bons resultados de monitoramento de qualidade da água.

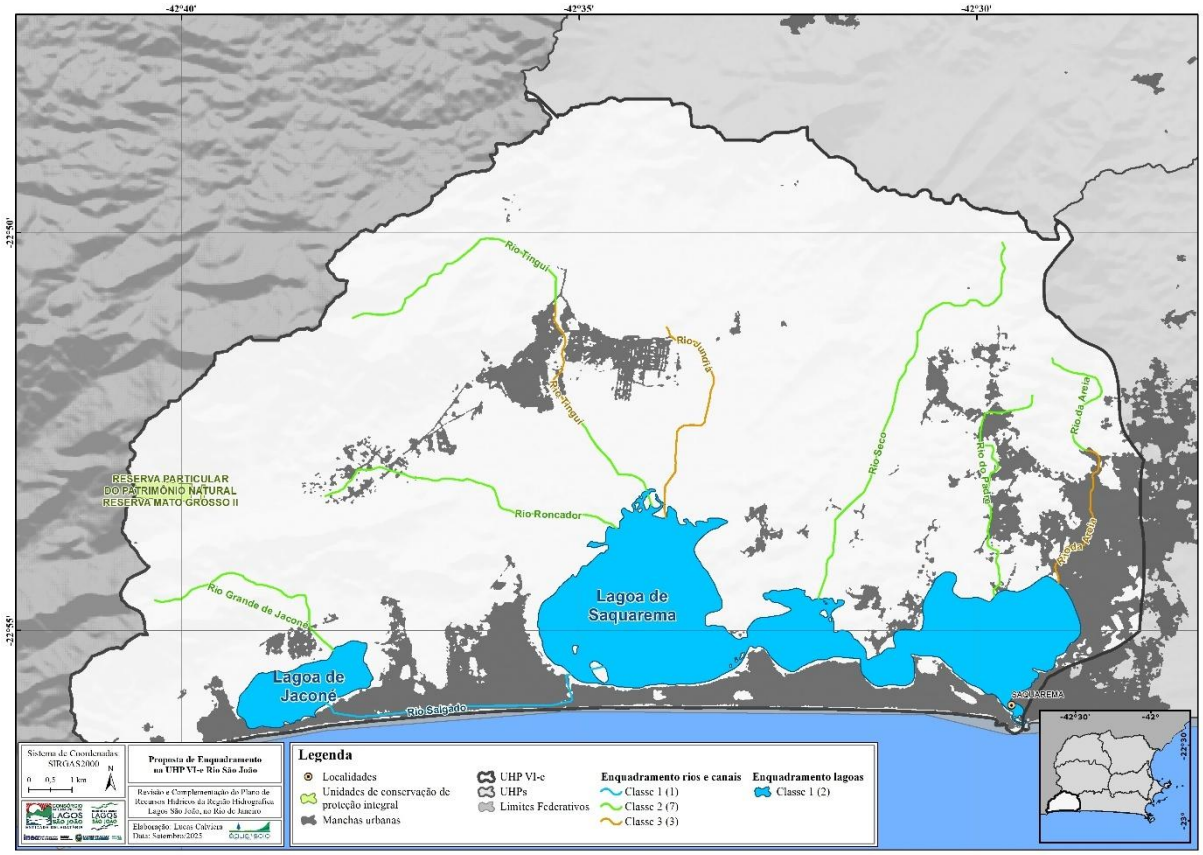


Figura 11.11 – Enquadramento na UHP VI-e. Lagoa de Saquarema.
Fonte: Elaboração própria.

11.3.6 VI-f Lagoa de Araruama

A UHP VI-f é a unidade mais urbanizada da RH-VI, englobando as áreas urbanas dos municípios de Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Cabo Frio. É nessa UHP que se localiza a Lagoa de Araruama, a maior da RH-VI, e a maior parte da urbanização se encontra na costa norte da lagoa, sendo a costa sul menos ocupada, e com a presença da UC de Proteção Integral Parque Estadual da Costa do Sol. Há diversos trechos de rios urbanos que desaguam na porção norte da lagoa, com resultados do monitoramento de qualidade da água compatíveis com Classe IV, e que por este motivo foram enquadrados em Classe III, com suas regiões de cabeceira enquadradas em Classe II. Essa lagoa é salina e possui diversos pontos de monitoramento que a classificam em Classe I, II ou III dependendo do trecho. Como mencionado, a sua costa norte está bastante urbanizada, e há indicativos de que as áreas próximas ao litoral norte possuem qualidade da água inferior, provavelmente devido aos rios urbanos que desaguam nela. A lagoa como um todo foi classificada em Classe II para ambientes salinos, mas é importante que seja controlada a qualidade da água dos trechos de rio que

desaguam na sua porção norte para manter este padrão de qualidade. Além da Lagoa de Araruama, há na UHP algumas lagoas menores, localizadas dentro da UC, e que por isso foram enquadradas em Classe Especial: Lagoa de Jacarepiá, Vermelha, Pitanguinha e Pernambuca.

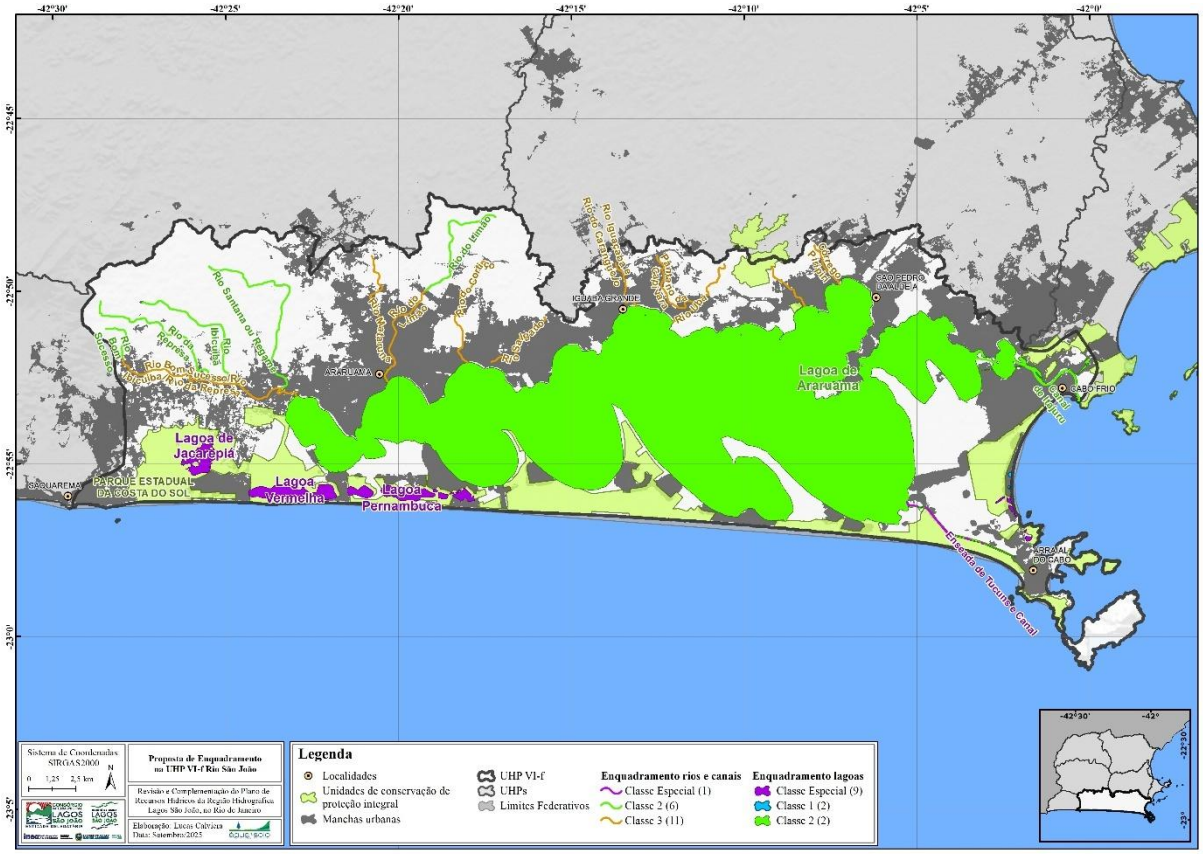


Figura 11.12 – Enquadramento na UHP VI- f. Lagoa de Araruama.
Fonte: Elaboração própria.

11.3.7 VI-g. Armação dos Búzios

A UHP VI-g Armação dos Búzios não possui nenhum segmento de corpo hídrico lótico enquadrado, mas diversas lagoas de menores dimensão: Lagoa da Praia do Canto, da Usina Búzios, de Geribá, dos Ossos, do Peró e da Ferradura; algumas também localizadas dentro da UC Parque Estadual da Costa do Sol. Estas foram enquadradas em Classe Especial, e as demais em Classe I.

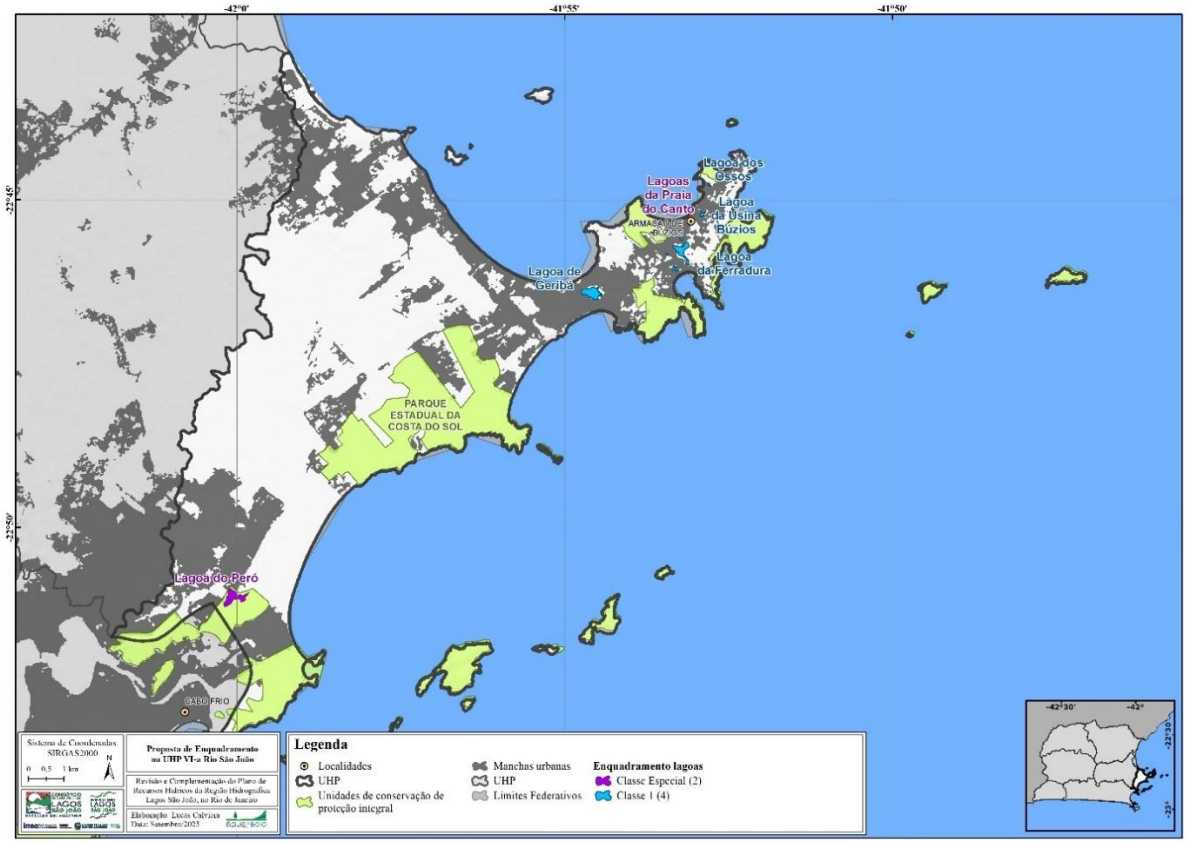


Figura 11.13 – Enquadramento na UHP VI- g. Armação dos Búzios.
Fonte: Elaboração própria.

A matriz de enquadramento apresentada a seguir sintetiza o enquadramento preliminar proposto para a Região Hidrográfica VI (RH-VI). Ressalta-se que esta proposta tem caráter exploratório e indicativo, constituindo-se em uma discussão inicial e não na definição final do enquadramento para a bacia.

O enquadramento dos corpos hídricos é um instrumento importante da Política Nacional de Recursos Hídricos, pois estabelece os níveis de qualidade da água desejáveis para garantir os usos atuais e futuros de forma sustentável. Assim, sua elaboração fornece subsídios estratégicos ao planejamento e à gestão da bacia, orientando ações de controle da poluição, recuperação ambiental e conservação dos recursos hídricos.

Dessa forma, a presente matriz tem como objetivo apoiar a análise das condições atuais de qualidade da água, identificar conflitos potenciais entre usos e indicar diretrizes iniciais para a definição das metas de enquadramento a serem consolidadas nas etapas do processo participativo junto ao CBHLSJ.

Tabela 11.6 - Matriz de Enquadramento com segmentos, enquadramento proposto, salinidade e descrição do trecho

Segmento	Nome	Enquadramento	Salinidade	UHP
1	Rio Crubixais ou Pirineus	Classe Especial	Doce	VI-a
2	Córrego do Faraó	Classe Especial	Doce	VI-a
3	Rio Negro	Classe Especial	Doce	VI-a
4	Rio Negro	Classe Especial	Doce	VI-a
5	Rio Taquaruçu	Classe Especial	Doce	VI-a
6	Rio Pequeno	Classe Especial	Doce	VI-a
7	Rio Queimado	Classe Especial	Doce	VI-a
8	Rio Floresta	Classe Especial	Doce	VI-a
9	Rio dos Pilões	Classe Especial	Doce	VI-a
10	Rio São Lourenço	Classe Especial	Doce	VI-a
11	Rio Panelas	Classe Especial	Doce	VI-a
12	Rio Maria Mata	Classe Especial	Doce	VI-a
13	Córrego Salto d'Água	Classe 1	Doce	VI-a
14	Rio Águas Claras	Classe Especial	Doce	VI-a
15	Rio Águas Claras	Classe 1	Doce	VI-a
16	Rio São João	Classe 1	Doce	VI-a
17	Rio Crubixais ou Pirineus	Classe 1	Doce	VI-a
18	Rio Taquaruçu	Classe 1	Doce	VI-a
19	Rio da Bananeira	Classe 1	Doce	VI-a
20	Rio São João	Classe 1	Doce	VI-a
21	Rio São João	Classe Especial	Doce	VI-a
22	Rio São João	Classe 1	Doce	VI-a
35	Rio Maratuã	Classe 1	Doce	VI-a
93	Rio São João	Classe 2	Doce	VI-a
23	Rio da Aldeia Velha	Classe 1	Doce	VI-b
24	Rio da Aldeia Velha	Classe Especial	Doce	VI-b
25	Rio Preto	Classe Especial	Doce	VI-b
26	Rio da Aldeia Velha	Classe 1	Doce	VI-b
27		Classe 2	Doce	VI-b
28	Rio Indaiaçu	Classe 3	Doce	VI-b
29	Córrego Tabicu	Classe 2	Doce	VI-b
30	Rio Indaiaçu	Classe 3	Doce	VI-b
31	Rio Indaiaçu	Classe 2	Doce	VI-b
32	Rio Indaiaçu	Classe 2	Doce	VI-b
33	Rio São João	Classe 2	Doce	VI-b
34	Rio Lontra	Classe 2	Doce	VI-b
36	Rio São João	Classe 2	Doce	VI-b
37	Rio São João	Classe 2	Doce	VI-b
38	Rio São João	Classe 2	Salobra	VI-b
39	Rio Dourado	Classe 2	Doce	VI-b
40	Vala da Pedra	Classe 2	Salobra	VI-b
87	Ribeirão da Luz	Classe 3	Doce	VI-b
89	Rio Preto	Classe Especial	Doce	VI-b
90		Classe Especial	Doce	VI-b
91		Classe Especial	Doce	VI-b
92	Rio Preto	Classe 2	Doce	VI-b
C1	Rio São João	Classe 2	Doce	VI-b
C2	Rio São João	Classe 2	Salobra	VI-b
C3		Classe 2	Doce	VI-b
C4		Classe 2	Doce	c
C5	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C6	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C7		Classe 2	Doce	VI-b
C8	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C9	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C10		Classe 2	Doce	VI-b
C11	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C12	Canal Artificial	Classe 2	Doce	VI-b
C13		Classe 2	Salobra	VI-b
C14	Vala dos Meros	Classe 2	Salobra	VI-b
C15		Classe 2	Salobra	VI-b
C16	Vala do Consórcio	Classe 2	Doce	VI-b
L8	Lagoa de Tamoios	Classe 2	Salobra	VI-b
41	Rio Capivari	Classe 1	Doce	VI-c

Segmento	Nome	Enquadramento	Salinidade	UHP
42	Rio Capivari	Classe 2	Doce	VI-c
43	Rio Capivari	Classe 2	Doce	VI-c
44	Rio Capivari	Classe 3	Doce	VI-c
45	Rio Capivari	Classe 2	Doce	VI-c
46	Rio Bacaxá	Classe 2	Doce	VI-c
47	Rio das Sete Voltas	Classe 2	Doce	VI-c
48	Rio Domingos	Classe 2	Doce	VI-c
49	Rio Pardo/Rio Jaguaripe	Classe 2	Doce	VI-c
50	Rio Fundo/Rio Piripiri	Classe 2	Doce	VI-c
51	Rio da Onça	Classe 2	Doce	VI-c
L22	Lagoa de Juturnaíba	Classe 2	Doce	VI-c
52	Rio Una/Rio Carijojó	Classe 1	Doce	VI-d
53	Rio Papicu	Classe 1	Doce	VI-d
54	Pântano do Trimumu	Classe 1	Doce	VI-d
55	Córrego da Bogá	Classe 2	Salina	VI-d
56		Classe 3	Salina	VI-d
57	Pântano da Malhada	Classe 2	Salina	VI-d
58	Rio Una	Classe 2	Salina	VI-d
88	Rio Frecheiras	Classe Especial	Doce	VI-d
59	Rio Roncador	Classe 2	Doce	VI-e
60	Rio Tinguí	Classe 2	Doce	VI-e
61	Rio Tinguí	Classe 3	Doce	VI-e
62	Rio Tinguí	Classe 2	Doce	VI-e
63	Rio Jundiá	Classe 3	Doce	VI-e
64	Rio Seco	Classe 2	Salina	VI-e
65	Rio do Padre	Classe 2	Doce	VI-e
66	Rio da Areia	Classe 3	Doce	VI-e
72	Rio Grande de Jaconé	Classe 2	Doce	VI-e
73	Rio Salgado	Classe 1	Salobra	VI-e
94	Rio da Areia	Classe 2	Doce	VI-e
L5	Lagoa de Saquarema	Classe 1	Salina/Salobra	VI-e
L6	Lagoa de Jaconé	Classe 1	Salobra	VI-e
67	Rio Bom Sucesso	Classe 2	Doce	VI-f
68	Rio Bom Sucesso/Rio Ibicuíba/Rio da Represa	Classe 3	Doce	VI-f
69	Rio da Represa	Classe 2	Doce	VI-f
70	Rio Ibicuíba	Classe 2	Doce	VI-f
71	Rio Santana ou Regamé	Classe 2	Doce	VI-f
74	Rio do Limão	Classe 2	Doce	VI-f
75	Rio do Limão	Classe 3	Doce	VI-f
76	Rio Mataruna	Classe 3	Doce	VI-f
77	Rio do Limão	Classe 3	Doce	VI-f
78	Rio do Cortiço	Classe 3	Doce	VI-f
79	Rio Salgado	Classe 3	Doce	VI-f
80	Rio Iguaçaba e Rio do Caranguejo	Classe 3	Salina	VI-f
81	Pântano da Capivara	Classe 3	Doce	VI-f
82	Rio Ubá	Classe 3	Doce	VI-f
83		Classe 3	Doce	VI-f
84	Córrego Piripiri	Classe 3	Doce	VI-f
85	Canal de Itajuru	Classe 2	Doce	VI-f
86	Enseada de Tucuns e Canal	Classe Especial	Doce	VI-f
L1	Lagoa de Jacarepiá	Classe Especial	Salobra	VI-f
L12	Lagoa de Rejeitos	Classe Especial	Doce	VI-f
L15	Lagoa de Sal	Classe Especial	Doce	VI-f
L16	Lagoa da Prainha	Classe 2	Doce	VI-f
L17	Lagoa Barra Nova	Classe Especial	Salina	VI-f
L18	Lagoa da Praia do Foguete	Classe Especial	Salina	VI-f
L19	Lagoa de Beber	Classe Especial	Salina	VI-f
L2	Lagoa Vermelha	Classe Especial	Salina	VI-f
L20	Lagoa do Meio	Classe 1	Salina	VI-f
L21	Lagoa Última	Classe 1	Salina	VI-f
L23	Lagoa de Araruama	Classe 2	Salina	VI-f
L3	Lagoa Pitanguinha	Classe Especial	Salina	VI-f
L4	Lagoa Pernambuca	Classe Especial	Salina	VI-f
L10	Lagoas da Praia do Canto	Classe Especial	Doce	VI-g

Segmento	Nome	Enquadramento	Salinidade	UHP
L11	Lagoa da Usina Búzios	Classe 1	Doce	VI-g
L13	Lagoa de Geribá	Classe 1	Doce	VI-g
L14	Lagoa dos Ossos	Classe 1	Doce	VI-g
L7	Lagoa do Peró	Classe Especial	Doce	VI-g
L9	Lagoa da Ferradura	Classe 1	Doce	VI-g

Fonte: Elaboração própria.

12 BANCO DE DADOS

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é uma ferramenta fundamental na gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas, reunindo uma ampla gama de dados relacionados ao diagnóstico ambiental das áreas de estudo. Ele possibilita a análise georreferenciada de problemas e demandas, contribuindo para a priorização de ações e a melhoria no gerenciamento dos recursos hídricos.

O principal objetivo do banco de dados geográficos é privilegiar o usuário final. Assim, sua organização foi planejada para facilitar o entendimento e a manipulação, permitindo a geração de novos resultados. As técnicas e rotinas oferecidas pelos SIGs, como sobreposição de informações (overlays), multiplicação, subtração e eliminação de dados redundantes, reduzem a necessidade de extensivos levantamentos de campo, gerando economia de tempo e recursos.

A compilação dos dados geográficos utilizados e produzidos durante o estudo está centralizada no banco de dados, permitindo a representação cartográfica de todos os elementos e subsidiando novas tomadas de decisão e estudos futuros. Conforme especificado no Termo de Referência, todos os dados foram georreferenciados no datum SIRGAS 2000, garantindo compatibilidade com o Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos da CILSJ.

A fim de detalhar a organização dos dados, elaborou-se o Manual do Banco de Dados com a descrição das etapas para instalação dos programas necessários e as instruções para acessar e exportar as informações do banco.

A estrutura apresentada, combinada com um padrão de nomenclatura consistente e a documentação de metadados, garante a rastreabilidade, acessibilidade e qualidade das informações, fortalecendo a gestão eficiente do projeto. Além disso, a apresentação em formato de tutorial sobre a instalação dos programas necessários e o acesso aos dados visa democratizar a utilização dessas informações, ampliando sua acessibilidade e promovendo a transparência no uso de ferramentas e recursos.

O compromisso com a atualização contínua do banco de dados e sua integração com sistemas e usuários interessados assegura sua relevância e utilidade a longo prazo. Após a finalização do contrato, a responsabilidade pela atualização do SIG-Plano será assumida pelos membros da CILSJ. Por isso, destaca-se a importância do detalhamento das informações contidas no banco,

bem como da padronização e organização das mesmas para garantir que ele continue sendo uma ferramenta eficaz e confiável no futuro.

13 CONCLUSÕES

O presente Relatório Síntese consolida o processo de revisão e atualização do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI), integrando de forma articulada os resultados de diagnóstico, prognóstico, planos complementares, diretrizes de enquadramento e o plano de ação.

A revisão do Plano representa um passo fundamental dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e da Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (Lei nº 3.239/1999), reafirmando a importância do planejamento como instrumento de gestão participativa e descentralizada. Essa atualização permite adequar o plano às novas demandas socioambientais e econômicas.

Ao longo deste processo, foram definidas ações estratégicas organizadas em eixos temáticos, voltadas à superação dos principais desafios identificados na RH-VI. As propostas buscam fortalecer a integração entre políticas públicas setoriais, especialmente de saneamento, meio ambiente, agricultura e desenvolvimento urbano, promovendo a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos e a preservação dos ecossistemas aquáticos e costeiros.

O CBHLSJ assume papel central nesse contexto, como instância deliberativa e articuladora da gestão descentralizada, responsável por conduzir o processo de implementação, priorização e pactuação das ações propostas, observando a viabilidade técnica, institucional e financeira e garantindo a participação social em todas as etapas.

A efetiva implementação do plano depende de um comprometimento contínuo dos diversos atores, poder público, usuários, sociedade civil na execução e monitoramento das ações. Essa articulação permitirá avanços significativos na melhoria da qualidade da água, redução de conflitos de uso, aumento da segurança hídrica, recuperação ambiental e fortalecimento institucional da gestão da bacia.

Destaca-se que a revisão do Plano não é um ponto final, mas o início de um novo ciclo de gestão adaptativa, orientado por avaliações técnicas, pela participação e pelo compromisso com a sustentabilidade. A atualização periódica do plano, o monitoramento contínuo e a integração com políticas públicas correlatas são fundamentais para assegurar que a gestão das águas na Região Hidrográfica Lagos São João continue sendo referência em planejamento participativo, resiliência ambiental e uso sustentável dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DE JUTURNAÍBA (2023). Portal Digital da Concessionária Águas de Juturnaíba. Grupo Águas do Brasil.

ALMADA, D. dos S. (2015). Pequenos Mamíferos da Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus, Rio Das Ostras, RJ. Dissertação de mestrado (Programa de Pósgraduação em Ciências Ambientais e Conservação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, vol. 22, nº 6, Stuttgart, pg. 711 - 728.

ANA (2005) Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Cadernos de Recursos Hídricos. 134 p, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2013). Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2014a) Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2014b) Estudo de Vulnerabilidade Natural à Contaminação e Estratégias de Proteção do Sistema Aquífero Guarani nas Áreas de Afloramento, Relatório Final – Tomo I. ENGECORPS, São Paulo.

ANA (2017a). Atlas Irrigação 2017: Uso da Água na Agricultura Irrigada (1ª edição). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2017b). Água na indústria: uso e coeficientes técnicos. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2017c). Atlas Esgotos: Descpoluição de Bacias Hidrográficas. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2017d). Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas. PROGESTÃO. Agência Nacional de Águas, Brasília.

ANA (2019a). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2019b). Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Panorama dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Brasília.

ANA (2021a). Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2021b). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2º edição, Brasília.

ANA (2021c). Evaporação Líquida de Reservatórios no Brasil, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANA (2023a). Programa Produtor de Água. Agência Nacional de Águas, Brasília.

ANA (2023b). Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – Prodes. Agência Nacional de Águas, Brasília.

ANA, 2023c. Portal da Qualidade das Águas. Enquadramento – Bases Conceituais. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília.

ANAC (2012). Regulamento Brasileiro da Aviação Civil, RBAC nº 139, EMENDA nº 01. Brasília.

ANDRADE JUNIOR, A.S. de; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H. C.; SILVA, C.O. da; GOMES, A.A.N. (2004) Classificação Climática do Estado do Piauí. Documentos 86, EMBRAPA, Teresina.

ARARUAMA (2017). Lei Complementar nº 135 de 29 de dezembro de 2017. Plano Diretor do Município de Araruama. Araruama.

ARMAÇÃO DE BÚZIOS (2006). Lei Complementar nº 13 de 22 de maio de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Armação dos Búzios. Armação dos Búzios.

ARRAIAL DO CABO (2021). Lei Complementar nº 012 de 30 de dezembro de 2021. Plano Diretor Participativo do Município de Arraial do Cabo. Arraial do Cabo.

ARMAÇÃO DOS BÚZIOS. Lei nº 1168 de 1° de dezembro de 2015. Dispõe sobre aprovar o Plano Municipal de Saneamento Básico de Armação dos Búzios, e dá outras providências. 01 dez. 2015. Disponível em: < https://www.cmmaBúzios.com/_files/ugd/e4949f_a93cd355f73b4f199dea343e3b806fbf.pdf>. Acesso em 11 set. 2023.

BRASIL. Lei n° 9984 de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020). 17 jul. 2000. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm>. Acesso em 05 set. 2023.

BATISTA, D.; GRANTHOM-COSTA, L. V.; COUTINHO, R. (2020). Biodiversidade marinha dos costões rochosos de Arraial do Cabo: histórico, ecologia e conservação. Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 407p., Arraial do Cabo.

BIZERRIL, C. R. S. F. (1995). Análise da distribuição espacial da ictiofauna de uma bacia hidrográfica do leste brasileiro. Arquivos de Biologia e Tecnologia, vol.38, nº2, pg. 477-499, Curitiba.

BRASIL (1961). Lei Federal n°3.924 de 26 de julho de 61. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília.

BRASIL (2000). Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília.

BRASIL (2005). Revisão do Plano de Manejo da Reserva Biológica de Poço das Antas. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Brasília.

BRASIL (2006). Resolução nº 58 de 30 de janeiro de 2006. Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Brasília.

BRASIL (2007). Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico [...]. Brasília.

BRASIL (2008). Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-leão-dourado. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Brasília.

BRASIL (2010). Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos [...]. Brasília.

BRASIL (2012a). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília.

BRASIL (2012b). Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília.

BRASIL (2014). Ministério da Integração Nacional. Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Brasília.

BRASIL (2020a). Lei Federal 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Brasília

BRASIL (2020b). Plano de Manejo da Reserva Extravista Marinha do Arraial do Cabo. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Brasília.

BRASIL (2022). Portaria MMA n°148, 2022. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília.

CALADO, L.; RODRIGUES, V.B.; SANTOS, G. N.; FLORES, L.M.; SILVA, G.C.A.; OLIVEIRA, E.A. de S.; SARAIVA, N.; FERNANDES, A.M.; COUTINHO, R. (2015). Comissão Oceanográfica INCT. Revista A Ressurgência, IEAPM, Ano 9, Edição 8, Arraial do Cabo, pg. 5-10.

CARVALHO, N.O (2008). Hidrossedimentologia prática. Editora Interciência,2ª ed. Rio de Janeiro.

CACHOEIRAS DE MACACU. **Lei nº1991 de 20 de setembro de 2013**. Estabelece a política de saneamento básico do município de Cachoeiras de Macacu, e dá outras providências. 20 set. 2013. Disponível em: < https://sapl.cachoeirasdemacacu.rj.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2013/1332/1991.pdf>. Acesso em 11 set. 2023.

CEPED UFSC (2013). Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M (2001). Simulação hidrológica de grandes bacias. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 6, n.2.

COSTA, T.C. e C. da; LUMBRERAS, J.F.; ZARONI, M.J.; NAIME, U.J.; GUIMARÃES, S.P.; UZEDA, M.C. (2005). Estimativas de Perdas de Solo para Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78, EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro.

CPRM (2000) Mapa de favorabilidade hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro, em escala 1:500.000. Publicação em: Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro (autores: BARRETO, A.B.C. et al., 2000 - Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro), Serviço Geológico Do Brasil.

CPRM (2016) Geologia e recursos minerais do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo e mapa geológico e de recursos minerais. Monica Heilbron et al., Orgs. - Belo Horizonte, 182 p., 01 mapa geológico, escala 1:400.000 (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB, Coleção Mapas Geológicos Estaduais).

CPRM (2021) Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio de Janeiro, em escala 1:400.000. Serviço Geológico Do Brasil.

DEFESA CIVIL (2023). Portal Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional.

DRM (2006) Mapa de Domínios hidrogeológicos do Rio de Janeiro. Serviço Geológico Do Estado Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro.

Emater-Rj/CPLAN/NIDOC. Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola-ASPA. SISTEMA AGROGEO. Rio de Janeiro. 2021.

Emater-Rj. Agrofundo. Disponível em: < https://www.emater.rj.gov.br/node/181>. Acesso em 21 set. 2023.

EPL (2018a). Shapefile de Portos, Hidrovias e Fluxos. Empresa de Planejamento e Logística S.A. Observatório Nacional de Transportes e Logística. Brasília.

EPL (2018b). Shapefile de Dutoviário. Empresa de Planejamento e Logística S.A. Observatório Nacional de Transportes e Logística. Brasília

FAO (1980). Metodologia Provisional para Evaluation de la Degradacion de los suelos. FAO/PNUMA/UNEP/UNESCO. Roma.

FILHO, A. de C.; LUMBRERAS, J. F.; WITTERN, K. P.; LEMOS, A. L.; SANTOS, R. D. dos; CALDERANO FILHO, B.; OLIVEIRA, R. P. de; AGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de; CHAFFIN, C. E.; MOTHCI, E. P.; LARACH, J. O. I.; CONCEIÇÃO, M. da; TAVARES, N. P.; SANTOS, H. G. dos; GOMES, J. B. V.; CALDERANO, S. B.; GONCALVES, A. O.; MARTORANO, L. G.; BARRETO, W. de O.; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L. de; SOUZA, J. L. R. de; LIMA, T. da C; ANTONELLO, L. L.; LIMA, P. C. de (2003). Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Estado do Rio de Janeiro. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 32, Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

FONSECA, M.; AlVES, F.; MOTA, L.; MACEDO, M. (2022). O guaiamum no rio São João e a gestão das áreas protegidas: da diversidade de atores aos conflitos locais. 65p., Rio das Ostras.

FUCKNER, M.A. (2010). Mapa digital: Aeródromos. ANA, Brasília.

FUCKNER, M.A. (2021). Mapa digital: Hidroeletricidade. ANA, Brasília.

GONZAGA, L. P.; PACHECO, J. F. (1990). Two new subspecies of Formicivora serrana (Hellmayr) from southeastern Brazil, and notes on the type locality of Formicivora deluzae Ménétriés. Bull. BOC, vol.110, nº.4, pg.187-193.

GOMES, F.A. da C.; NEGRÃO, R.G. (2009). Rio Una, Batimetria. Batimetria do rio Una realizada entre os meses de junho e julho de 2009, no trecho compreendido entre as coordenadas UTM 23K 790113.56 e 7482846.96 S e 23K 805971.364 7484659.934 S. Cabo Frio, 2009.

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (2023). Portal Turismo RJ – Rio de Janeiro. Iguaba Grande – RJ. Secretaria Estadual de Turismo, Rio de Janeiro.

GUIA DO TURIMO BRASIL (2023a). Arraial do Cabo – RJ. Guia do Turismo Brasil: O seu roteiro mais completo. São Paulo.

GUIA DO TURIMO BRASIL (2023b). Rio das Ostras – RJ. Guia do Turismo Brasil: O seu roteiro mais completo. São Paulo.

GUIA DO TURIMO BRASIL (2023c). Saquarema – RJ. Guia do Turismo Brasil: O seu roteiro mais completo. São Paulo.

IBAMA (1989). Unidades de conservação do Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 192p., Brasília.

IBAMA (2023) Acidentes e Emergências Ambientais (dados do período 2010-22). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília.

IBGE (2010). XII Censo Demográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília.

IBGE (2011). Estimativas da População 2011. Tabelas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

IBGE (2012). Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico: inventário das formações florestais e campestres: técnicas e manejo de coleções botânicas: procedimentos para mapeamentos. 2ª ed., 271p., Rio de Janeiro.

IBGE (2016). Estimativas da População 2016. Tabelas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

IBGE (2018). Bases cartográficas contínuas - Estados - Rio de Janeiro - 1:25 000 versão 2018. Brasília

IBGE (2021). Estimativas da População 2021. Tabelas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

IBGE (2022a). Censo Agropecuário de 2017 Características gerais das produções agropecuária e extrativista, segundo a cor ou raça do produtor e recortes territoriais específicos. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, vol.9, pg.1-172, Rio de Janeiro.

IBGE (2022b). DTB – Divisão Territorial Brasileira. Tabela da Divisão Territórial Brasileira 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

IBGE (2022c). Prévia da População dos Municípios com base nos dados do Censo Demográfico 2022 coletados até 25/12/2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.

IGUABA GRANDE. **Lei nº 1218 de 16 de agosto de 2016**. Dispõe sobre a aprovação do Plano Municipal de Saneamento Básico, da Política Municipal de Saneamento Básico, e do Fundo Municipal de Saneamento Básico, e dá outras providências. 16 ago. 2016. Disponível em: <https://www.portal.iguaba.rj.gov.br/arquivos/1975/LEIS%20ORDINARIAS_1218_2016_00000001.pdf>. Acesso em 11 set. 2023.

INEA (2010). Faixa Marginal de Proteção. Série Gestão Ambiental 2. Instituto Estadual do Ambiente, 37p., Rio de Janeiro.

INEA (2014). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ). Documento elaborado pela Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos - COPPETEC e pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos Ambientais (LabHid). Rio de Janeiro.

INEA (2018). Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente. Instituto Estadual do Ambiente.Gerência de Publicações e Acervo Técnico (Gepat/Digges/INEA). Rio de Janeiro.

INEA (2019a) Norma Operacional 37: Critérios, definições e condições para outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais. Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro.

INEA (2019b). Qualiagua, Portal Digital. Instituto Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INEA (2021a). Nota Técnica GERGET/DIRBAPE/INEA N°04/2021. Indicação de Áreas Prioritárias para Projetos de Proteção e Recuperação de Mananciais de Abastecimento Público na Região Hidrográfica Lagos São João – RH-VI. Governo do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

INEA (2021b). NOP-INEA-48. Programa Estadual de Autocontrole de Efluentes Líquidos - Procon Água. Instituto Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INEA (2021c). Áreas Protegidas - Metadados e Downloads. GEOINEA Base de Dados Geoespaciais, Rio de Janeiro.

INEA (2022a) Base de dados de áreas contaminadas, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro.

INEA (2022b). Nota Técnica N° 001/2022/Geragua/DIRSEG/INEA. 29 de setembro de 2022. Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INEA (2023a) Base de dados de outorgas - poços/águas subterrâneas. Banco de dados geral de outorgas e outorgas válidas: datado do começo de abril/2023, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro.

INEA (2023b) Listagem de aterros e vazadouros em municípios da RH-VI. Planilha de dados: datada do final de março/2023, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro.

INEA (2023c). Usuários Cobrados no Exercício 2023 pelo Uso de Água Bruta no Estado no Rio de Janeiro por Região Hidrográfica. Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INEA (2023d). Portal Ar, Água e Solo. Segurança de Barragens. INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. Rio de Janeiro.

INEA (2023e). Programa Estadual de Segurança Hídrica. Portal Digital Ar, Água e Solo. Instituto Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INEA (2023f). Banco de Dados do Sistema de Informações dos Barramentos do Estado do Rio de Janeiro (SisBar). Instituto Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

INMET (2022). Normais Climatológicas do Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Brasília.

IKEMOTO, S.M.; NAPOLEÃO, P.R.M. (2018). Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial. Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro.

IPHAN (2023). Bancos de Dados - Patrimônio Arqueológico. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Brasília.

IUCN (2023). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Versão 2022-2. The IUCN Red List of Threatened Species. Cambridge.

Jornal dos Municípios. **Araruama integra Mapa do Turismo brasileiro de 2022**. 2022. Disponível em: < https://jornaldosmunicipiosrj.com.br/noticia/3129/araruama-integra-mapa-do-turismo-brasileiro-de-2022.html>. Acesso em 07 dez. 2023.

KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, W. (2013). “Integrando Sistema de Suporte à Decisão para Gerenciamento de Recursos Hídricos a um SIG de Código Aberto” in Anais do XX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos. Bento Gonçalves.

KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, W. (2017). Manual Teórico Prático da ferramenta WARM-GIS Tools.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1936). Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. Munique.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; CALDERANO FILHO, B.; SANTOS, R. D. dos. (2001) Levantamento pedológico, vulnerabilidade e potencialidade ao uso das terras: quadrículas de Silva Jardim e Rio das Ostras, Estado do Rio de Janeiro. Boletim de pesquisa, 23, Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

MAPBIOMAS (2022). Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. MapBiomas.

MAPBIOMAS FOGO (2022). Projeto MapBiomas – Mapeamento das áreas queimadas no Brasil (Coleção 2). MapBiomas.

MARTINS, A.K.E.; SILVA, G.F. da. (2007). Análise do uso e conservação da reserva legal do assentamento Pericatu, município de Pium – TO, utilizando geotecnologias. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, pg.3125-3131, Florianópolis.

NADLER, D. A; TUSHMAN, M.L. (1997). Competing by Design. Oxford University Press, Nova Iorque.

CBHLSJ. (2005). Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do Rio São João. Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ, 156p., Rio de Janeiro.

PINTO, M. J. B.; SEIXAS-FILHO, J. T. (2016). Lagoa de Juturnaíba: O Lago Medonho Pede Socorro. Lagoas do Rio, pg.65.

RIBEIRO, R.D.; LIMA, H.C. de (2009). Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da Família leguminosae e implicações para conservação no centro de diversidade vegetal de Cabo Frio, Rio De Janeiro, Brasil. Rodriguésia vol. 60, nº1, pg. 111-127, Rio de Janeiro.

RIO + SANEAMENTO (2023) Ofício 201/23, em resposta ao Ofício CILSJ 151/23.

RIO DE JANEIRO (1989). Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 5 de outubro de 1989. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (1998). Contrato de Concessão. Estado do Rio de Janeiro e PROLAGOS.

RIO DE JANEIRO (1999). 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. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2004). Decreto Estadual n° 36.722 de 08 de dezembro de 2004. Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas das Lagoas de Araruama, Saquarema e dos rios São João e Una, integrando o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2006). Resolução n° 18 de novembro de 2006. Aprova a definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI). Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2008). Decreto Estadual nº 41.612 de 23 de dezembro de 2008: Regulamenta os artigos 268, i, ii e iv da constituição estadual no que concerne as áreas de preservação permanente de restingas e manguezais, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2013a). Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI). Resolução N° 107 de maio de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2013b). PERS 2013 Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2017). Planos da Mata Atlântica Região Lagos São João e Rio das Ostras. Org. Lopes R. de S.; Abrahão, J. 138p. Secretaria de Estado do Ambiente, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2019). Plano de Manejo do Parque Estadual da Costa do Sol - Anita Mureb (PECS). Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS. Instituto Estadual do Ambiente - INEA. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (2021). Decreto Nº 47.867 de 10 de dezembro de 2021. Governo do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (estado). Decreto nº 40156 de 17 de outubro de 2006. Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para a regularização dos usos de água superficial e subterrânea, bem como, para ação integrada de fiscalização com os prestadores de serviço de saneamento básico, e dá outras providências. 17 out. 2006. Disponível em: < https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-40156-2006-rio-de-janeiro-estabelece-os-procedimentos-tecnicos-e-administrativos-para-a-regularizacao-dos-usos-de-agua-superficial-e-subterranea-bem-como-para-acao-integrada-de-fiscalizacao-com-os-prestadores-de-servico-de-saneamento-basico-e-da-outras-providencias?q=qualidade+da+%C3%A1gua>. Acesso em 11 set. 2023.

SANTIAGO, R.B.; DESLANDES, R. (2011) Políticas Públicas e ordenamento territorial em áreas de preservação ambiental na região dos Lagos, Rio de Janeiro. Revista Geográfica da América Central, Costa Rica, vol. 2, nº47, pg.1-8.

SANTOS, L. da F.; CHARGEL, L.T.; HORA, M. de A.G.M. da (2019). Simulação do Rompimento Hipotético da Barragem de Juturnaíba, Localizada no Estado do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências, vol. 42(2), pg.299-310. Rio de Janeiro.

SNS e MDE (2019). PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico - Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania. Secretaria Nacional de Sanemanto e Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília.

SERENCO (2014). Elaboração de Estudos e Projetos para consecução do Plano Municipal de Saneamento Básico de Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim. Serviços de Engenharia Consultiva. Rio de Janeiro.

SERLA (2003). Portaria SERLA n° 324 de 28 de agosto de 2003. Rio de Janeiro.

SILVA, C.A.B. da (2014). O papel da câmara técnica de pesca do comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João na gestão da pesca artesanal na lagoa de Araruama. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Administração). Universidade Metodista de São Paula. São Bernardo dos Campos.

SISÁGUA (2022) Boletins de análises – Cesário Alvim, Silva Jardim (concessionária Águas de Juturnaíba). Boletins mensais/semestrais – 2021-2022. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.

SNIS (2021). Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto Visão Geral Ano de referência 2020. Ministério do Desenvolvimento Regional - Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília.

STRAHLER, A.N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transaction, American Geophysical Union, vol.38, nº6, pg.913–920.

RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 1995. 65p., 3. ed. rev. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

RIBEIRO, M. A. **Turismo no Estado do Rio de Janeiro: ensaio de uma tipologia**. 2003. In: GEOgraphia. Ano V. Nº10. 2003. p.79-91.

SOFFIATI, A. (2021). Em defesa do rio Una: a história de um rio na Região dos Lagos. Editora Autografia.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. (2005). Conservação de nascentes: hidrografia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Aprenda Fácil, 210p, Viçosa.

USBR. **Irrigated land use, Part 2: Land classification**. 1953. B. R. Manual. Vol. 5, U.S.