DA01 - Diagnóstico Ambiental

22006_CILSJ_DA01_R01

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_DA01_R01	
Título		Diagnóstico Ambiental	
Aprovação por:		Lawson Francisco de Souza Betrame	
Data da Aprovação:		25/08/2023	
Controle de Revisões			
Revisão Nº	**Natureza**	**Data**	**Aprovação**
00	Emissão Inicial	30/06/2023	LB
01	Revisão 01	25/08/2023	LB

EQUIPE DA CONTRATANTE

CILSJ - Consórcio Intermunicipal Lagos São João

Raquel Trevisan - Secretária Executiva

Cláudia Magalhães - Coordenadora Administrativa

Marianna Cavalcante - Coordenadora de Projetos

Leonardo Nascimento - Analista Técnico

Jéssica Berbat - Analista Técnica

Samara Miranda - Assistente Administrativa

Crislane Santos - Assistente Administrativa

Robson Souza - Assistente Administrativo

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

Prefeitura Municipal

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

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 - Engº. 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 - Engº. 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

José Rafael Cavalcanti - Engº. Ambiental - CREA RS229427

Lucas Rodrigo Kehl - Engº. Ambiental - CREA RS 261618

Bernardo Visnievski Zacouteguy - Engº. Ambiental - CREA RS237714

Laís Helena Mazzali Gaeversen - Engª. Ambiental - CREA RS245799

Luana Gabriele Gomes Camelo - Engª. Ambiental

Fernando Moura Antunes - Biólogo

Elvio Giasson - Engº Agrônomo

Fernanda Maysonnave – Designer

Fabiane Cazulo Juchen – Engª. Hídrica – CREA RS262950

EQUIPE COMPLEMENTAR

Heloísa Franke - Graduanda em Eng. Ambiental

Lucas Ronzoni Calviera - Graduando em Eng. Ambiental

Luiza Vivian - Graduanda em Eng. Ambiental

Pedro Wainberg Bohrer - Graduando em Eng. Ambiental

Stefano Sica - Graduando em Eng. Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 57

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL 59

2.1 Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos 59

2.2 Unidades Hidrológicas de Planejamento 60

2.3 Munícipios da Região Hidrográfica 66

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIÓTICA 68

3.1 Variáveis abióticas 68

3.1.1 Hidrografia 68

3.1.2 Clima 72

3.1.3 Eventos Críticos 89

3.1.4 Geologia 98

3.1.5 Geomorfologia 133

3.1.6 Hidrogeologia 145

3.1.7 Pedologia 155

3.1.8 Uso e ocupação do solo 248

3.1.9 Erosão 256

3.2 Variáveis bióticas 265

3.2.1 Vegetação 265

3.2.2 Fauna 281

3.2.3 Atividade de Pesca 301

3.3 Áreas Protegidas 305

3.3.1 Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais 305

3.3.2 Unidades de Conservação 311

3.3.3 Sítios Arqueológicos 326
4 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA 330
4.1 Caracterização Demográfica 330
4.1.1 Histórico de Desenvolvimento da Região 330
4.1.2 Estrutura e Evolução Demográfica 338
4.2 Indicadores Sociais e de Renda 348
4.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 348
4.2.2 Índice de Gini 352
4.3 Estrutura e Dinâmica das Atividades Produtivas 353
4.3.1 Áreas de Uso Industrial 353
4.3.2 Expansão Urbana 370
4.3.3 Atividades Turísticas 411
5 CARACTERIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA 428
5.1 Transporte 428
5.1.1 Rodoviário 428
5.1.2 Ferroviário 429
5.1.3 Marítmo 429
5.1.4 Aeroportuario 431
5.1.5 Dutoviário 431
5.2 Infraestrutura Hídrica 431
5.2.1 Sistemas de irrigação e canais retificados 431
5.2.2 Estruturas de reservação 434
6 SANEAMENTO AMBIENTAL 440
6.1 Planos Municipais de Saneamento 440
6.2 Abastecimento de Água 443

6.2.1 Sistema integrado PROLAGOS 447
6.2.2 Sistema integrado Águas de Juturnaíba 448
6.2.3 Casimiro de Abreu 451
6.2.4 Maricá 451
6.2.5 Rio Bonito 451
6.2.6 Rio das Ostras 456
6.2.7 Resumo do abastecimento de água 458
6.3 Esgotamento Sanitário 462
6.3.1 Araruama 462
6.3.2 Armação dos Búzios 463
6.3.3 Arraial do Cabo 464
6.3.4 Cabo Frio 465
6.3.5 Casimiro de Abreu 466
6.3.6 Iguaba Grande 467
6.3.7 Maricá 468
6.3.8 Rio Bonito 469
6.3.9 Rio das Ostras 469
6.3.10 São Pedro da Aldeia 470
6.3.11 Saquarema 471
6.3.12 Silva Jardim 472
6.3.13 Resumo do esgotamento sanitário 474
6.4 Resíduos Sólidos 478
6.4.1 População atendida 479
6.4.2 Resíduos domiciliares 481
6.4.3 Coleta seletiva 484

6.4.4 Cobrança dos serviços 484
6.4.5 Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) 484
6.4.6 Resíduos Sólidos Construção C ivil (RCC) 485
6.5 Drenagem Urbana 486
7 AVALIAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DAS ÁGUAS 494
7.1 Disponibilidade hídrica 494
7.1.1 Disponibilidade das águas superficiais 494
7.1.2 Disponibilidade das águas subterrâneas 538
7.2 Qualidade das águas 576
7.2.1 Qualidade das águas superficiais 576
7.2.2 Qualidade das águas subterrâneas 728
7.2.3 Diagnóstico integrado da qualidade das águas 789
7.2.4 Campanhas complementares de qualidade da água superficial 792
7.3 Demandas e usos de recursos hídricos 799
7.3.1 Estimativa direta: banco de outorgas do INEA 799
7.3.2 Estimativa indireta: metodologia da ANA 814
7.3.3 Usos consuntivos de água 827
7.3.4 Usos não consuntivos de água 854
7.4 Balanço Hídrico Quantitativo 855
7.4.1 Síntese metodológica 855
7.4.2 Descrição do modelo de balanço hídrico 855
7.4.3 Dados de entrada do modelo de balanço hídrico 857
7.4.4 Resultado do balanço hídrico quantitativo 857
7.4.5 Análises e considerações 861

8 QUADRO INSTITUCIONAL E LEGAL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS 862

8.1 Premissas 862

8.2 O Princípio da congruência 865

8.3 O Sistema de gerenciamento de recursos hídricos 868

8.3.1 CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos 869

8.3.2 INEA – Órgão Estadual Gestor de Recursos Hídricos 869

8.3.3 CBHLSJ – Órgão deliberativo e de integração participativa do gerenciamento de recursos hídricos 870

8.3.4 CILSJ – Órgão de apoio técnico e administrativo do CBHLSJ 871

8.3.5 Fonte principal de recursos 874

8.3.6 Projetos existentes no âmbito do CBHLSJ 876

8.3.7 Políticas, Planos, Programas e Projetos Setoriais 881

8.4 Atores relevantes para os recursos hídricos 888

8.4.1 Conselho de Associados 888

8.4.2 Plenária das Entidades 889

8.4.3 Usuários de água sobre os quais incide a cobrança 890

8.4.4 Membros do CBHLSJ 893

8.4.5 Classificação dos demais atores relevantes 895

8.4.6 Principais Conflitos Identificados 900

8.5 Esboço de congruências 902

8.6 Proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional 905

8.6.1 Aumento dos usuários de água pagantes 907

8.6.2 Alterar o mecanismo de cobrança pelo uso de água 908

8.6.3 Aumentar os preços público unitários cobrados 912

9 CONCLUSÕES 914

REFERÊNCIAS 916

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Atores do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na RH-VI. 60
Figura 2.2 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica VI. 64
Figura 2.3 - Mapa dos municípios na RH-VI. 67
Figura 3.1 - Mapa de corpos hídricos da RH-VI. 70
Figura 3.2 - Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler. 71
Figura 3.3 - Mapa de distribuição climática da região de acordo com Köppen. 74
Figura 3.4 - Mapa de localização das estações meteorológicas do INMET na RH-VI. 76
Figura 3.5 - Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas. 79
Figura 3.6 - Variação da precipitação acumulada mensal para cada estação. 80
Figura 3.7 - Disponibilidade de dados das estações pluviométricas por ano. 81
Figura 3.8 - Variação da precipitação acumulada mensal. 82
Figura 3.9 - Mapa de Precipitação Anual na Região Hidrográfica VI. 83
Figura 3.10 - Variação da temperatura mínima mensal. 84
Figura 3.11 - Variação da temperatura média mensal. 85
Figura 3.12 - Variação da temperatura máxima mensal. 85
Figura 3.13 - Variação da evaporação total mensal. 86
Figura 3.14 - Variação da evapotranspiração potencial. 87
Figura 3.15 - Área total (ha) queimada por ano analisado. 97
Figura 3.16 - Geotectônica: localização da Faixa Ribeira no contexto da Província Mantiqueira. 99
Figura 3.17 - Evolução dos continentes desde o Jurássico ao Cretáceo Superior/Terciário Inferior: quebra do Supercontinente Gondwana e abertura do oceano Atlântico. 99
Figura 3.18 - Mapa tectônico do SE do Brasil (com destaque às unidades da Província Mantiqueira e àqueles situados na RH-VI e arredores). 100
Figura 3.19 - Mapa-índice das bacias sedimentares brasileiras, discriminadas segundo o tipo e as idades geológicas predominantes de seu preenchimento sedimentar 101
Figura 3.20 - Compilação de variação global de temperatura nos últimos 65 milhões de anos, com base em medições de isótopos de oxigênio. 102
Figura 3.21 - Interpretação de curva de flutuação do nível relativo do mar, a partir de curvas de variação do nível relativo em diversos setores do litoral brasileiro, durante os últimos 7.000 anos. 103

Figura 3.22 - Mapa Geológico da RH-VI com base em CPRM (2016). 106
Figura 3.23 - Perfil geológico NW-SE na RH-VI. 109
Figura 3.24 - 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). 110
Figura 3.25 - Gnaisses alterados (PP3rl) - afloramento; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b)... 110
Figura 3.26 - Gnaisses alterados (PP3rl) –detalhe; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b). 110
Figura 3.27 - 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). 110
Figura 3.28 - 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). 110
Figura 3.29 - Rocha gnáissica cataclástica, com minerais estirados (“olhos” de feldspatos mais evidentes) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g). 111
Figura 3.30 - Costões rochosos (gnaisse - unidade PP3rl) - borda da Praia da Tartaruga - Rio das Ostras, UHP VI-b. 111
Figura 3.31 - Costões rochosos (rochas cristalinas - unidade PP3rl) - Prainha da Capela da Barra de São João - Casimiro de Abreu, UHP VI-b. 111
Figura 3.32 - Detalhe em gnaisses graníticos milonitizados (unid. PP3rl) - Prainha da Capela da Barra de S.João - Casimiro de Abreu, UHP VI-b. 111
Figura 3.33 - Pegmatitos (porção mais clara) em meio a gnaisses graníticos milonitizados - arredores da igreja de N.S. Nazareth - Saquarema, UHP VI-f. 111
Figura 3.34 - Ortognaisses (PP3rl) com nítida foliação bandada - Costão da Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI - UHP VI-e). 111
Figura 3.35 - Ortognaisse (PP3rl) dobrado - Costão da Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI - UHP VI-e). 112
Figura 3.36 - Ortognaisses e antibolito (“ANF”, mais escuros) - unidade PP3rl - Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI/UHP VI-e). 112
Figura 3.37 - 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. 112

Figura 3.38 - Gnaisses bandados dobrados - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f. 112
Figura 3.39 - Costão rochoso de ortognaisses (unidade PP3rl) - desde as proximidades da Ponta do Pai Vitório, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 112
Figura 3.40 - 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). 112
Figura 3.41 - 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). 113
Figura 3.42 - Gnaisse milonitizado (provavelmente unidade PP3rl) - Cacheira do Amor - Silva Jardim (UHP VI-c). 113
Figura 3.43 - Dobra de baixo ângulo (apertada a isoclinal), com provável cavalgamento - afloramento de gnaisses alterados - Armação dos Búzios, UHP VI-g 113
Figura 3.44 - Blocos de diabásio mesozoico falhados e semi-basculados em meio a gnaisses - Estr. da Fazendinha, Armação dos Búzios, UHP VI-g. 113
Figura 3.45 - Blocos de biotita gnaisses do Grupo São Fidélis (NPsfgn) - riacho nas proximidades da cachoeira Macharet, entre Silva Jardim e C. de Abreu (UHP VI-b). 114
Figura 3.46 - Minerais foliares/placoides (biotitas) em biotita gnaisses do Gr. São Fidélis (NPsfgn) - prox. Cach.Macharet - Silva Jardim/C.Abreu (UHP VI-b). 114
Figura 3.47 - Paragnaisses bandados com granada (minerais isométricos vítreos lilás-avermelhados), cianita (hábito tabular, azul) e prováveis cristais de sillimanita (fibroide) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Poça da Tartaruga, Ar. dos Búzios (UHP VI-g).. 115
Figura 3.48 - Paragnaisses com destaque para presença de granada (vítreo lilás-avermelhado) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia da Foca, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 115
Figura 3.49 - Paragnaisses xistosos, com minerais estirados, com presença de granada, cianita (hábito tabular, cor azul) e prováveis cristais de silimanita (fibroide) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 115
Figura 3.50 - Paragnaisses com minerais estirados, muita granada (vítreo lilás-avermelha-do) e prováveis cristais de silimanita e cianita da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 115

Figura 3.51 - Gnaisses dobrados e cisalhados (com minerais estirados), com bandas mais claras e mais escuras, da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g).....115
Figura 3.52 - Foliação na porção mais escura -- unidade NP3bp (Gr. Búzios-Palmital) e areias de praia de coloração rósea (associada a granadas), Praia do Forno, Armação dos Búzios (UHP VI-g).....115
Figura 3.53 - Serra de Sepiatiba (unidade NP3bp; relevo em destaque), entre as UHPs VI-d e VI-f, desde São Pedro da Aldeia 116
Figura 3.54 - Vista porção montanhosa - provável unidade NP3bp - vista desde o aterro de Saquarema; UHP VI-e.....116
Figura 3.55 - Ortoanfibolitos do Forte de São Mateus, Cabo Frio - UHPs VI-f.....116
Figura 3.56 - Afloramento na Cachoeira Tingui, com unidade Tingui (NP3γ2tg - “tg”) representada por gnaisse escuro, cortado por rocha granítica (“g1”), por sua vez cortada por outra rocha ígnea (“g2” - cor clara; tonalidade mais escura que “g1”), denotando idades relativas (g2<g1<tg) - Saquarema (UHP VI-e).....116
Figura 3.57 - Ocorrência provável da unidade Cassorotiba (NP3γcst). de gnaisses graníticos - localidade entre a Cachoeira Tingui e Sampaio Correia - Saquarema (UHP VI-e).....116
Figura 3.58 - Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - limite entre as UHPs VI-a/c.....117
Figura 3.59 - Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - afloramento em rodovia (BR-101) - UHP VI-c.....117
Figura 3.60 - Mapa com ocorrência de enxames de diques toleíticos (em cor púrpura) e alcalinos (em verde) e diagrama (roseta) de orientação dos diques toleíticos no Estado do Rio de Janeiro.....117
Figura 3.61 - Corpo alcalino de Rio Bonito (K2E1λrb), sede de Rio Bonito (fora da RH-VI, ao lado da UHP VI-c).....118
Figura 3.62 - Maciço alcalino da Ilha do Cabo Frio (2E1λcf) - Arraial do Cabo (UHP VI-f) 118
Figura 3.63 -Vista do Morro São João (K2E1λsj), desde o Distrito Prof. Souza, Casimiro de Abreu (UHP VI-b).....118
Figura 3.64 - Vista do Morro São João (K2E1λsj), desde o Cidade Beira Mar, Rio das Ostras (UHP VI-b).....119

Figura 3.65 - Vista do Morro São João (K2E1λsj) e rio homônimo, desde Cabo Frio no limite com Casimiro de Abreu (UHP VI-b). 119
Figura 3.66 - Área de praia (Q2li) e, aos fundos, o Morro São João (K2E1λsj) - vista desde a Praia Rasa - Cabo Frio (limites UHPs VI-b/d/g). 119
Figura 3.67 - Alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio e sua continuidade na Cadeia Vitória-Trindade (em destaque, a localização dos corpos situados na RH-VI). 120
Figura 3.68 - Exposição da Formação Barreiras (paelofalésias) desde a Estrada dos Búzios/Praia Rasa, Cabo Frio - UHP VI-g. 121
Figura 3.69 - Cascalheira ao lado da colônia de pescadores - Praia Rasa, Cabo Frio - UHP VI-g. 121
Figura 3.70 - Duna (Q2el) e a ocupação nos arredores (condomínio e demais construções urbanas) - Peró, Cabo Frio, UHP VI-g. 123
Figura 3.71 – Depósitos eólicos (Q2el) - Dunas de Cabo Frio (P.E. Costa do Sol), UHP VI-g. 123
Figura 3.72 – Dunas escalares (“escalam” superfícies em rampas a uma frente mais elevada) - Dunas de Peró (Q2el), Cabo Frio, UHP VI-g. 123
Figura 3.73 – Dunas frontais (correspondem a cordões arenosos paralelos à linha de praia) - Dunas de Peró (Q2el), Cabo Frio, UHP VI-g. 123
Figura 3.74 – Depósitos eólicos (Q2el)/praiais (Q2li), - Praia da Figueira - Arraial do Cabo (UHP VI-f). 123
Figura 3.75 - Depósitos eólicos (Q2el)/praiais (Q2li) - Praia do Farol, Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo (UHP VI-f). 123
Figura 3.76 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia da Figueira - Arraial do Cabo (UHP VI-f). 124
Figura 3.77 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia em Rio das Ostras (UHP VI-b). 124
Figura 3.78 - Depósitos litorâneos (areias rosadas) - Q2li - Praia do Forno, Armação dos Búzios (UHP VI-g). 124
Figura 3.79 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia do Boqueirão/Saquarema (UHP VI-f). 124
Figura 3.80 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li, Cabo Frio, UHP VI-f. 124
Figura 3.81 - *Beach rocks* - Praia de Jaconé (Maricá/Saquarema) - UHP VI-e. 125

Figura 3.82 - *Beach rocks* - Praia de Jaconé (Maricá/Saquarema) - UHP VI-e. 125
Figura 3.83 - Tômbolo (parcialmente visível) da Ilha da Ponta D'água (à esquerda) - faixa de areia (barra arenosa desenvolvida pela deposição de areia por correntes litorâneas), que adentra à Lagoa de Araruama e a conecta à Ilha da Ponta D'água - São Pedro da Aldeia; UHP VI-f. 125
Figura 3.84 - Tômbolo da Ilha da Ponta D'água - faixa de areia (barra arenosa desenvolvida pela deposição de areia por correntes litorâneas), que adentra à Lagoa de Araruama e a conecta à Ilha da Ponta D'água (melhor avistada em períodos de maré baixa) - São Pedro da Aldeia; UHP VI-f. 125
Figura 3.85 - Unidade Q1pr - praias antigas - Cabo Frio, UHP VI-g. 125
Figura 3.86 - Terrenos de mangues/pântanos (Q2pm) - Barra de São João (Casimiro de Abreu, limite com Cabo Frio/Tamoios), UHP VI-b. 125
Figura 3.87 - Canal ao lado de Cidade Beira Mar - Rio das Ostras, UHP VI-b. 125
Figura 3.88 - Unidade Q2pm - canal em terreno de pântanos - Pântano da Malhada - vista desde Armação dos Búzios, UHP VI-d. 125
Figura 3.89 - Sedimentos na curva do rio Bacaxá (Q2a), em Rio Bonito (UHP VI-c). 126
Figura 3.90 - Terreno aluvionar - rio São João (Q2a), em Silva Jardim (UHP VI-a). 126
Figura 3.91 - Sedimentos em leito de riacho nas proximidades da cachoeira Macharet (Q2a), entre Silva Jardim e Casimiro de Abreu (UHP VI-b). 126
Figura 3.92 - Aluvião do rio da Aldeia Velha (Q2a) - UHP VI-b. 126
Figura 3.93 - Aluvião/várzea do rio Capivari (Q2a), Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 126
Figura 3.94 - Sedimentos - rio da Aldeia Velha (Q2a), UHP VI-b. 126
Figura 3.95 - Mapa de localização dos quatro roteiros propostos para a Região dos Lagos. . 127
Figura 3.96 - Poligonais na RH-VI por substâncias minerais e fase de processo minerário junto à Agência Nacional de Mineração. 129
Figura 3.97 - Fonte Itajuru - Cabo Frio. 133
Figura 3.98 - Mapa de hipsometria da Região Hidrográfica VI 135
Figura 3.99 - Mapa de declividade da Região Hidrográfica VI 137
Figura 3.100 - Mapa de feições geomorfológicas da Região Hidrográfica VI. 140
Figura 3.101 - Mapa de domínio morfoescultural da Região Hidrográfica VI. 144
Figura 3.102 - Tipos principais de porosidade nos aquíferos. 145

Figura 3.103 - Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Rio de Janeiro na RH-VI. 146
Figura 3.104 - Mapa de Domínios hidrogeológicos do Rio de Janeiro. 147
Figura 3.105 - Mapa hidrogeológico - Classes de produtividade (CPRM). 148
Figura 3.106 - Distribuição dos Principais Domínios Hidrogeológicos (em afloramento) da RH-VI. 152
Figura 3.107 - Áreas cobertas em cada um dos mapas em difetentes escalas na RH-VI. 157
Figura 3.108 - Mapa de classificação pedológica da RH-VI. 239
Figura 3.109 - Mapa de uso e ocupação do solo da RH-VI. 250
Figura 3.110 - Mapa das áreas de expansão de uso antrópico da RH-VI. 253
Figura 3.111 - Mapa dos fatores R, K, LS e CP da metodologia USLE para a RH-VI. 262
Figura 3.112 - Mapa de suscetibilidade à erosão da RH-VI. 264
Figura 3.113 -Praia das dunas em Cabo Frio, RJ 265
Figura 3.114 - Localização do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. 270
Figura 3.115 - Ramo florido de pau-brasil (Paubrasilia echinata). 272
Figura 3.116 - 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 273
Figura 3.117 - O raríssimo Caxacubri-da-Praia (Pilosocereus ulei) que encontra-se em Perigo de Extinção (EN). 274
Figura 3.118 - A taboa (Typha dominigensis) espécie muito comum em áreas alagadas e que é característica de ambientes intensamente assoreados 276
Figura 3.119 - As lentilhas d'água (Lemna minor) que são potencialmente invasoras e prolíficas em cursos hídricos antropizados 277
Figura 3.120 - Exemplar do gênero Gracilaria. 279
Figura 3.121 - A espécie Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert que possui registro de usos populares para combate à dores de cólicas menstruais, possui grande potencial como anti-inflamatório e antinociceptivo periférico (anulação/redução de estímulos sensoriais que causam dor) com potência semelhante à dipirona (ALBUQUERQUE, 2013). 280
Figura 3.122 - O endêmico passeriforme formigueiro-do-litoral (Formicivora littoralis) considerado como criticamente em perigo de extinção. 282

Figura 3.123 - Mico-Leão Dourado. 283
Figura 3.124 - O “micoduto”, como foi popularmente chamado, referindo-se ao viaduto vegetado com espécies frutíferas da mata atlântica destinado à passagem de animais silvestres sobre um trecho da rodovia federal BR-101 no Rio de Janeiro e que é uma conquista da Associação Mico-Leão-Dourado. 284
Figura 3.125 - O Artibeus lituratus (Olfers, 1818) a maior espécie do gênero e que é comum no litoral norte-fluminense encontrado na mata semi-decidual. 285
Figura 3.126 - O Veado-Mateiro (Mazama americana). 285
Figura 3.127 - A preguiça-de-coleira (Bradypus torquatus). 286
Figura 3.128 - O jaguarundi (Puma yagouaroundi). 287
Figura 3.129 - O cachorro do mato (Cerdocyon thous) 287
Figura 3.130 - A Cuíca-d'Água (Chironectes minimus) é o único marsupial aquátivo, possuindo membranas interdigitais que lhe conferem excelentes habilidades de natação e pesca 292
Figura 3.131 - O albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico (Thalassarche chlororhynchos) espécie considerada em Perigo de extinção (IUCN) e que encontra abrigo nos costões rochosos e pequenas ilhas do litoral norte-fluminense. 293
Figura 3.132 - O caranguejo-uçá (Ucides cordatus) que é fundamental para a manutenção do ecossistema do mangue e também para a geração de renda de muitas famílias. 302
Figura 3.133 - Mapa das Áreas de Proteção Permanente na RH-VI. 308
Figura 3.134 - Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e as RPPN. 313
Figura 3.135 - Zonas de Amortecimento das UCs na RH-VI. 325
Figura 3.136 - Sítios Arqueológicos na RH-VI. 329
Figura 4.1– Participação dos componentes urbano e rural no total da população da RH-VI, 1991, 2000, 2010. 342
Figura 4.2 - Pirâmides etárias (em %) dos municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010. 346
Figura 4.3 - Densidade Demográfica na RH-VI. 347
Figura 4.4 - IDHM na RH-VI. 351
Figura 4.5 -Macrozoneamento de Cabo Frio. 384
Figura 4.6. Macrozoneamento de Maricá. 394
Figura 4.7 - Macrozoneamento de Rio das Ostras. 402
Figura 4.8 - Macrozoneamento de Saquarema. 410

Figura 5.1 - Mapa do Sistema de Transportes da RH-VI. 430
Figura 5.2 - Mapa dos Sistemas Irrigação da RH-VI. 433
Figura 5.3 - Dique de terra da barragem de Juturnaíba. 435
Figura 5.4 - Vertedouro da barragem de Juturnaíba. 436
Figura 5.5 - Um dos quatro dissipadores de energia do vertedouro da barragem de Juturnaíba. 436
Figura 5.6 - Represa de Juturnaíba. 437
Figura 5.7 - ETA Juturnaíba (PROLAGOS). 438
Figura 5.8 - Mapa das Estruturas de Reservação da RH-VI. 439
Figura 6.1 - Metas do PLANSAB com destaque para a região sudeste. 443
Figura 6.2 – Vertedouros da Barragem de Juturnaíba. 444
Figura 6.3 - Mapa dos Sistemas Integrados de Abastecimento da RH-VI. 446
Figura 6.4 - ETA Juturnaíba (PROLAGOS). 447
Figura 6.5 - ETA Juturnaíba (Águas de Juturnaíba). 448
Figura 6.6 - Sistema integrado PROLAGOS. 449
Figura 6.7 - Sistema Integrado Águas de Juturnaiba. 450
Figura 6.8 - Sistema de Abastecimento de água de Casemiro de Abreu. 453
Figura 6.9 - Sistema de abastecimento de água da sede de Rio Bonito. 454
Figura 6.10 - Sistema de Abastecimento de água do distrito do Vale do Basilio 455
Figura 6.11 - Sistema de Abastecimento de Água do Distrito de boa Esperança 456
Figura 6.12 - Sistema de abastecimento de Rio das Ostras. 457
Figura 6.13 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Araruama (2015) 463
Figura 6.14 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Armação de Búzios. 464
Figura 6.15 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Arraial do Cabo. 465
Figura 6.16 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cabo Frio. 466
Figura 6.17 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Casemiro de Abreu. 467
Figura 6.18 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Iguaba Grande. 468
Figura 6.19 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Rio das Ostras. 470
Figura 6.20 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia. 471
Figura 6.21 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Saquarema-sede (2015) 472
Figura 6.22 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Silva Jardim (2015) 473

Figura 6.23 - ETAs e ETEs na RH-VI. 477
Figura 6.24 - Arranjo do Destino Final na Bacia. 483
Figura 7.1 - Série Mensal da estação 59181000 (CPRM). 505
Figura 7.2 - Mapa de estações fluviométricas na Região Hidrográfica VI. 506
Figura 7.3 - Fluviograma da série histórica da estação 59181000 (CPRM). 507
Figura 7.4 - Limniograma da série da estação 59181000 (CPRM). 507
Figura 7.5 - Perfis transversais da seção de medição da estação 59181000 ao longo do tempo. 508
Figura 7.6 - Curva de permanência da série histórica de dados da estação 59181000(CPRM). 509
Figura 7.7 - Curvas chave de descarga para os anos de 1982 até 2003 da estação 59181000 (CPRM). 510
Figura 7.8 - Curvas chave de descarga para os anos de 2006 até 2014 da estação 59181000 (CPRM). 510
Figura 7.9 - Exemplo da determinação das unidades de resposta hidrológica na minibacia. 511
Figura 7.10 - Esquema de funcionamento do modelo MGB-IPH. 513
Figura 7.11 - Mapa das Unidades de Resposta Hidrológica. 517
Figura 7.12 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para a Estação Correntezas – Nova para a calibração. 524
Figura 7.13 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Correntezas – Nova para a calibração. 524
Figura 7.14 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para a Estação Correntezas – Nova para a validação. 528
Figura 7.15 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Correntezas – Nova para a validação. 528
Figura 7.16 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João montante. ... 529
Figura 7.17 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio São João montante. 530
Figura 7.18 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João jusante. 530
Figura 7.19 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio São João jusante. 531
Figura 7.20 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rios Capivari e Bacaxá. ... 531
Figura 7.21 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rios Capivari e Bacaxá. 532
Figura 7.22 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio Una. 532

Figura 7.23 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio Una. 533
Figura 7.24 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Lagoa Saquarema. 533
Figura 7.25 - Curva de Permanência para a sub-bacia Lagoa Saquarema. 534
Figura 7.26 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Lagoa Saquarema. 535
Figura 7.27 - Curva de Permanência para a sub-bacia Lagoa Saquarema. 535
Figura 7.28 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Armação de Búzios. 536
Figura 7.29 - Curva de Permanência para a sub-bacia Armação de Búzios. 537
Figura 7.30 - Pontos relacionados à base geral de outorgas do INEA (águas subterrâneas) na RH-VI. 540
Figura 7.31 - Percentual de pontos e vazão total de poços com outorga por direito de uso de recurso hídrico ou uso insignificante. 541
Figura 7.32 - Número de poços por UHP. 542
Figura 7.33 - Vazão total máxima por UHP. 543
Figura 7.34 - Mapa vazão máxima por poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. 544
Figura 7.35 - Percentual de poços e percentual de vazão total por finalidade de uso da água - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. 546
Figura 7.36 - Profundidade de poços - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. 547
Figura 7.37 - Profundidade de nível d´água estático (NE) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. 549
Figura 7.38 - Capacidade específica - Q/s ([m^3/h]/m) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. 551
Figura 7.39 - Dados de poços por município - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 553
Figura 7.40 - Outra forma de representação da base de poços (INEA). 555
Figura 7.41 - Outorgas válidas (águas subterrâneas). 556
Figura 7.42 -Poços - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS/CPRM. 558
Figura 7.43 - Poços e fontes - projeto RESUB Lagos. 560
Figura 7.44 - Localização dos dois poços utilizados para sistema isolado de abastecimento no Distrito Cesário Alvim, em Silva Jardim (UHP VI-c). 563

Figura 7.45 - Poço 1 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 563
Figura 7.46 - Poço 1 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 563
Figura 7.47 - Poço 2 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 563
Figura 7.48 - Poço 2 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 563
Figura 7.49 - Modelo conceitual básico de circulação dos aquíferos cristalinos (fraturados). 569
Figura 7.50 - Ocorrência de águas subterrâneas em meios fraturados (fissurais). 569
Figura 7.51 - Fraturamento em gnaisse (unidade NP3bp) - Praia da Lagoinha - Armação dos Búzios, UHP VI-g. 569
Figura 7.52 - Fraturas com gnaisses bandados dobrados (unidade PP3rl), com avanço de processos de erosão e alteração (esfoliaçãpo esferoidal), Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f. 569
Figura 7.53 - Fraturamento em afloramento do Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - rodovia (BR-101) - UHP VI-c. 570
Figura 7.54 - Duas vistas de fraturas em afloramentos de costões rochosos com rochas gnáissicas (PP3rl) - arredores da igreja N.S. de Nazareth - Saquarema, UHP VI-f. 570
Figura 7.55 - Exemplo de lineamento formado por traço retilíneo de drenagem, associado a uma zona de fratura presente em subsuperfície. Notar que as zonas de fratura podem ser de vários tipos: em áreas não planas, somente fraturas com mergulho igual ou maior que 50° aparecem na superfície como lineamentos 571
Figura 7.56 - Modelo conceitual básico de circulação de Sistemas Aquíferos Litorâneos. 573
Figura 7.57 - Manto de intemperismo (gnaisse alterado - PP3rl) - Silva Jardim, aprox. no limite entre UHPs VI-a e VI-c. 574
Figura 7.58 - Área montanhosa (NP3bp) e aluvião (parte sedimentar baixa - unidade Q2a) - Aldeia Velha, Silva Jardim/Casimiro de Abreu, UHP VI-b. 574
Figura 7.59 - Placa indicativa de perfuradores de poços - bairro Nova Califórnia, Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d). 574

Figura 7.60 - Placa indicativa de manutenção e perfuradores de poços - Baía Formosa, Armação dos Búzios (UHP VI-f). 574
Figura 7.61 - Bairro Nova Califórnia, Tamoios/Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d). 575
Figura 7.62 - Margens com pastagens (à esquerda) e vegetação arbórea (à direita) - arredores do res. Juturnaíba, limite UHPs VI-a/c. 575
Figura 7.63 - Chuva sobre os arredores do res. Juturnaíba, limite UHPs VI-a/c. 575
Figura 7.64 - Chuva sobre área montanhosa e aluviões do rio São João, UHP VI-a. 575
Figura 7.65 - Lagoa Pertolina (cota do nível d´água a cerca de 20-22m acima do nível do mar), situada entre a rodovia RJ-102 e a Praia de José Gonçalves (Armação dos Búzios), UHP VI-g. 575
Figura 7.66 - Lagoa da Ferradura (cota do nível d´água a cerca de 6m acima do nível do mar) - Armação dos Búzios, UHP VI-g. 575
Figura 7.67 - Lagoa da Usina (cota do nível d´água a cerca de 6m acima do nível do mar) - Armação dos Búzios, UHP VI-g. 576
Figura 7.68 - Lagoa da Lagoinha (cota do nível d´água a cerca de 16m acima do nível do mar) - Village dos Búzios, Arm. dos Búzios, UHP VI-g. 576
Figura 7.69 - Lagoas temporária (à esquerda) e perene (lagoa Deverdeus, à direita) - Dunas de Peró - Cabo Frio, UHP VI-g. 576
Figura 7.70 - Curvas médias de variação de qualidade das águas. 581
Figura 7.71 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI. 591
Figura 7.72 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento na UHP VI-a. 593
Figura 7.73 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 594
Figura 7.74 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes (São João 1) nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 595
Figura 7.75 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes (São João 2) nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 595
Figura 7.76 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 596
Figura 7.77 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 1. 596

Figura 7.78 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 2. 597
Figura 7.79 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total grupo São João 1..... 598
Figura 7.80 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 2. 598
Figura 7.81 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 599
Figura 7.82 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-a. 600
Figura 7.83 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 1. 600
Figura 7.84 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupos São João 2. 601
Figura 7.85 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHPVI-a. 601
Figura 7.86 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 1..... 602
Figura 7.87 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 2..... 602
Figura 7.88 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos da UHP VI-a. 604
Figura 7.89 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Juturnaíba 45. 604
Figura 7.90 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Juturnaíba 46. 605
Figura 7.91 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lênticos da UHP VI-a. 606
Figura 7.92 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Juturnaíba 45. 606
Figura 7.93 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Juturnaíba 46. 606
Figura 7.94 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos da UHP VI-a. 607
Figura 7.95 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Juturnaíba 45. . 607
Figura 7.96 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Juturnaíba 46. . 608

Figura 7.97 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos da UHP VI-a. 608
Figura 7.98 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Juturnaíba 45. 609
Figura 7.99 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lênticos da UHPVI-a. 609
Figura 7.100 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Juturnaíba 45. 610
Figura 7.101 - Avaliação temporal das concentrações de Clorofila-a nos ambientes lênticos da UHP VI-a. 610
Figura 7.102 - Séries temporais de concentrações de Clorofila-a no grupo Juturnaíba 45. 611
Figura 7.103 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-a. 613
Figura 7.104 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-a. 614
Figura 7.105 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-a. 615
Figura 7.106 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-a. 616
Figura 7.107 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-a. 617
Figura 7.108 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-b. 619
Figura 7.109 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-b. 621
Figura 7.110 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 3. 621
Figura 7.111 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 4. 622
Figura 7.112 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 5. 622
Figura 7.113 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 6. 623
Figura 7.114 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 7. 623
Figura 7.115 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 8. 624

Figura 7.116 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 9. 624
Figura 7.117 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água doce da UHP VI-b. 625
Figura 7.118 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água salina da UHP VI-b. 625
Figura 7.119 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 3. 626
Figura 7.120 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 4. 626
Figura 7.121 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 5. 627
Figura 7.122 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 6. 627
Figura 7.123 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 7. 628
Figura 7.124 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 8. 628
Figura 7.125 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 9. 629
Figura 7.126 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água salina no grupo São João 10. 629
Figura 7.127 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos de água doce da UHP VI-b. 630
Figura 7.128 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos de água salina da UHP VI-b. 631
Figura 7.129 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 3. 631
Figura 7.130 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 4. 632
Figura 7.131 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 5. 632
Figura 7.132 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 6. 633
Figura 7.133 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 7. 633
Figura 7.134 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 8. 634

Figura 7.135 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 9. 634
Figura 7.136 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 10. 635
Figura 7.137 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-b. 635
Figura 7.138 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 3. 636
Figura 7.139 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 4. 636
Figura 7.140 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 5. 637
Figura 7.141 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 6. 637
Figura 7.142 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 7. 638
Figura 7.143 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 8. 638
Figura 7.144 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-b. 640
Figura 7.145 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-b. 641
Figura 7.146 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-b. 642
Figura 7.147 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-b. 643
Figura 7.148 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-c. 645
Figura 7.149 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-c. 647
Figura 7.150 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Capivari 11. 647
Figura 7.151 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Capivari 12. 648
Figura 7.152 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Bacaxá 13. 648
Figura 7.153 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-c. 649
Figura 7.154 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 11. 649
Figura 7.155 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 12. 650

Figura 7.156 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 14. 650
Figura 7.157 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Bacaxá 13. 651
Figura 7.158 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-c. 652
Figura 7.159 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 11... 652
Figura 7.160 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 12... 653
Figura 7.161 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 14... 653
Figura 7.162 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Bacaxá 13..... 654
Figura 7.163 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-c. 655
Figura 7.164 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Capivari 11. 655
Figura 7.165 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Capivari 14. 656
Figura 7.166 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Bacaxá 13. 656
Figura 7.167 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-c. 657
Figura 7.168 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Capivari 11. 657
Figura 7.169 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Bacaxá 13. 658
Figura 7.170 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-c. 660
Figura 7.171 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-c. 661
Figura 7.172 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-c. 662
Figura 7.173 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-c. 663
Figura 7.174 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-c..... 664
Figura 7.175 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-d. 666
Figura 7.176 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-d. 667

Figura 7.177 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-d. 668
Figura 7.178 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-d. 669
Figura 7.179 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Una 15. 669
Figura 7.180 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Una 16. 670
Figura 7.181 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-d. 671
Figura 7.182 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Una 15. 671
Figura 7.183 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Una 16. 672
Figura 7.184 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-d. 674
Figura 7.185 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-d. 675
Figura 7.186 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-d. 676
Figura 7.187 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-e. 678
Figura 7.188 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 679
Figura 7.189 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 680
Figura 7.190 - Avaliação temporal das concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 681
Figura 7.191 - Séries temporais de concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 682
Figura 7.192 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 683
Figura 7.193 - Séries temporais de concentrações de fósforo nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 684
Figura 7.194 - Avaliação temporal das concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 684

Figura 7.195 - Séries temporais de concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 685
Figura 7.196 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 686
Figura 7.197 - Séries temporais de concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-e. 687
Figura 7.198- Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e. 688
Figura 7.199- Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e. 689
Figura 7.200 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e. 689
Figura 7.201 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e. 690
Figura 7.202 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e. 691
Figura 7.203 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e. 691
Figura 7.204 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e. 692
Figura 7.205 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e. 693
Figura 7.206 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e. 693
Figura 7.207 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-e. 696
Figura 7.208 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-e. 697
Figura 7.209 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-e. 698
Figura 7.210 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e. 699
Figura 7.211 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-e. 700
Figura 7.212 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-f. 702

Figura 7.213 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 703
Figura 7.214 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 704
Figura 7.215 - Avaliação temporal das concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 705
Figura 7.216 - Séries temporais de concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 705
Figura 7.217 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 706
Figura 7.218 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 707
Figura 7.219 - Avaliação temporal das concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 707
Figura 7.220 - Séries temporais de concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 708
Figura 7.221 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 709
Figura 7.222 - Séries temporais de concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-f. 709
Figura 7.223 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f. 711
Figura 7.224 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-f. 711
Figura 7.225 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f. 712
Figura 7.226 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-f. 713
Figura 7.227 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina e doce da UHP VI-f. 715
Figura 7.228 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f. 715

Figura 7.229 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água doce da UHP VI-f. 716
Figura 7.230 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina e doce da UHP VI-f. 717
Figura 7.231 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-e. 722
Figura 7.232 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-e. 723
Figura 7.233 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-e. 724
Figura 7.234 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e. 725
Figura 7.235 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-e. 726
Figura 7.236 - Poços com dados de qualidade das águas subterrâneas - base geral do INEA. 730
Figura 7.237 - Classificação hidroquímica das águas - poços da base do INEA (diagrama de Piper). 731
Figura 7.238 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas. 733
Figura 7.239 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do SIAGAS/CPRM. 735
Figura 7.240 - Isovalores de pH em água de pontos (poços e fontes) do Projeto RESUB. ... 738
Figura 7.241 - Isovalores de sólidos totais dissolvidos (STD) em água de pontos (poços e fontes) do Projeto RESUB. 739
Figura 7.242 - Poços com dados de qualidade das águas subterrâneas - base do projeto RESUB Lagos. 740
Figura 7.243 - Classificação hidroquímica das águas - base do projeto RESUB Lagos (diagrama). 741
Figura 7.244 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do INEA 742
Figura 7.245 - Localização dos 30 poços cadastrados e analisados no Distrito de Tamoios. 745
Figura 7.246 - Isovalores de CE (A), temperatura (B), SDT (C) e pH (D) - Distrito de Tamoios. 745
Figura 7.247 - Localização dos pontos amostrados e da geologia local - Distrito de Tamoios e arredores, em Cabo Frio. 746

Figura 7.248 - Diagrama de Piper expondo as classificações hidroquímicas amostradas no Distrito de Tamoios e arredores, em Cabo Frio.....746
Figura 7.249 - Parte I (superior): Razões iônicas, em meq.L^{-1}: A - Na^+ x Cl^-; B - Cl^- x HCO_3^-; II (inferior): δ^2H x $\delta^{18}O$ e correlações lineares à reta meteórica global (linha azul); B - $\delta^{18}O$ x STD; em destaque, em ambos os casos, as amostras de água subterrânea. Estudo no Distrito de Tamoios. 747
Figura 7.250 - Bloco-diagrama explicativo do "Mangue de Pedra". 748
Figura 7.251 - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa, Arm. Búzios. Notar porção mais elevada do terreno (rochas sedimentares da Fm. Barreiras - áreas de recarga) e mais baixa, na área de praia (áreas de descarga) - UHP VI-g.....748
Figura 7.252 - Área de descarga na área de praia - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g). 749
Figura 7.253 - Área de descarga na área de praia - provável exemplar de Avicennia schaueriana (mangue preto). Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).....749
Figura 7.254 - Placa indicativa de área de proteção ambiental do Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).....749
Figura 7.255 - Área de descarga na área de praia - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g). 749
Figura 7.256 – (A) - Isovalores de sólidos totais dissolvidos. (B) - Diagrama de Piper. Estudo no "Mangue de Pedra", Armação dos Búzios. 750
Figura 7.257 - Diagrama de Piper - águas da bacia do rio Maratuã (UHP VI-a).....751
Figura 7.258 - Distribuição espacial de valores de ^{228}Ra na Região dos Lagos do RJ.....752
Figura 7.259 - (A) - Percentuais das amostras nas diferentes categorias com a aplicação do IQACCME com duas composições. PE = poço escavado; PT = poço tubular. (B) - Gráfico mostrando as duas composições do IQACCME do Litoral Leste. Ótima (azul claro), Boa (azul), Regular (amarela), Ruim (vermelha), Muito Ruim (vinho).....753
Figura 7.260 - Método GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero. 755
Figura 7.261 - Vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI. 756
Figura 7.262 - Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea.....757
Figura 7.263 - Potencial poluidor dos aquíferos por cargas difusas.....759

Figura 7.264 - Representações esquemáticas de uma configuração de aquífero não confinado costeiro: I - Cunha salina e interação água marinha/águas continentais; II - Situações típicas: (a) cunha de água do mar; (b) circulação impulsionada pela densidade na zona da água do mar; (c) ascensão de água do mar devido ao bombeamento de poço; (d) processos de orla costeira, como infiltração de maré e recirculação da água do mar. 761
Figura 7.265 - Áreas contaminadas (listagem do INEA) presentes na RH-VI. 767
Figura 7.266 - Formas dos contaminantes se apresentarem no ambiente quando de vazamentos ou acidentes em postos de combustíveis (fases livre, dissolvida, residual, adsorvida e vapor). 768
Figura 7.267 - Área de atuação direta da Companhia Nacional de Álcalis. 771
Figura 7.268 - Imagens aéreas de algumas áreas alteradas pela CNA em Arraial do Cabo: I - Área do pátio da CNA em 2004 (a), 2007 (b) e 2017 (c); II - Área de salinas e restinga próxima ao pórtico de Arraial do Cabo em 2004 (g), 2007 (h) e 2017 (i) 771
Figura 7.269 - Alteração da ocorrência de salinas nas últimas décadas: na parte superior, as imagens de 1929, 1976 e 2017; 773
Figura 7.270 - Situação em cada ano (A a C); a Identificação dos elementos que compõem as classes de salina (D); e síntese das mudanças de 1929 a 2017 (E) e situação atual (F). 773
Figura 7.271 -Principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas da RH-VI. 778
Figura 7.272 - Posto de combustível da rodovia RJ-124 - presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - Rio Bonito, UHP VI-c. 779
Figura 7.273 - Posto na BR-101, arredores de Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c). 779
Figura 7.274 - Posto Ponta D'Água, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - S.P.Aldeia, UHP VI-f. 779
Figura 7.275 - Posto Praia Grande, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - A.Cabo, UHP VI-f. 779
Figura 7.276 - Posto das Dunas, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - Av. América Central, Cabo Frio, UHP VI-f. 779
Figura 7.277 - Posto situado na área urbana (sede) de Casimiro de Abreu - UHP VI-b. 779
Figura 7.278 - Antigo lixão (vazadouro) e atual local de disposição de podas municipais, situado em Silva Jardim (Reginópolis), UHP VI-c. 780

Figura 7.279 - Local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c. 780
Figura 7.280 - Restos de plásticos e outros resíduos sólidos misturados ao solo - local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c. 780
Figura 7.281 - Restos de plásticos e outros resíduos sólidos misturados ao solo - local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c. 780
Figura 7.282 - Resíduos diversos (entre podas, entulho, recicláveis e outros) - antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g. 780
Figura 7.283 - Resíduos diversos (entre podas, entulho, recicláveis e outros) - antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g. 780
Figura 7.284 - Pneus estocados no antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g. 781
Figura 7.285 - Resíduos (inclusive alguns recicláveis) no antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g. 781
Figura 7.286 - Célula (fase 1 da expansão) - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d. 781
Figura 7.287 - Detalhe de sistemas de drenagem de águas pluviais/chorume e de coleta de gás (reaproveitado) - célula / fase 1 da expansão - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d. 781
Figura 7.288 - Detalhe de sistemas de irrigação de chorume tratado e tubulação de drenagem de chorume - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d. 781
Figura 7.289 - Célula atual - aterro controlado de Saquarema (sobre a unidade geológica NP3bp), Saquarema; UHP VI-e. 782
Figura 7.290 - Entrada, placa indicativa de atividades de mitigação (à esquerda), célula não ativa (acima, atrás de lagoa de recebimento de chorume) e arredores com relevo montanhoso com vegetação (unidade geológica NP3bp), aterro controlado de Saquarema, UHP VI-e. ... 782

Figura 7.291 - Lixão (vazadouro) ao lado de entreposto de reciclagem (sobre unidade Q2li) - Arraial do Cabo; UHP VI-f. 782
Figura 7.292 - Lixão (vazadouro) ao lado de entreposto de reciclagem (sobre unidade Q2li) - Arraial do Cabo; UHP VI-f. 782
Figura 7.293 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f. 782
Figura 7.294 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f. 782
Figura 7.295 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f. 783
Figura 7.296 - Cavas de areia entre Beira Mar (Rio das Ostras) e o Morro São João (ao fundo), UHP VI-b. 783
Figura 7.297 - Mineração para material de construção civil proximidades do aterro sanitário Dois Córregos, São Pedro da Aldeia, UHP VI-d. 783
Figura 7.298 - Antiga cava de extração de areia e Morro São João (aos fundos, à esquerda), visto do caminho ao bairro Nova Califórnia, Distrito de Tamoios - Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d). 783
Figura 7.299 - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f. 784
Figura 7.300 - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f. 784
Figura 7.301 - Detalhe de cristais de sal - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f. 784
Figura 7.302 - Salina - vista desde a Av. Adolfo Beranger Júnior - Cabo Frio, UHP VI-f. 784
Figura 7.303 - Área portuária - Arraial do Cabo, UHP VI-f. 784
Figura 7.304 - Caminhão com transporte de produtos perigosos (líquido inflamável) - BR-101, em Silva Jardim (UHP VI-c). 784
Figura 7.305 - Gado bovino bacia do rio São João (UHP VI-a). 784
Figura 7.306 - Faixa de Dutos Campos Elíseos/Duque de Caxias - Cabiúnas/Macaé (sul) - cruzamento com a rod.RJ-140 S.Jardim, UHP VI-a. 785
Figura 7.307 - Faixa de Dutos Campos Elíseos/Duque de Caxias - Cabiúnas/Macaé (norte) - na várzea do rio São João, UHP VI-a. 785
Figura 7.308 - Cemitério em Casimiro de Abreu - UHP VI-b. 785
Figura 7.309 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 791

Figura 7.310 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 791
Figura 7.311 - Usos das águas salinas permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. 792
Figura 7.312 - Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-d (Rio Una). 797
Figura 7.313 - Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-g (Armação de Búzios). 798
Figura 7.324 – Outorgas de uso de água superficial validadas por município e finalidade. .. 802
Figura 7.325 – Outorgas de despejo de poluentes em águas superficiais validadas por município: esgotamento sanitário e lançamento de efluentes 802
Figura 7.326 – Vazões médias outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso 806
Figura 7.327 – Vazão média acumulada de outorgas validadas de águas subterrânea por município e finalidade de uso. 809
Figura 7.328 – Vazões médias e máximas acumuladas com outorgas validadas, de águas superficiais e subterrâneas. 812
Figura 7.329 - Demandas hídricas da indústria de transformação na RH-VI conforme estimativa de 2015. 824
Figura 7.330 – Comparação das demandas hídricas municipais para abastecimento humano urbano em 2023, sem e com consideração da população flutuante e da correção do Censo Demográfico 2022. 834
Figura 7.331 – Usos consuntivos de água na parte de cada município que se insere na RH-VI em 2023 considerando população flutuante e o Censo Demográfico 2022. 834
Figura 7.332 – Distribuição dos consuntivos por categoria na Região Hidrográfica VI Lagos São João em 2023 836
Figura 7.333 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Araruama que se insere na RH-VI em 2023 836
Figura 7.334 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Armação de Búzios que se insere na RH-VI em 2023 837
Figura 7.335 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Arraial do Cabo que se insere na RH-VI em 2023 837

Figura 7.336 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Cabo Frio que se insere na RH-VI em 2023 838
Figura 7.337 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Cachoeiras do Macacu que se insere na RH-VI em 2023 838
Figura 7.338 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Casimiro de Abreu que se insere na RH-VI em 2023 839
Figura 7.339 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Iguaba Grande que se insere na RH-VI em 2023 839
Figura 7.340 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Maricá que se insere na RH-VI em 2023 840
Figura 7.341 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Rio Bonito que se insere na RH-VI em 2023 840
Figura 7.342 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Rio das Ostras que se insere na RH-VI em 2023 841
Figura 7.343 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de São Pedro da Aldeia que se insere na RH-VI em 2023 841
Figura 7.344 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Saquerema que se insere na RH-VI em 2023 842
Figura 7.345 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Silva Jardim que se insere na RH-VI em 2023 842
Figura 7.346 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano em 2023. 844
Figura 7.347 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Rural em 2023. 845
Figura 7.348 – Demanda Hídrica para Indústria de Transformação em 2023. 846
Figura 7.349 – Demanda Hídrica para Indústria Extrativa (mineração) em 2023. 847
Figura 7.350 – Demanda Hídrica para Criação de Animais em 2023. 848
Figura 7.351 – Demanda Hídrica para Irrigação em 2023. 849
Figura 7.352 – Demanda Hídrica Total em 2023. 850
Figura 7.353 - Estimativas de usos consuntivos de água nas UHPs da RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022. 853
Figura 7.354 – Comparação entre valores médios e máximos acumulados das outorgas de águas superficiais e subterrâneas com as estimativas de demandas hídricas consuntivas, por município. 854

Figura 7.355 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS. 856
Figura 7.356 Balanço hídrico por trechos de rio considerando a vazão Q95 como disponibilidade hídrica. 859
Figura 7.357 Balanço hídrico por trechos de rio considerando 40% da Q95 como disponibilidade hídrica. 860
Figura 8.1 - Alinhamento matricial: exemplo hipotético. 866
Figura 8.2 - Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica VI - Lagos São João. 869
Figura 8.3 - Esquema da organização do CILSJ. 874
Figura 8.4 - Distribuição dos valores cobrados em 2023 entre as categorias..... 876
Figura 8.5 – Localização do Terminal Portuário de Ponta Negra 887

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características das UHPs da RH-VI. 65
Tabela 2.2 – Área de cada município dentro da RH-VI. 66
Tabela 3.1 - Percentual de tipologia climática (Köppen) presente em cada UHP da RH-VI. 73
Tabela 3.2 - Estações do INMET na RH-VI. 75
Tabela 3.3 - Estações pluviométricas na RH-VI e entorno. 77
Tabela 3.4 Definição dos eventos registrados na RH-VI. Fontes: (BRASIL, 2012, p.73; CASTRO, 2003) 89
Tabela 3.5 - Reconhecimento de situação de emergência ou de estado de calamidade pública na RH-VI, no período 2003 – 2016 (DEFESA CIVIL, 2016). 91
Tabela 3.6 - Eventos críticos registrados, período de 1991 a 2012 (CEPED UFSC, 2013). 92
Tabela 3.7 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 1985 (CEPED UFSC, 2013). 94
Tabela 3.8 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2000 (CEPED UFSC, 2013). 94
Tabela 3.9 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2015 (CEPED UFSC, 2013). 95
Tabela 3.10 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2022 (CEPED UFSC, 2013). 95
Tabela 3.11 - Unidades geológicas (litoestratigráficas) presentes na RH-VI e suas UHPs. Adaptado de CPRM (2016). 107
Tabela 3.12 - Síntese de áreas de poligonais de substâncias minerais na RH-VI a partir da base de dados de processos junto à Agência Nacional de Mineração (ANM ,2023). 130
Tabela 3.13 - Feições Geomorfológicas presentes em cada UHP da RH-VI. 139
Tabela 3.14 - Unidades Geomorfológicas presentes em cada UHP da RH-VI. 143
Tabela 3.15 - Caracterização hidráulica das classes de produtividade (CPRM ,2021). 149
Tabela 3.16 - Classes de produtividade por município, em km^2 (CPRM ,2021) 149
Tabela 3.17 - Classes de produtividade por UHP, em km^2 (CPRM ,2021) 149
Tabela 3.18 - Principais domínios hidrogeológicos aflorantes e correlação com levantamentos regionais da literatura. 151
Tabela 3.19 - Distribuição dos principais Domínios Hidrogeológicos (afloramento) da RH-VI, por UHP, em km^2 (CPRM, 2016). 153
Tabela 3.20 - Distribuição dos principais Domínios Hidrogeológicos (afloramento) da RH-VI, por município, em km^2 (CPRM, 2016). 153

Tabela 3.21 - Legenda de identificação dos solos e respectivas áreas nas quadrículas de Silva Jardim e Rio das Ostras. 158
Tabela 3.22 - Legenda de identificação dos solos e respectivas áreas. 1:250.000 215
Tabela 3.23 - Quantificação das áreas da ocorrência das unidades de mapeamento por UPH (Mapa de Solos na Escala 1:100.000). 240
Tabela 3.24 - Quantificação das áreas da ocorrência das unidades de mapeamento por UPH (Mapa de Solos na Escala 1:250.000). 242
Tabela 3.25 - Quantificação das áreas da ocorrência dos tipos de solo por UPH. 245
Tabela 3.26 - Descrição de características físico-hídricas importantes e relacionadas ao comportamento hídrico-hidrológico da bacia. 246
Tabela 3.27 - Áreas relativas a cada classe de uso do solo para a RH-VI em 2021 e 2001. 248
Tabela 3.28 - Classes de Uso do Solo por UHP da RH-VI. 254
Tabela 3.29 - Pertecentural de área da RH-VI por classe de erosividade (R). 258
Tabela 3.30 - Pertecentural de área da RH-VI por classe de risco do fator K 259
Tabela 3.31 - Pertecentural de área da RH-VI por faixa do fator LS. 260
Tabela 3.32 - Fator C para as classes de uso do solo da RH-VI (adaptado de COSTA et al.,2005). 261
Tabela 3.33 - Distribuição da perda de solo potencial na Região Hidrográfica Lagos São João. 263
Tabela 3.34 - Lista de Espécies arbóreas da família Leguminosae de interesse conservacionista no CDVCF (RIBEIRO e LIMA, 2009) 272
Tabela 3.35 - Lista de espécies encontradas em risco de extinção em estudo ambiental na região das Salinas Peroanas, Cabo Frio. (MASTERPLAN, 2021). 274
Tabela 3.36 - Espécies de peixes nativas de água doce do baixo curso do Rio São João que possuem registro no passado e não foram encontradas por Santos (2019), e seus estados de conservação (IUCN, 2023; BRASIL, 2022). 289
Tabela 3.37 - Espécies de peixes de água doce não-nativas, não registradas no passado, e locais onde foram encontradas no baixo curso do Rio São João por Santos (2019). 289
Tabela 3.38 - Espécies de peixes de água doce ameaçados e/ou endêmicos da RH- VI. Legenda: Endêmica da Bacia do Rio São João - END (BSJ); Endêmica de Saquarema - (END (SQ) Endêmica do Brasil - END (BR); Endêmica do Sudeste do Brasil - END (SBR); Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR. 290

Tabela 3.39 - Espécies de aves aquáticas ou semiaquáticas ameaçadas e endêmicas da RH-VI. Legenda: Endêmica da Mata Atlântica - END (MA); Endêmica do Rio de Janeiro - END (RJ); Pouco Preocupante - LC; Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR; Provavelmente Ameaçada - PA; Status de conservação no Estado do Rio de Janeiro - (*). 292
Tabela 3.40 - Espécies ameaçadas, endêmicas, exóticas ou invasoras de corpos d'agua salgado da RH-VI, geralmente associadas aos costões rochosos. Legenda: Endêmica do Brasil - END (BR); Exótica - EXO; Invasora - INV; Ameaçada no Brasil - AM (BR); Ameaçada no Rio de Janeiro - AM (RJ); Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR. (BATISTA, 2020)..... 296
Tabela 3.41 - Áreas de Preservação Permanente na Região Hidrográfica VI. 309
Tabela 3.42 - Númeração, jurisdição, nome e categoria das UCs apresentadas no mapa acima. 314
Tabela 3.43 - Unidades de conservação federais e estaduais presentes na RH-VI. 315
Tabela 3.44 - Unidades de Conservação municipais e RPPN presentes na RH-VI. 316
Tabela 3.45 - Área das UCs identificadas por UHP. 321
Tabela 4.1 - Resumo da criação dos municípios e principais riquezas. 331
Tabela 4.2 - População estimada dos municípios da RH-VI, para 2011, 2016 e 2021 (IBGE, 2011; 2016; 2021)..... 338
Tabela 4.3 -População residente e sua distribuição proporcional segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 339
Tabela 4.4 - Taxa média geométrica de crescimento anual (%) da população residente segundo municípios da RH-VI, 1991/2000, 2000/2010 e 1991/2010 (PNUD, 2013a)..... 340
Tabela 4.5 – Grau de urbanização (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 341
Tabela 4.6 – Razão entre gênero (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 342
Tabela 4.7 – Proporção de menores de 5 anos de idade na população (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 343
Tabela 4.8 – Proporção de idosos na população (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 343

Tabela 4.9 – Razão de dependência (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a). 348
Tabela 4.10 - IDH do Brasil e estado do Rio de Janeiro e IDHM dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João, de 2000 e 2010 (PNUD, 2013b). 349
Tabela 4.11 - IDHM Renda, Longevidade e Educação do Brasil e estado do Rio de Janeiro dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João, de 2010 (PNUD, 2013b). 350
Tabela 4.12 - Indice de Gini, 2010, dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João (PNUD, 2013a). 352
Tabela 4.13 - Atividade setorial dos municípios que compões a RH-VI (IBGE, 2010). 353
Tabela 4.14 - População censo 2010, população estimada 2021, densidade demográfica, área territorial e área urbanizada, dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João (IBGE, 2022c). 370
Tabela 6.1 – Situação dos PMSBs e o ano de aprovação 441
Tabela 6.2 - Populações atendidas pelo sistema de abastecimento de água para a bacia do Lago São João (SNIS, 2021). 459
Tabela 6.3 - Prestador dos serviços de abastecimento de água e consumo médio per capita e dos municípios da bacia do Lago São João (SNIS, 2021). 460
Tabela 6.4 -- Indicadores de Qualidade da água distribuída nos sistemas de abastecimento de água dos municípios da Bacia lago São João (SNIS, 2021). 461
Tabela 6.5 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Araruama (SNIS, 2021). 462
Tabela 6.6 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Armação de Búzios (SNIS, 2021). 463
Tabela 6.7 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Arraial do Cabo (SNIS, 2021). 464
Tabela 6.8 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Cabo Frio (SNIS, 2021). 465
Tabela 6.9 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Casemiro de Abreu (SNIS, 2021). 466
Tabela 6.10 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Iguaba Grande (SNIS, 2021). 467

Tabela 6.11 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Rio das Ostras (SNIS, 2021).....469
Tabela 6.12 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em São Pedro da Aldeia (SNIS, 2021). 470
Tabela 6.13 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Saquarema (SNIS, 2021).....471
Tabela 6.14 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Silva Jardim (SNIS, 2021).....473
Tabela 6.15 - Informações referente à cobertura dos serviços de esgotamento sanitário (SNIS, 2021).....475
Tabela 6.16 - Indice de atendimento da população com coleta regular (SNIS, 2021). 479
Tabela 6.17 - Percentual da População atendida com coleta regular porta-a-porta (SNIS, 2021).....480
Tabela 6.18 - Frequência da Coleta regular (SNIS, 2021). 480
Tabela 6.19 - Quantidade de Resíduos Coletados (SNIS, 2021).....481
Tabela 6.20 - Destino dos Resíduos Públicos Urbanos (SNIS, 2021).....481
Tabela 6.21 - Existência de catadores organizados em Cooperativas e Associações (SNIS, 2021).....484
Tabela 6.22 - Informações sobre os Resíduos Sólidos de Saúde no CILSJ (SNIS, 2021). 485
Tabela 6.23 - Gasto unitário com RSS (SNIS, 2021).....485
Tabela 6.24 - Informações sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil (SNIS, 2021). 486
Tabela 6.25 - Informações referentes a áreas de risco (SNIS, 2021). 488
Tabela 6.26 - Domicílios sujeitos a enxurradas (SNIS, 2021). 489
Tabela 6.27 - Número de pessoas desabrigadas devido a eventos hidrológicos impactantes no último ano e nos últimos 5 anos (SNIS, 2021).....490
Tabela 6.28 - Existência de Planos, estudos e projetos de macro e microdrenagem (SNIS, 2021).....491
Tabela 6.29 - Tipo de Rede de drenagem e vias pavimentadas (SNIS, 2021). 492
Tabela 6.30 - Intervenções no sistema de drenagem no último ano (SNIS, 2021). 492
Tabela 7.1 - Séries anuais das estações pluviométricas.....496
Tabela 7.2 - Séries mensais das estações pluviométricas.....498
Tabela 7.3 - Resumo das médias mensais e média total anual das estações pluviométricas..502

Tabela 7.4 – Disponibilidade de dados fluviométricos. 504
Tabela 7.5 - Síntese dos dados utilizados 519
Tabela 7.6 - Descrição de parâmetros calibráveis do modelo MGB-IPH. 520
Tabela 7.7 - Classificação de valores do coeficiente de Nash-Sutcliffe. 522
Tabela 7.8 - Classificação de valores dos erros de volume. 522
Tabela 7.9 - Métricas de avaliação da calibração. 527
Tabela 7.10 - Métricas de avaliação da validação. 528
Tabela 7.11 - Vazões de referências para as sub-bacias. 538
Tabela 7.12 - Outras vazões de interesse. 538
Tabela 7.13 - Dados do banco de dados de outorgas subterrâneas na RH-VI (INEA, 2023). 539
Tabela 7.14 - Dados de poços por UHP (INEA, 2023). 542
Tabela 7.15 - Finalidade de uso da água - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 545
Tabela 7.16 - Profundidade de poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 546
Tabela 7.17 - Profundidade de nível estático (prof. NE) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. (INEA, 2023). 548
Tabela 7.18 - Capacidade específica - Q/s ([m^3/h]/m) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 550
Tabela 7.19 - Unidade aquífera por poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 552
Tabela 7.20 - Dados de poços por município - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023). 552
Tabela 7.21 - Tipo de captação - Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001). 559
Tabela 7.22 - Pontos de captação (poços e fontes) por UHP - Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001). 561
Tabela 7.23 - Finalidade de uso da água dos pontos levantados pelo Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001). 561
Tabela 7.24 - Estado dos pontos levantados pelo Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001). 561
Tabela 7.25 - Municípios que utilizam parcialmente manancial subterrâneo (ANA, 2021a). 562
Tabela 7.26 - Precipitação anual média considerada por UHP. 565
Tabela 7.27 - Reserva reguladora estimada por Recarga Potencial Direta, por UHP. 566

Tabela 7.28 - Disponibilidade explotável (Dex) calculada por UHP. 566
Tabela 7.29 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por RPD) utilizados por poços (a partir da base geral de outorgas - INEA). 567
Tabela 7.30 - Reservas reguladora e da disponibilidade explotável estimados por vazões mínimas Q7,10 e Q95% (INEA, 2023). 567
Tabela 7.31 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por vazões mínimas) utilizados por poços (a partir da base geral de outorgas - INEA). 568
Tabela 7.32 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas doces. 578
Tabela 7.33 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salinas. 579
Tabela 7.34 - Limites de classe para diferentes parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005 em ambientes de águas salobras. 579
Tabela 7.35 - Pesos relativos a cada parâmetro de qualidade da água utilizado na construção do IQA-NSF. 581
Tabela 7.36 - Classificação do IQA-NSF com base nos valores obtidos pela construção do índice. 582
Tabela 7.37 - Classificação dos resultados obtidos pelo IET. 582
Tabela 7.38 - Pontos de monitoramento identificados na RH-VI. 584
Tabela 7.39 - Parâmetros disponíveis por grupos de monitoramento identificados na RH-VI. 589
Tabela 7.40 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 592
Tabela 7.41 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-a. 603
Tabela 7.42 - Classificação do IET para os ambientes lênticos da UHP VI-a. 611
Tabela 7.43 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 618
Tabela 7.44 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 644
Tabela 7.45 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-c. 658
Tabela 7.46 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 665
Tabela 7.47 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 677
Tabela 7.48 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-e. 687
Tabela 7.49 - Classificação do IET para os ambientes lênticos da UHP VI-e. 694
Tabela 7.50 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados. 701

Tabela 7.51 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-f.....710
Tabela 7.52 - Classificação hidroquímica das águas (dados de INEA, 2023).....731
Tabela 7.53 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas (dados de INEA, 2023). 732
Tabela 7.54 - Classificação hidroquímica das águas - base do projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).....741
Tabela 7.55 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do INEA. (RESUB, 2001).....743
Tabela 7.56 - Classificação da vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI (% em área) (CPRM, 2021). 755
Tabela 7.57 - Classificação do potencial poluidor (cargas difusas) em função do uso e ocupação do solo. 760
Tabela 7.58 - Potencial poluidor (cargas difusas) na RH-VI - % em área por UHP.....760
Tabela 7.59 - Listagem de áreas contaminadas (INEA) presentes na RH-VI (INEA, 2022a). 766
Tabela 7.60 - Descrição dos pontos de monitoramento propostos.....795
Tabela 7.63 – Outorgas água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA).....801
Tabela 7.64 – Outorgas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA).....801
Tabela 7.65 – Vazões médias outorgadas (m³/s) de água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA). 804
Tabela 7.66 – Vazões médias (m³/s) outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA). 804
Tabela 7.67 – Vazões máximas (m³/s) outorgadas de água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA).....805
Tabela 7.68 – Vazões máximas (m³/s) outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA).....805
Tabela 7.69 – Número de outorgas emitidas de águas subterrânea por tipologia do processo(INEA).....806
Tabela 7.70 – Número de outorgas validadas de águas subterrânea por tipologia do processo (INEA).....807

Tabela 7.71 – Vazões médias (m³/s) de outorgas emitidas de águas subterrânea por tipologia do processo(INEA). 807
Tabela 7.72 – Vazões médias (m³/s) validadas de águas subterrânea por tipologia do processo (INEA). 808
Tabela 7.73 – Número de outorgas de águas subterrânea validadas por município e finalidade de uso (INEA). 810
Tabela 7.74 – Vazão média acumulada de outorgas validadas de águas subterrânea por município e finalidade de uso(INEA). 810
Tabela 7.75 – Vazões médias acumuladas considerando as outorgas válidas, por município e manancial (m3/s) (INEA). 811
Tabela 7.76 – Vazões máximas acumuladas considerando as outorgas válidas, por município e manancial (m3/s) (INEA). 811
Tabela 7.77 – Taxas de utilização de água por habitante urbano de acordo com o total de habitantes (ANA, 2021a). 817
Tabela 7.78 – Áreas irrigadas na RH-VI (hectares) (ANA, 2021b). 818
Tabela 7.79 – Coeficientes técnicos para estimativa de retirada de água na criação de animais (ANA, 2019a). 821
Tabela 7.80 – Efetivo de rebanhos por categoria nos municípios da RH-VI em 2021(IBGE, 2021). 822
Tabela 7.81 – Coeficientes técnicos para estimativa de retiradas de água pela indústria (ANA, 2017b). 822
Tabela 7.82 – Demandas hídricas da indústria de transformação na RH-VI conforme estimativa de 2015, por CNAE (m3/s) (ANA, 2017b). 825
Tabela 7.83 – Coeficientes técnicos para estimativa de retirada de água na mineração (ANA, 2019a). 826
Tabela 7.84 – Demandas hídricas de mineração estimadas para 2023 na RH-VI (m3/s) (ANA, 2021a). 827
Tabela 7.85 – Estimativa da população flutuante em 2023 (SERENCO, 2013; ANA, 2021a). 829
Tabela 7.86 – Correção da população em função do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022c; ANA, 2021a) 830

Tabela 7.87 – Estimativas de usos consuntivos de água na área dos municípios que estão inseridas na RH-VI em 2023, sem consideração da população flutuante e do Censo Demográfico 2022 (CBHLSJ, 2005; ANA,2021) 832
Tabela 7.88 – Estimativas de usos consuntivos de água na área dos municípios que estão inseridas na RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022 (CBHLSJ, 2005; ANA,2021; IBGE, 2022c; SERENCO, 2013) 832
Tabela 7.89 – Estimativas de usos consuntivos de água nas UHPs da RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022. (ANA,2021; IBGE, 2022c; SERENCO, 2013). 852
Tabela 7.90 - Valores utilizados e resultado do balanço hídrico quantitativo por UHP. 858
Tabela 8.1 – Definições 863
Tabela 8.2 - Entidades participantes do Conselho dos Associados do CILSJ. além dos municípios da bacia.(CONSELHO DE ASSOCIADOS) 875
Tabela 8.3 - Valores cobrados pelo uso de água em 2023 na Região Hidrográfica VI - Lagos São João (INEA, 2023c). 875
Tabela 8.4 - Valores cobrados em 2023 por categoria e número de faturas (INEA, 2023c).. 876
Tabela 8.5 – Projetos executados pelo CILSJ na RH-VI (CILSJ) 877
Tabela 8.6 – Projetos em andamento na Região Hidrográfica VI – Lagos São João. 879
Tabela 8.7 – Programas do âmbito federal. 882
Tabela 8.8 – Programas do âmbito estadual 882
Tabela 8.9 – Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM na RH-VI 883
Tabela 8.10 - Membros representantes dos poderes públicos no CBHLSJ. 893
Tabela 8.11 - Membros representantes dos usuários de água no CBHLSJ 894
Tabela 8.12 - Organização em categorias dos representantes dos usuários de água no CBHLSJ 894
Tabela 8.13 - Membros representantes das Organizações da Sociedade Civil no CBHLSJ .. 894
Tabela 8.14 - Atores sociais da iniciativa privada que são cobrados pelo uso de recursos hídricos 897
Tabela 8.15 – Organizações da Sociedade Civil da RH-VI 899
Tabela 8.16 – Congruências entre projetos atualmente considerados e as categorias envolvidas no arranjo institucional. 904

SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ACRIMAC	ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MEXILHÕES DE ARRAIAL DO CABO
AEIS	ÁREA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL
AI	ÁREAS CONTAMINADA SOB INVESTIGAÇÃO
AIPM	ÁREAS DE INTERESSE PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS
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
APP	ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
APSJ	ASSOCIAÇÃO DOS PESCADORES DO RIO SÃO JOÃO
ASCOM	ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO
BNDES	BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
CAJ	CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE JUTURNAÍBA
CBHLSJ	COMITÊ DE BACIA LAGOS SÃO JOÃO
CBMERJ	CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CD	CENTRO DE DIVERSIDADE VEGETAL
CDVCF	CENTRO DE DIVERSIDADE VEGETAL DE CABO FRIO
CEDAE	COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO
CEPED	CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
CERHI	CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CFURH	COMPENSAÇÃO FINANCEIRA POR USO DE RECURSO HÍDRICO
CILSJ	CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO
CNARH	CADASTRO NACIONAL DE USUÁRIOS DE REECURSOS HÍDRICOS
CNUC	CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
COBRADE	CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES
COMAP	COMPANHIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
COPEMA	CONSELHO DE PASTORES EVANGÉLICOS DO MUNICÍPIO DE ARARUAMA
COSCIP	CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO
CPRM	COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
CREA	CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA
CTB	LIMITE TECTÔNICO CENTRAL
DAEE	DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DATASUS	DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE
DBO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO
DNAEE	DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DNOS	DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO
DNPM	DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
EPL	EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
FAPERJ	FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS FILHO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
FINEP	FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
FMP	FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO
FTP	PROTOCOLO DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS
FUNBOAS	FUNDO DE BOAS PRÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS EM MICROBACIAS
FUNCEME	FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
FUNDRHI	FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
HIS	HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
IAH	ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE HIDROGEOLOGIA
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
INCRA	INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA
INEA	INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE
INEPAC	INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL
INMET	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
IPCA	ÍNDICE NACIONAL DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO
IPEDS	INSTITUTO DE PESQUISAS E EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
IPH	INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
IPHAN	INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL
IPTU	IMPOSTO PREDIAL E TERRITORIAL URBANO
IUCN	INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE
MDE	MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO
MDR	MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL
MRA	MACRORREGIÃO AMBIENTAL
MZEU	MACROZONA DE EXPANSÃO URBANA
MZRR	MACROZONA RURURBANA
MZRU	MACROZONA RURAL
MZUR	MACROZONA URBANA
OADS	ORGANIZAÇÃO AMBIENTAL PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
OMS	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
ONG	ORGANIZAÇÃO NÃO-GOVERNAMENTAL
OUC	OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS
PBH	PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA
PEAD	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PECS	PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL
PERH	PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS
PETP	PARQUE ESTADUAL DOS TRÊS PICOS
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PLANSAB	PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PMSB	PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PMSPA	PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PEDRO DA ALDEIA
PNRH	PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
PNRS	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PNUD	PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO
PPM	PESQUISAS DA PECUÁRIA MUNICIPAL
PPU	PREÇO PÚBLICO UNITÁRIO
PRH – LSJ	PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA LAGOS SÃO JOÃO
PSA	PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
RAE	RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
RCC	RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL
RDO	RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES
REBIO	RESERVA BIOLÓGICA
RESEXMAR-AC	RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO ARRAIAL DO CABO
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
RPD	RECARGA POTENCIAL DIRETA
RPPN	RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL
RPU	RESÍDUOS PÚBLICOS URBANOS
RSS	RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE
SAA	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
SEDEC	SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL
SEGRHI	SISTEMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
SERLA	SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOS
SERVREG	SERVIÇO DE REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
SES	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
SIAGAS	SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
SICAR	SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTE RURAL
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
SIMAF	SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE MANEJO DE FAUNA
SISÁGUA	SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO
SNIS	SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO
SNUC	SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
SR VI	SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL
SRTM	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION
TCF	TERRENO CABO FRIO
TOR	TERRENO ORIENTAL
TOT	TERMINAL DE ÔNIBUS DE TURISMO
TPPN	TERMINAL PORTUÁRIO DE PONTA NEGRA
UC	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO
UFRGS	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
UFSC	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
UHP	UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO
UNESCO	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA
USLE	UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION
ZCS	ZONA DE COMÉRCIO E SERVIÇOS
ZE	ZONAS ESPECIAIS
ZEE	ZONA ECONÔMICA ECOLÓGICA
ZEN	ZONA ESPECIAL DE NEGÓCIOS
ZIC	ZONAS DE INDUSTRIAIS E COMERCIAIS
ZTP	ZONAS TURÍSTICAS DE PRAIA
ZTR	ZONAS TURÍSTICOS-RECREACIONAIS
ZUAP	ZONAS DE USO AGROPECUÁRIO

APRESENTAÇÃO

A **ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS LTDA (CNPJ: 02.563.448/0001-49)** vem apresentar o **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL** para execução das atividades referentes ao Termo de Contrato CILSJ 31/2022, 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

Os planos de recursos hídricos, definidos pela Lei nº 9.433/97 (Lei das Águas), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, são instrumentos que tratam do planejamento do uso racional das águas de bacias hidrográficas. O objetivo principal dos planos de recursos hídricos é a harmonização da qualidade e da quantidade da água com os diversos usos que a sociedade faz deste bem, considerando a geração atual e as gerações futuras, devendo ser elaborado de forma participativa e em estreita colaboração com a comunidade alvo, de maneira que seu resultado expresse um anseio social.

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece a necessidade dos planos de bacias hidrográficas, ou planos de recursos hídricos, apresentarem um horizonte de longo prazo, acompanhados por revisões e atualizações periódicas. Atualmente, o Plano de Bacia Hidrográfica da Região Lagos São João publicado em 2005, até a presente data, não passou por revisões. Por este motivo, precisa ser complementado e atualizado, conforme preconizado na política e com objetivo de integrar todos os atores e múltiplos usos da água existentes na bacia.

A fim de aplicar os recursos financeiros devidos ao Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBH-LSJ) e cumprir o que determina o inciso VIII do Artigo 4º da Lei Estadual nº 3239, de 02 de agosto de 1999 (PERH/RJ) que estabelece as diretrizes sobre a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, contra poluição e super exploração dos mananciais do Estado do Rio de Janeiro; a Plenária do CBH-LSJ deliberou, por meio de suas Resoluções nº 100 e nº 107, a Elaboração do Plano de Ordenamento de Usos Múltiplos da Laguna de Araruama e a Revisão do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João, respectivamente. Suas implementações, visam à fundamentação e orientação dos tomadores de decisão para fins de proteção, conservação e recuperação dos recursos hídricos da bacia, permitindo a obtenção de uma visão geral da problemática relativa aos variados usos dos recursos hídricos.

A atualização do Plano de Bacia, em desenvolvimento pela Água & Solo, irá proporcionar uma visão holística das complexidades que envolvem a Região Hidrográfica VI, contemplando a integração dos diversos atores (públicos, privados e ecossistêmicos) existentes na bacia e os múltiplos usos da água identificados e previstos par ao futuro. A revisão do plano contempla o planejamento, a ação, o controle e o aperfeiçoamento do Plano existente em horizontes de curto, médio e longo prazos.

Este documento apresenta o detalhamento do Diagnóstico Ambiental, subdividido nos capítulos:

- **CARACTERIZAÇÃO GERAL:** Apresentação da área de estudo, contextualização do Sitema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, divisão das Unidades Hidrológicas de Planejamento;
- **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIÓTICA:** Variáveis abióticas, variáveis bióticas e áreas protegidas;
- **CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA:** Caracterização demográfica, indicadores sociais e de renda, e estrutura e dinâmica das atividades produtivas;
- **CARACTERIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA:** Transporte e Infraestrutura Hídrica;
- **SANEAMENTO AMBIENTAL:** Planos Municipais de Saneamento, Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana;
- **AVALIAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DAS ÁGUAS:** Disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, qualidade das águas superficiais e subterrâneas, demandas e usos de recursos hídricos e balanço hídrico;
- **QUADRO INSTITUCIONAL E LEGAL:** Sistema de gerenciamento de recursos hídricos, atores relevantes para os recursos hídricos, esboço de congruências e proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional;
- **CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES:**

O Diagnóstico Ambiental tem o objetivo de apresentar embasamento para as demais etapas de elaboração do Plano de Recursos Hídricos, apontando a caracterização da bacia e os principais tópicos limitantes relacionados ao gerenciamento de recursos hídricos, para assim subsidiar a construção dos cenários futuros, prognóstico, e proposição de programas e ações para melhoria e enfrentamento das problemáticas diagnosticadas.

2 CARACTERIZAÇÃO GERAL

A caracterização geral tem o objetivo de apresentar a contextualização sobre o gerenciamento de recursos hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João (RH-VI).

2.1 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. No item 8 será apresentado o detalhamento da composição do SEGRHI.

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 3.1 que exibe ainda a hierarquia de relações entre essas entidades. No processo de elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica VI todas as entidades envolvidas no SEGRHI deverão ser incluídas na construção das etapas do plano: diagnóstico, prognóstico, planos complementares e plano de ações.

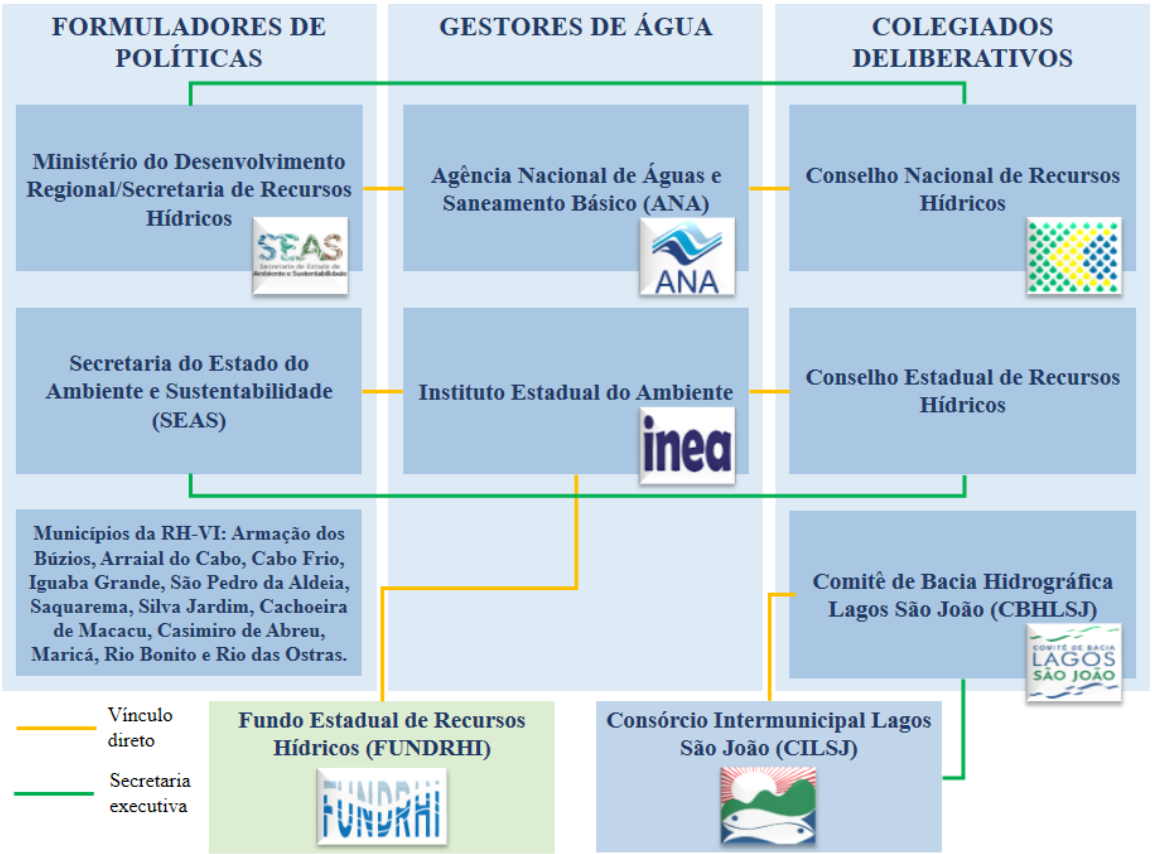


Figura 2.1 - Atores do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos na RH-VI.
Fonte: Adaptado de Gepat/Digges/INEA (2018).

2.2 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. Tal região abrange ainda os estados de São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais e parte do Paraná compreendendo uma área de cerca de 229 mil km² envolvendo a região mais populosa do Brasil.

A divisão do território brasileiro em sub-bacias hidrográficas foi proposta pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), em fevereiro de 1972, com a finalidade de ampliar e melhorar a oferta de dados aos usuários. De acordo com esta definição, o estado do Rio de Janeiro abrange em todo o seu território 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 Região Hidrográfica VI Lagoas São João.

Entres estas regiões, a RH-VI - Lagos São João encontra-se inserida na Região dos Lagos e Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro. No que concerne à divisão ambiental do Estado, oficializada pelo Decreto N° 26.058 de 14 de março de 2000, a RH-VI integra a Macrorregião Ambiental 4 (MRA-4).

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, formada pelos rios São João, Capivari e Bacaxá, afluentes do reservatório de Juturnaíba, o segundo maior manancial de água doce do Estado. A segunda maior bacia é a da Lagoa de Araruama, com 677 km²; na sequência está a bacia do Rio Una, com 463 Km². O reservatório de Juturnaíba é o principal manancial de abastecimento da Região Hidrográfica Lagos São João, formada pelo represamento dos rios São João, Bacaxá e Capivari.

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 Unidades Hidrológicas de Planejamento 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. Desta forma, a proposta baseou-se na escolha de critérios técnicos que melhor representassem a realidade local da área avaliada, sendo eles:

i. A UHP engloba um rio principal ou trecho desse rio ou, ainda, parcela da área do rio principal no trecho fluminense da bacia;

ii. Em situações com características hidrológicas distintas, as bacias hidrográficas foram subdivididas em mais de uma UHP;

iii. Na existência de interferências no curso d'água, tais como transposições, definiu-se a área a montante da interferência como uma UHP;

iv. Deve ser respeita a divisão atual da RH-VI em VI-a1 - Rio São João (a montante do reservatório de Juturnaíba), VI-a2 - Rio São João (a jusante do reservatório de Juturnaíba, VI-b - Rio Una e VI-c - Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama.

A Figura 2.2 a seguir apresenta o mapa das UHPs que foram propostas e aprovadas pelo GT-Plano que serão utilizadas no presente Plano de Recursos Hídricos. A Tabela 2.1, em seguida, exibe as características principais de cada UHP como seus corpos hídricos principais (com os respectivos comprimentos parciais dos rios inseridos na UHP e a área das lagoas) e a porcentagem da área dos municípios da região inseridos em cada UHP. Os parágrafos que se seguem explanam sobre as justificativas técnicas consideradas para as novas divisões adotadas.

As questões referentes ao uso e potenciais conflitos que existem no alto da bacia do rio São João (à montante do Reservatório de Juturnaíba) estão associadas ao desmatamento, assoreamento e dificuldade de escoamento da produção agrícola nos períodos de cheia; este

quadro difere-se das problemáticas existentes na bacia dos rios Capivari e Bacaxá que estão relacionadas com inundações na área urbana, pessoas desabrigadas e impactos na saúde o que justifica a proposição da divisão do alto São João em duas UHPs distintas. Já o baixo São João possui questões mais relacionadas à qualidade da água em função do uso tradicionalmente existente no local da coleta de Guaiamum. Diante destes cenários, 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), VI-b Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba) e VI-c Rios Capivari e Bacaxá.

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 adotado no PERHI-RJ de 2014 apenas com o refinamento destes.

As bacias da lagoa de Saquarema, de Araruama e da região de Búzios possuem questões peculiares específicas de cada bacia. A lagoa de Saquarema possui questões voltadas à qualidade da água além do uso significativo para a atividade da pesca. A lagoa de Araruama é hipersalina e tem questões ainda mais específicas referentes aos usos, com discussões particulares sobre lançamento de efluentes, qualidade da água, impactos sobre a pesca, sobre o uso turístico das praias e canal de navegação. Por fim, Armação dos Búzios tem hidrografia própria costeira não sendo nenhum de seus rios/córregos afluentes de outro rio principal, mas todos correndo diretamente para o oceano. Devido a essas particularidades, a UHP VI-c Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama então considerada no âmbito do PERHI-RJ (INEA, 2014) foi desmembrada em três novas UHPs, uma para cada bacia supracitada, a VI-e Lagoa de Saquarema, VI-f Lagoa de Araruama e VI-g Armação dos Búzios.

Figura 2.2 - Mapa das UHPs da Região Hidrográfica 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

2.3 Munícipios da Região Hidrográfica

Conforme informações disponibilizadas no site do CBHLSJ, a RH-VI abrange uma área de 3.648 km² com 13 municípios, dos quais inserem-se totalmente na RH-VI: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo. Os municípios com inserção parcial na RH-VI são Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Maricá e Rio das Ostras.

A localização de cada município em relação à região hidrográfica é apresentada na Figura 2.3, assim como o percentual de seu território que está inserido na região com base na área territorial de acordo com o IBGE. Juntos os municípios somam uma população de 1.179.076, correspondendo a 7% da população do estado (IBGE, 2022c), embora nem todos sejam residentes da área da RH-VI. Abaixo, na Tabela 2.2, são apresentadas as áreas de cada município, assim como o percentual que está na RH-VI e uma análise avaliando se a sede de cada município está localizada dentro da RH-VI.

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

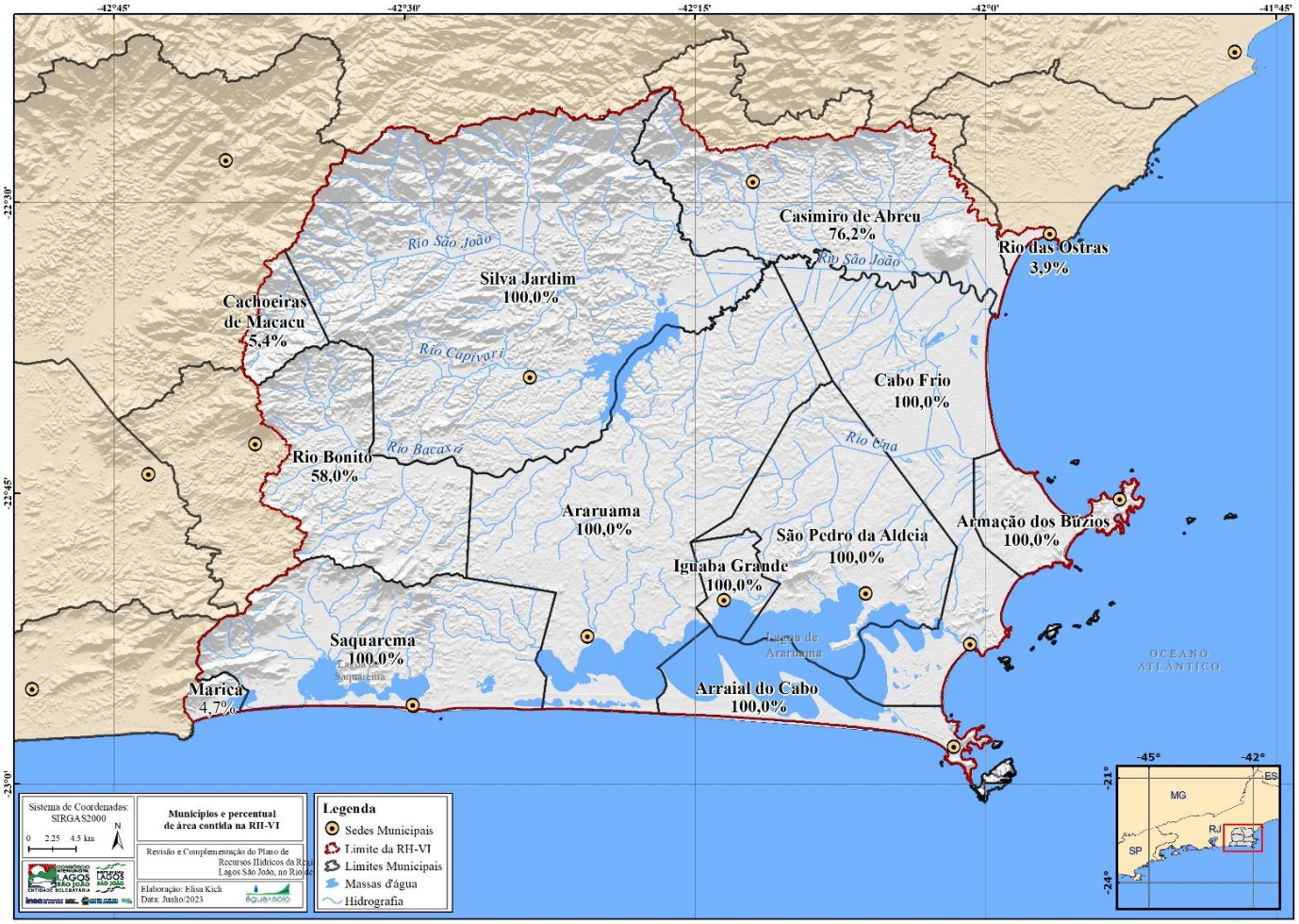


Figura 2.3 - Mapa dos municípios na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E BIÓTICA

A caracterização da Região Hidrográfica considerando os aspectos físicos e bióticos foi realizada por meio da análise e compilação de estudos regionais, estudos locais e de mapeamentos temáticos. Estes estudos objetivam o conhecimento do ambiente da Região Hidrográfica, com foco na sua aplicação no planejamento de uso e gestão dos recursos hídricos.

3.1 Variáveis abióticas

3.1.1 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 (Figura 3.1) 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.

Além disso, cabe citar alguns dos principais afluentes do rio São João como o Dourado, Aldeia Velha, Maratuã Indaiaçu, Lontra, Valas do Consórcio e Jacaré, entre outros. Já no rio Una, pode-se citar os rios Iriri e Jundiá. Nos rios Bacaxá e Capivari os principais afluentes são o rio Vermelho, Catimbau Grande, Ouro, Jaguaripe, Piripiri, Boa Esperança, e das Onças.

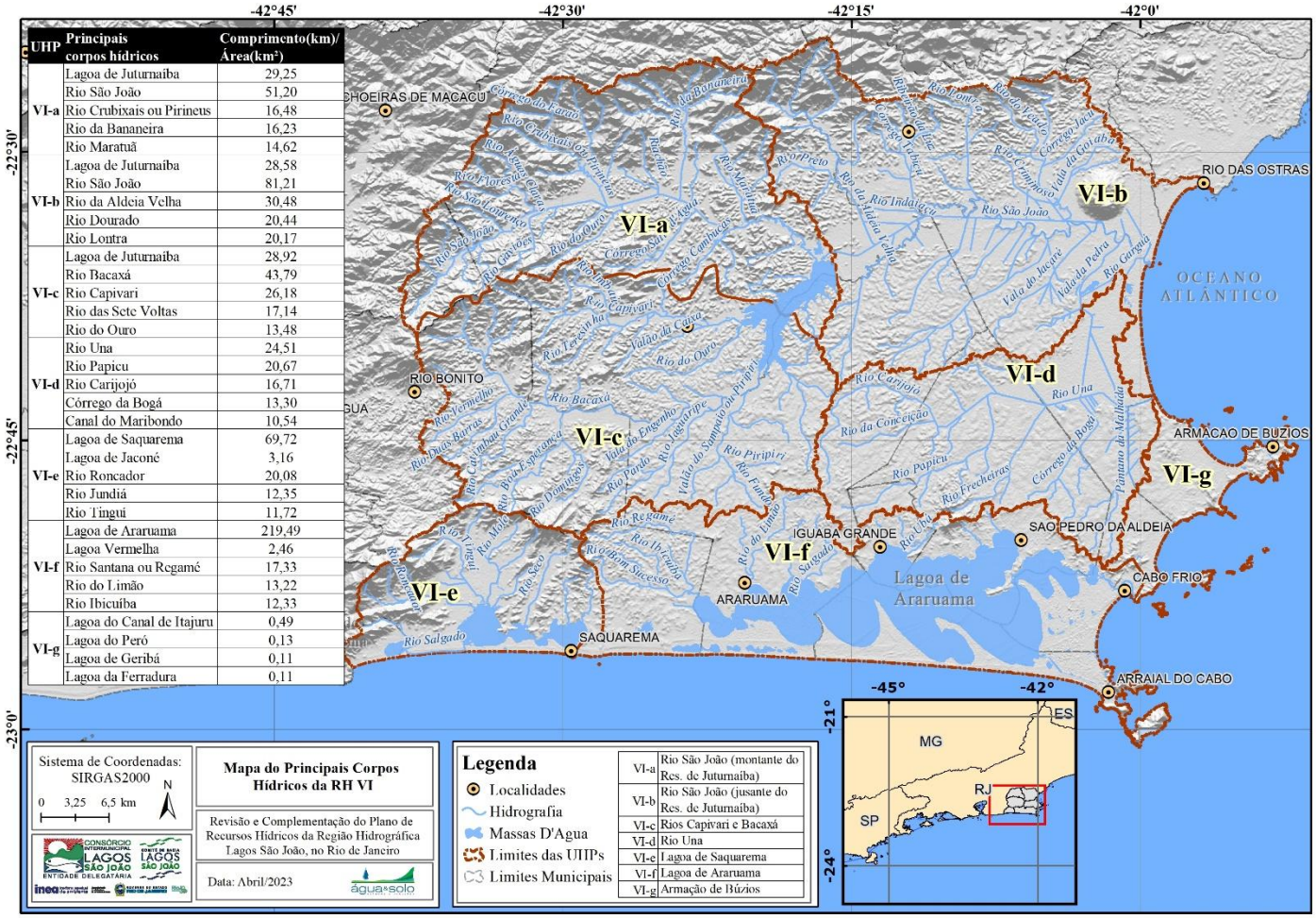
De forma a classificar os rios principais e seus afluentes aplicou-se o método de Strahler (1954) de hierarquização fluvial. O método considera o número de tributários para classificar um rio, onde rios que não possuem tributários são considerados de ordem 1, rios de ordem 1 que se encontram formam um rio de ordem 2 e assim por diante. Através desta metodologia, a maior parte dos rios mundiais são de ordem 1 e 2, embora alguns rios como o Amazonas possam possuir escala superior a 10.

Avaliando a Figura 3.2 com a hierarquização fluvial para os rios da RH-VI, observa-se que a classificação varia de 1 a 5, sendo que o único rio de classe 5 é o rio São João a jusante da barragem de Juturnaíba. 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 (CBHLSJ, 2005), sendo que uma foi extinta com a construção do reservatório de Juturnaíba. A principal 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). Conforme a figura abaixo, ela está inteiramente localizada na UHP VI-f com área de aproximadamente 220 km².

Além dela, é importante destacar a presença das lagoas de Saquarema, Jaconé, Jacarepiá, Pitanguinha e Vermelha, todas a sudoeste da Lagoa de Araruama, destanado-se a Lagoa de Saquarema com 69,72 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

Figura 3.1 - Mapa de corpos hídricos da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 3.2 - Mapa de hierarquia fluvial de acordo com o método de Strahler.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.2 Clima

3.1.2.1 Classificação Climática

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.

A classificação climática da RH-VI foi feita tendo como base o sistema de classificação climática internacionalmente reconhecido elaborado por Köppen entre o final dos anos 1880 e meados dos anos 1900 (KÖPPEN e GEIGER, 1936). A classificação de Köppen, reconhecida como a primeira classificação climática mundial quantitativa e aperfeiçoada por diversos pesquisadores nos anos subsequentes, foi implementada em um mapa específico para o Brasil por ALVARES et al. (2013), permitindo a realização de análises regionais com maior nível de detalhamento.

O clima no estado do Rio de Janeiro apresenta uma grande diversidade climática, majoritariamente influenciada pela variação topográfica, ação das massas de ar, proximidade com o oceano e ressurgência marítima, fator relevante que ocorre em Cabo Frio e Arraial do Cabo, dentro da RH-VI.

De acordo com a classificação de Köppen, o estado do Rio de Janeiro encontra-se em área de influência de vários tipos climáticos, entre eles o clima tropical úmido (Af), clima monçônico (Am), clima tropical com estação seca de inverno (Aw), clima subtropical úmido sem estação seca (Cfa e Cfb) e clima subtropical úmido com inverno seco (Cwa e Cwb). A Região Hidrográfica Lagos São João, como indica a Figura 3.3, está majoritariamente em clima tropical com estação seca de inverno (Aw), comumente chamado de clima tropical de savana, com pequenas zonas de transição para os climas subtropical úmido (Cfa) e oceânico temperado (Cfb) à norte e oeste (ALVARES et al., 2013).

Conforme a Tabela 3.1**,** a área que possui o clima Aw corresponde a 87,71% do total, sendo este o clima predominante na RH-VI. A área correspondente ao clima Cfa representa 10,61% do total e o clima está presente majoritariamente nas UHPs IV-a, IV-b, IV-c, IV-e, que são

regiões localizadas a norte e oeste da RH. Já o clima Cfb está presente em 1,68% da área total, sendo identificado nas mesmas regiões montanhosas que o Cfa. Essa mudança climática que ocorre ao norte e oeste da RH-VI está diretamente associada à alteração de relevo da região, que passa de uma característica plana e de menor elevação nas áreas próximas à costa, para uma região montanhosa e de maior elevação no limite noroeste da RH.

Tabela 3.1 - Percentual de tipologia climática (Köppen) presente em cada UHP da RH-VI.

UHP	Classificação Climática (Köppen)		
	Aw	Cfa	Cfb
VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	61,32%	32,08%	6,60%
VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	90,16%	8,21%	1,63%
VI - c: Rios Capivari e Bacaxá	89,83%	9,44%	0,73%
VI - d: Rio Una	99,80%	0,20%	0,00%
VI - e: Lagoa de Saquarema	81,03%	18,28%	0,69%
VI - f: Lagoa de Araruama	99,24%	0,76%	0,00%
VI - g: Armação dos Búzios	99,85%	0,15%	0,00%
TOTAL DA RH-VI	**87,71%**	**10,61%**	**1,68%**

Este clima apresenta temperaturas mais elevadas nos meses de verão (dezembro a março), com temperaturas médias anuais acima de 20°C e mais amenas no inverno (julho a setembro), ficando próximas de 18°C. A precipitação segue o mesmo comportamento, apresentando maior volume de chuvas no verão e menor volume no inverno.

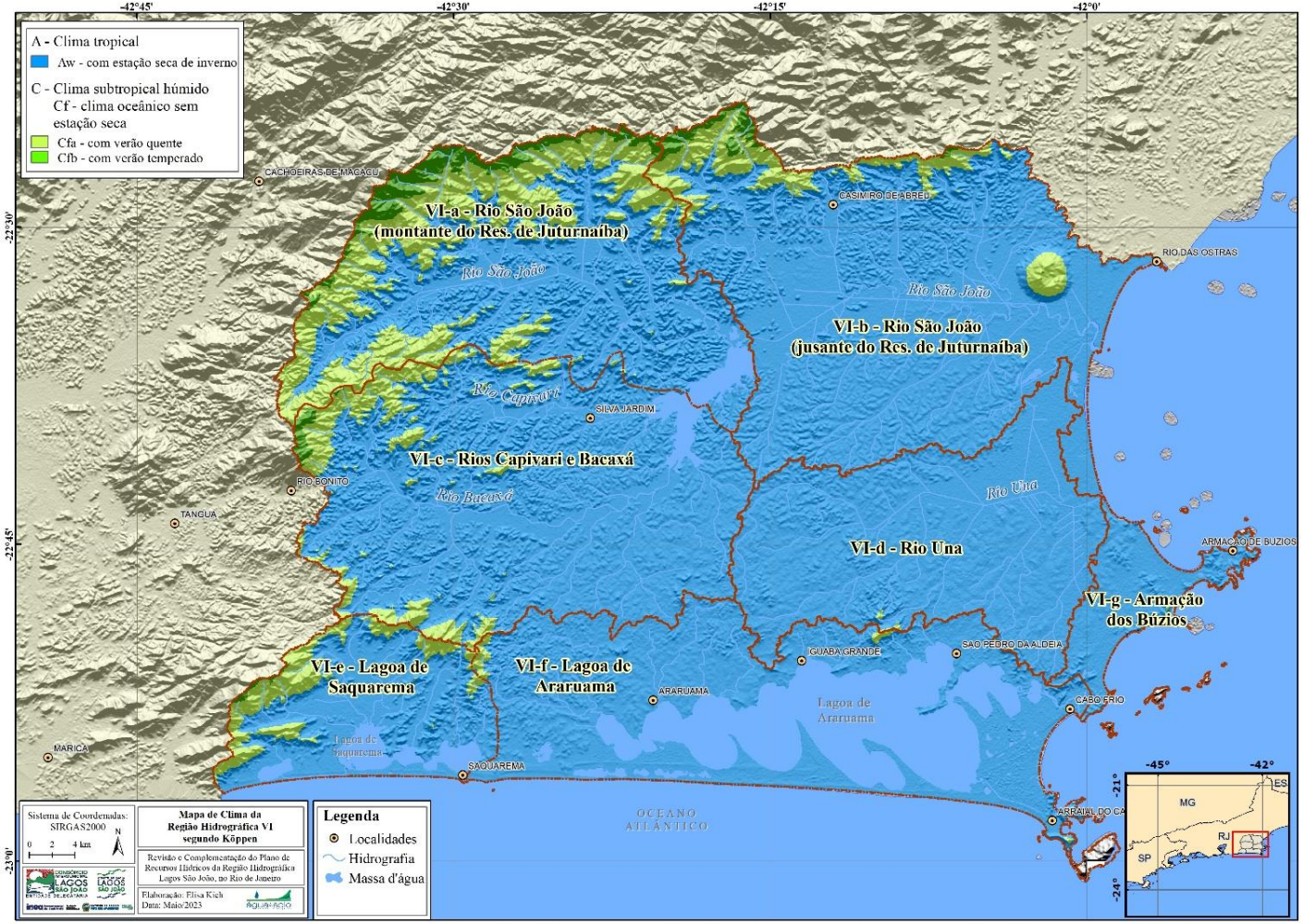


Figura 3.3 - Mapa de distribuição climática da região de acordo com Köppen.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.2.2 Base de Dados

Para a análise das características climáticas da Região Hidrográfica Lagos São João foram considerados os parâmetros de precipitação, temperatura, evaporação e evapotranspiração. Para obtenção dos dados relativos à cada parâmetro, foram utilizadas como fonte:

- ANA - Agência Nacional de Águas
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- INEA/RJ - Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

Do INMET foram identificadas três estações meteorológicas existentes dentro da RH-VI, localizadas nos municípios de Arraial do Cabo, Iguaba Grande e Saquarema. Uma das estações (83114), localizada em Iguaba Grande, é mais antiga e dispõe de dados desde a década de 1990. Já as outras duas, mais recentes, dispõe de dados a partir de 2007 até 2016. As informações básicas das estações estão disponíveis na Tabela 3.2 e a localização das estações está disponível na Figura 3.4.

Tabela 3.2 - Estações do INMET na RH-VI.

Código da Estação	Município	Latitude	Longitude	Altitude	Período de Dados
A606	Arraial do Cabo	-22.975277	-42.021388	5,0 m	2007-2021
83114	Iguaba Grande	-22.846944	-42.185555	5,6 m	1992-2021
A667	Saquarema	-22.871111	-42.608888	26,0 m	2016-2021

Figura 3.4 - Mapa de localização das estações meteorológicas do INMET na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

As três estações com disponibilidade de dados estão localizadas principalmente na área costeira e próximas da Lagoa de Araruama. Dentre elas, apenas a estação de Iguaba Grande (83114) apresenta dados de normais climatológicas disponibilizados. As normais climatológicas são calculadas diretamente pelo órgão e disponibilizadas em seu site. Elas são valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme (3 décadas) e são baseadas nas "Diretrizes da Organização Meteorológica Mundial sobre o cálculo das Normais Climatológicas" (INMET, 2022). Estes dados foram utilizados para avaliar a temperatura, a precipitação, a evaporação e a evapotranspiração da região.

Através da plataforma HidroWeb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), 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).

A Tabela 3.3 apresenta as estações pluviométricas selecionadas, o órgão operador responsável e o período de dados disponíveis. A localização das estações pluviométricas está apresentada na Figura 3.5. Dentre as estações utilizadas para a análise de precipitação, oito estão localizadas dentro do perímetro da região de estudo sendo que quatro estão ao sul e quatro ao norte da RH-VI. Foram incluídas na análise algumas estações circundantes à região, com uma a sudoeste e onze a noroeste. 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.

Tabela 3.3 - Estações pluviométricas na RH-VI e entorno.

Estação	Código	Operador	Município	Período de Dados
IGUABA GRANDE (CEPS)	83114	INMET	SÃO PEDRO DA ALDEIA	1991 - 2022
BARRA DE SÃO JOÃO	2241023	DNOS	CASIMIRO DE ABREU	1935 - 1963
PILLER	2242003	CPRM	NOVA FRIBURGO	1950 - 2022
GALDINÓPOLIS	2242004	CPRM	NOVA FRIBURGO	1950 - 2022
FAZENDA SÃO JOÃO	2242005	CPRM	NOVA FRIBURGO	1967 - 2022
RIO DOURADO	2242006	CPRM	CASIMIRO DE ABREU	1967 - 2022
QUARTEIS	2242007	CPRM	SILVA JARDIM	1967 - 2022
GAVIÕES	2242008	CPRM	SILVA JARDIM	1967 - 2022
SÃO LOURENÇO	2242009	CPRM	NOVA FRIBURGO	2003 - 2022

Estação	Código	Operador	Município	Período de Dados
MANUEL RIBEIRO	2242010	CPRM	MARICÁ	1967 - 2022
FAZENDA DO CARMO	2242013	CPRM	CACHOEIRAS DE MACACU	1967 - 2022
JAPUIBA	2242014	CPRM	CACHOEIRAS DE MACACU	1967 - 2022
FAZENDA SÃO JOAQUIM	2242016	CPRM	CACHOEIRAS DE MACACU	1967 - 2022
TEODORO DE OLIVEIRA	2242024	CPRM	NOVA FRIBURGO	1966 - 2022
CABO FRIO (ALCALIS)	2242067	INMET	CABO FRIO	1941 - 1988
APOLINÁRIO (E-04)	2242092	CPRM	NOVA FRIBURGO	1976 - 1994
CACHOEIRAS DE MACACU	2242095	INEA	CACHOEIRAS DE MACACU	1976 - 2022
RIO MOLE	2242101	INEA	SAQUAREMA	1987 - 2016
SAQUAREMA	2242104	INEA	SAQUAREMA	1976 - 1994
TORRE	2242107	INEA	NOVA FRIBURGO	1982 - 2011

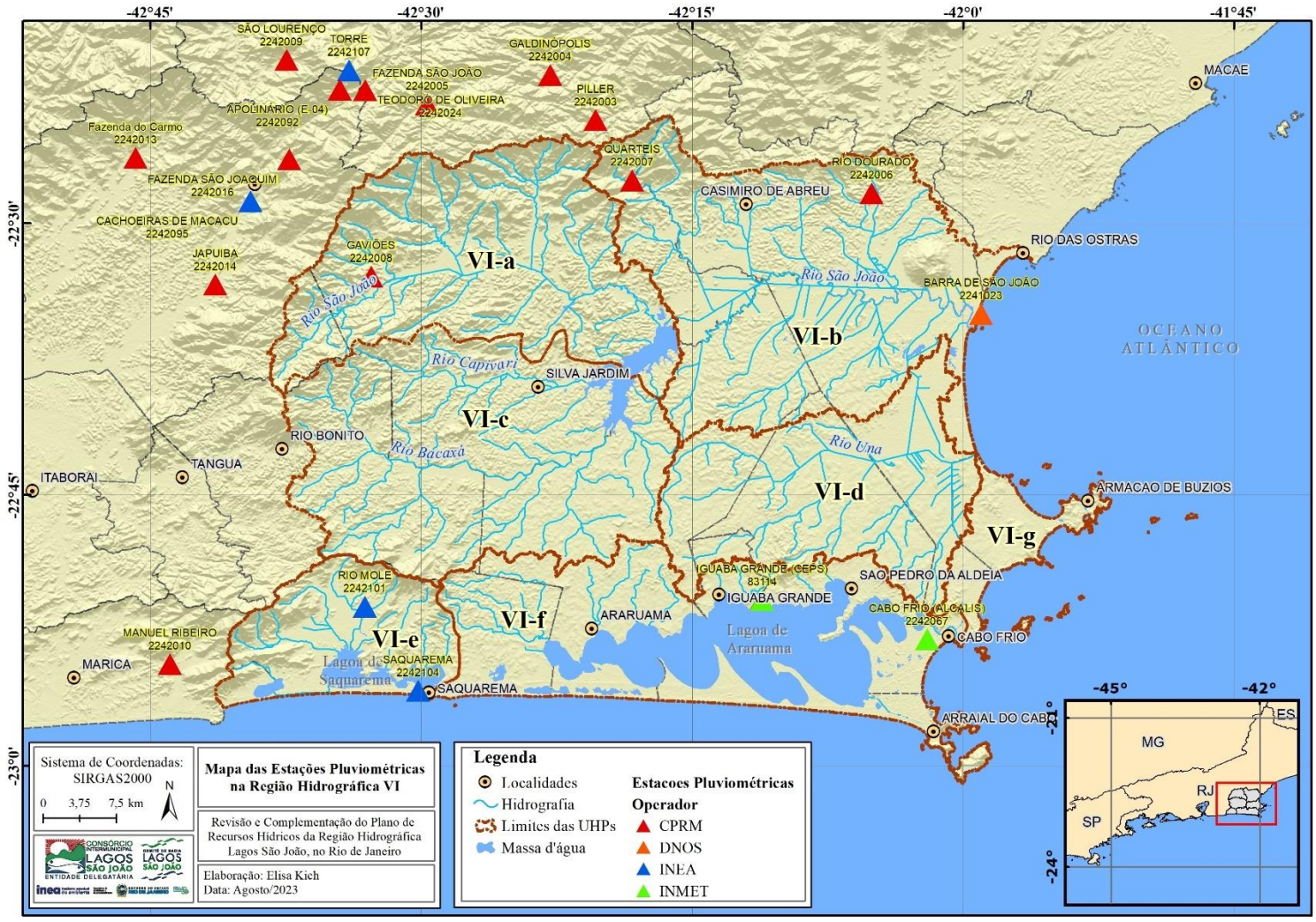


Figura 3.5 - Mapa de localização das estações pluviométricas utilizadas.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.2.3 Precipitação

Para a análise de precipitação foi avaliada a disponibilidade de dados das séries históricas, as médias, totais mensais e anuais de cada estação pluviométrica selecionada, através do software Super Manejo de Dados 2.1 (COELHO e FAN, 2016). A disponibilidade de dados das estações é apresentada na Figura 3.7, onde o número de cada célula apresenta o percentual de disponibilidade de dados diários para o respectivo ano e estação.

Com base nos dados selecionados para cada estação, foi calculada a média da precipitação acumulada mensal para a série histórica disponível, conforme a Figura 3.6. A precipitação apresenta valores mais elevados nos meses de novembro a fevereiro e mais amenos no período de maio a agosto. Em relação aos valores acumulados mensais, há uma diferença entre cada estação devido à sua localização, no entanto pode-se observar que os valores de todas elas ficam entre 25 mm nos meses mais secos a 500 mm nos meses mais chuvosos.

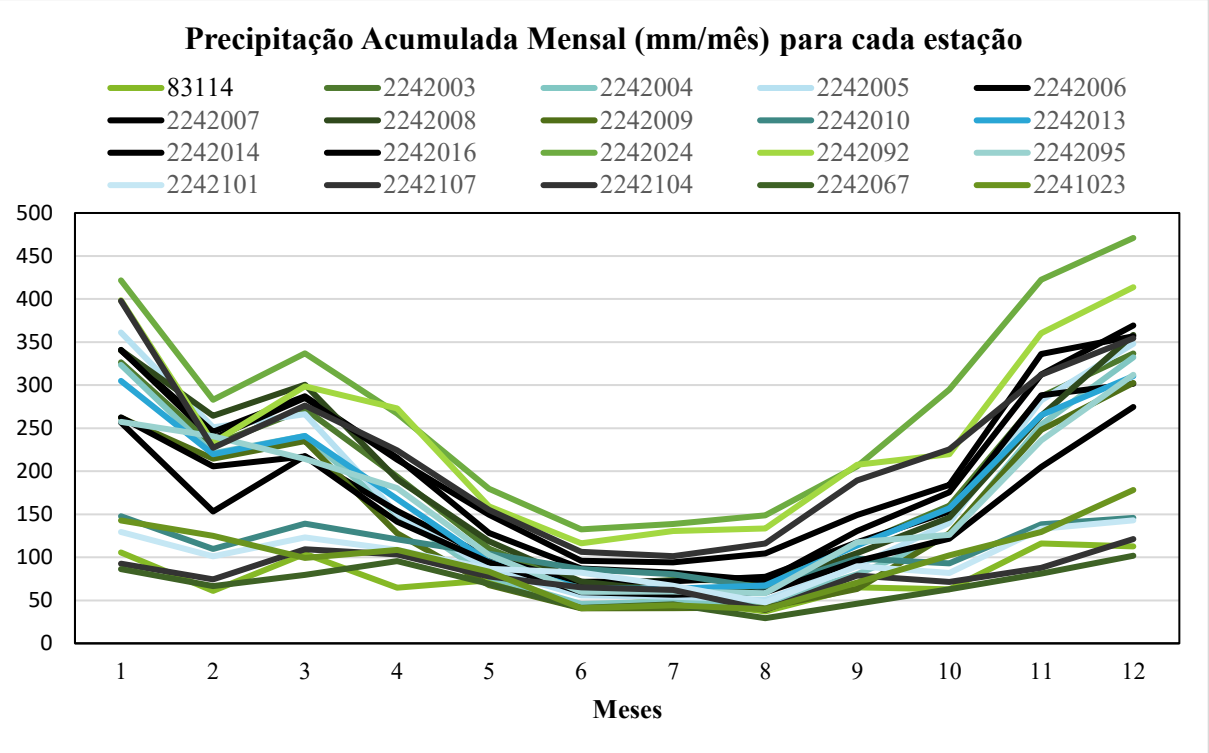


Figura 3.6 - Variação da precipitação acumulada mensal para cada estação.
Fonte: Elaboração Própria.

ANO	ESTAÇÕES																			
	83114	2241023	2242003	2242004	2242005	2242006	2242007	2242008	2242009	2242010	2242013	2242014	2242016	2242024	2242067	2242092	2242095	2242101	2242104	2242107
1935	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1936	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1937	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1938	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1939	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1940	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1941	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0
1942	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
1943	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1944	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1945	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	0
1946	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	0	0	0
1947	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1948	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1949	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1950	0	100	35	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1951	0	92	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1952	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1953	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1954	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1955	0	50	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1956	0	50	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
1957	0	89	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1958	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0
1959	0	92	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1960	0	98	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0
1961	0	92	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0
1962	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1963	0	92	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1964	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
1965	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	100	0	0	0	0	0
1966	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0
1967	0	0	100	100	61	40	59	61	0	59	45	44	36	100	100	0	0	0	0	0
1968	0	0	100	100	100	61	100	100	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
1969	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	29	0	0	0	0	0
1970	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
1971	0	0	100	100	100	100	100	100	0	64	100	96	100	100	0	0	0	0	0	0
1972	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	85	100	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
1976	0	88	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	42	50	0	0	0
1977	0	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	99	100	100	0	0	0
1978	0	16	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	8	0	0
1979	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	76	100	100	100	25	0
1980	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	54	100	100	100	72	0
1981	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	27	100	100	100	84	0
1982	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	93	100	100	100	100	59
1983	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92
1984	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	92	100	92	100	0	100	100	100	100	100
1985	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100
1986	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	57	100	100	100	100	100
1987	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	83	92	100	100	100	100
1988	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	1	100	100	100	100	100
1989	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	93	99	100	100	86
1990	0	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	84	99	100	100	94
1991	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	98	98	100	100	100
1992	75	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	83	97	100	100	96
1993	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	8	100	81	100	72	56
1994	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	69	41	100	97	87
1995	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	99	100	0	0	99	100	0	93
1996	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	91	100	0	20
1997	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	16	92	0	17
1998	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	54	100	0	100
1999	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	13	100	0	100
2000	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	92	0	93
2001	98	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	0	75	75	0	11
2002	100	0	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	0	0	0	75	0	0
2003	100	0	100	100	100	100	100	100	49	100	100	100	100	100	0	0	0	83	0	0
2004	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	20	75	0	0
2005	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	97	100	0	0
2006	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	0	0	8	100	0	42
2007	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	67	0	50
2008	100	0	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	0	0	97	100	0	100
2009	99	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	96	100	0	92
2010	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	94	100	0	100
2011	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	87	100	0	25
2012	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	7	100	0	0
2013	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	100	0	0
2014	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	100	0	0
2015	100	0	100	100	100	100	99	100	100	98	100	100	100	100	0	0	0	92	0	0
2016	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	33	0	0
2017	100	0	100	100	92	98	94	100	92	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
2018	100	0	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
2019	100	0	100	100	100	93	100	100	100	99	92	100	100	100	0	0	0	0	0	0
2020	100	0	100	100	100	83	100	100	100	100	100	100	10	100	0	0	0	0	0	0
2021	99	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0
2022	100	0	75	66	83	16	8	75	83	83	83	83	83	83	0	0	0	0	0	0

Figura 3.7 - Disponibilidade de dados das estações pluviométricas por ano.
Fonte: Elaboração Própria.

Com base nas médias anuais de pluviosidade das estações selecionadas foram geradas isoietas de precipitação para a RH-VI através de um software de geoprocessamento. As médias anuais de precipitação das estações foram interpolados através da ponderação pelo inverso da distância, que utiliza uma combinação linear com base nos pontos amostrais em torno do ponto interpolado, atribuindo peso maior para pontos próximos e menor para pontos mais distantes. Estes dados espaciais foram representados por isolinhas de precipitação anual espaçadas de 100 em 100 mm.

A Figura 3.9 apresenta o mapa de isoietas geradas a partir dos dados de precipitação anual das estações pluviométricas selecionadas. 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, pode-se afirmar que a RH-VI apresenta uma precipitação anual variando de 800 mm a 2.500 mm, com as maiores precipitações localizadas nas UHPs VI-a, VI-b, e com as menores nas UHPs VI-e, VI-f e VI-g.

Realizando a análise da normal climatológica de precipitação fornecida pelo INMET, na estação de Iguaba Grande (83114), conforme a Figura 3.8, observa-se que a precipitação anual acumulada desta estação fica em torno de 900mm, valor próximo do identificado no mapa de isoietas (903mm).

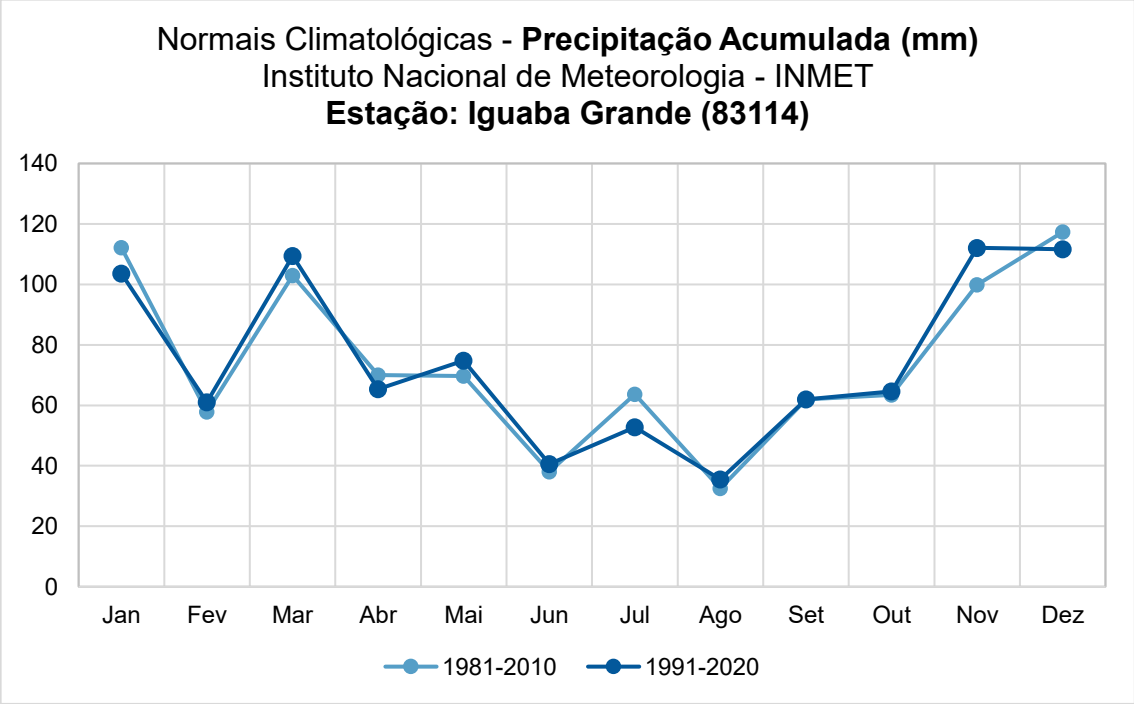


Figura 3.8 - Variação da precipitação acumulada mensal.
Fonte: Elaboração Própria.

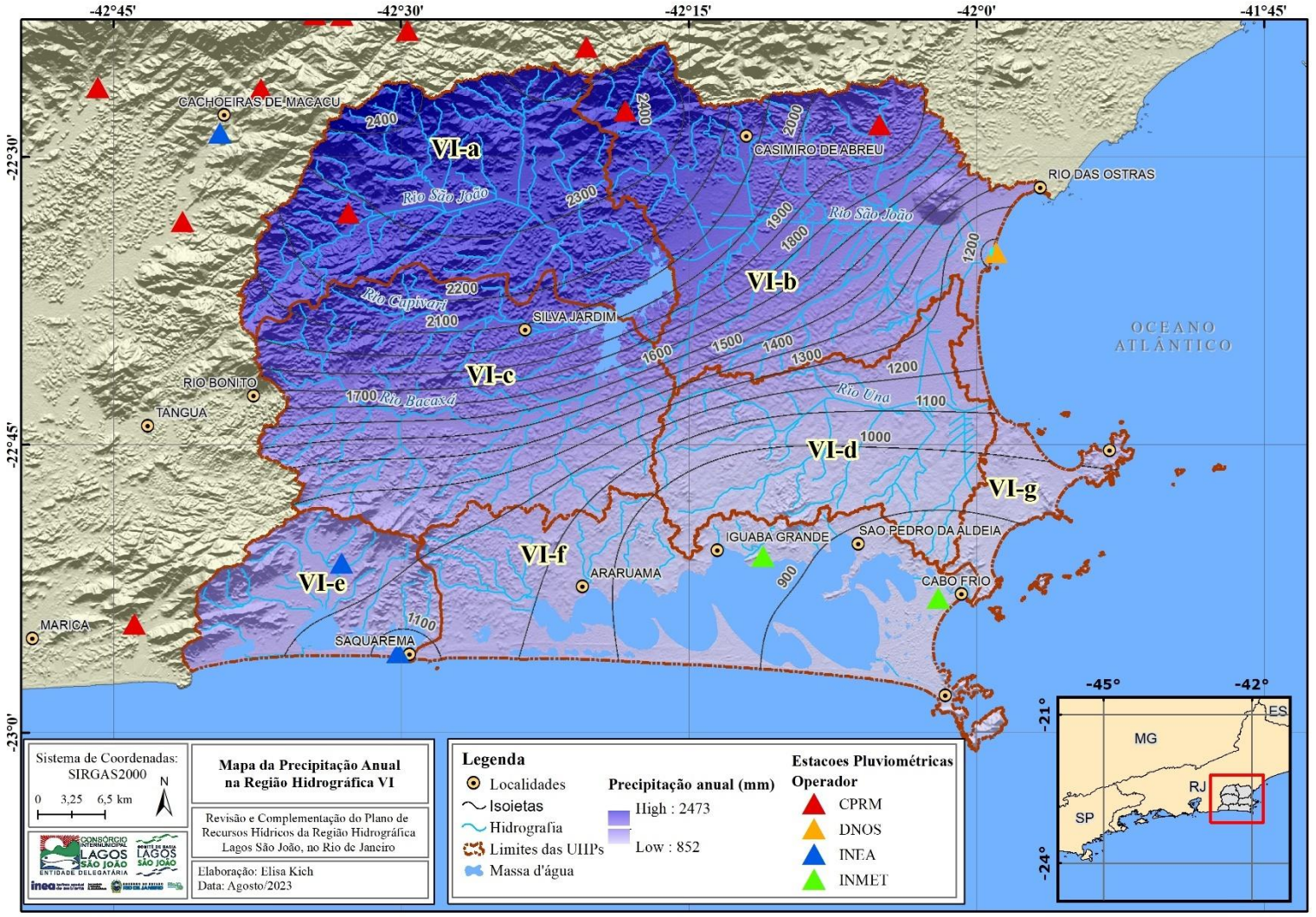


Figura 3.9 - Mapa de Precipitação Anual na Região Hidrográfica VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.2.4 Temperatura

A análise de temperatura na RH-VI considerou os dados de normais climatológicas disponíveis apenas para a estação meteorológica de Iguaba Grande (83114). As estações A606 e A667, de Arraial do Cabo e Saquarema, respectivamente, não dispõem de dados de normais meteorológicas no INMET. Os dados de temperatura da estação 83114 são apresentados para os períodos de 1981-2010 e 1991-2020.

Considerando os dados da normal climatológica da estação de Iguaba Grande (83114) como representativos da área da RH-VI, a temperatura mínima variou de 18 °C no mês de julho a 23,9°C em fevereiro para o período de 1981 a 2010, e de 17,8 °C em julho a 23,7 °C em fevereiro para o período de 1991 a 2020, ambos os períodos com variação mensal muito semelhante, conforme pode ser visualizado na Figura 3.10.

Observando a Figura 3.11, no período de 1981 a 2010 a temperatura média mensal variou de 21,4 °C no mês de julho a 27,2 °C no mês de fevereiro. Considerando o período de 1991 a 2020, a temperatura média variou de 21,5 °C no mês de julho a 27,0 °C no mês de fevereiro. Novamente, o comportamento das normais em ambos os períodos é muito semelhante. Por fim, a Figura 3.12 apresenta temperatura máxima mensal no período de 1981 a 2010 variando de 25,7 °C em julho a 32 °C em fevereiro, e de 26°C em julho a 32,2 °C em fevereiro para o período de 1991 a 2020.

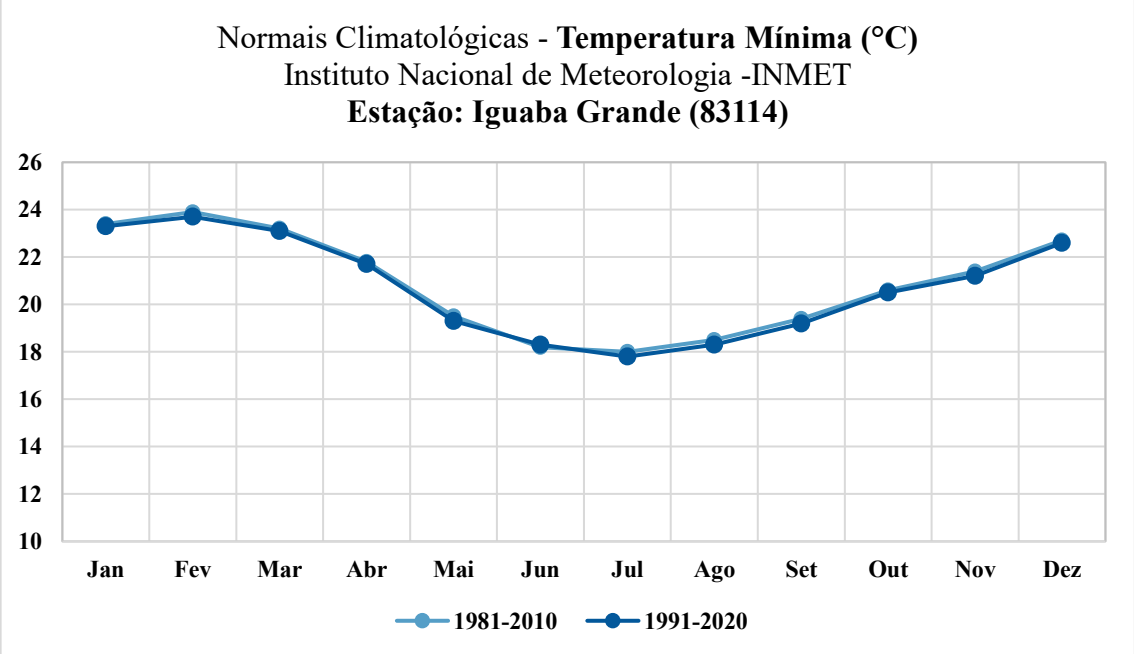


Figura 3.10 - Variação da temperatura mínima mensal.
Fonte: INMET (2023).

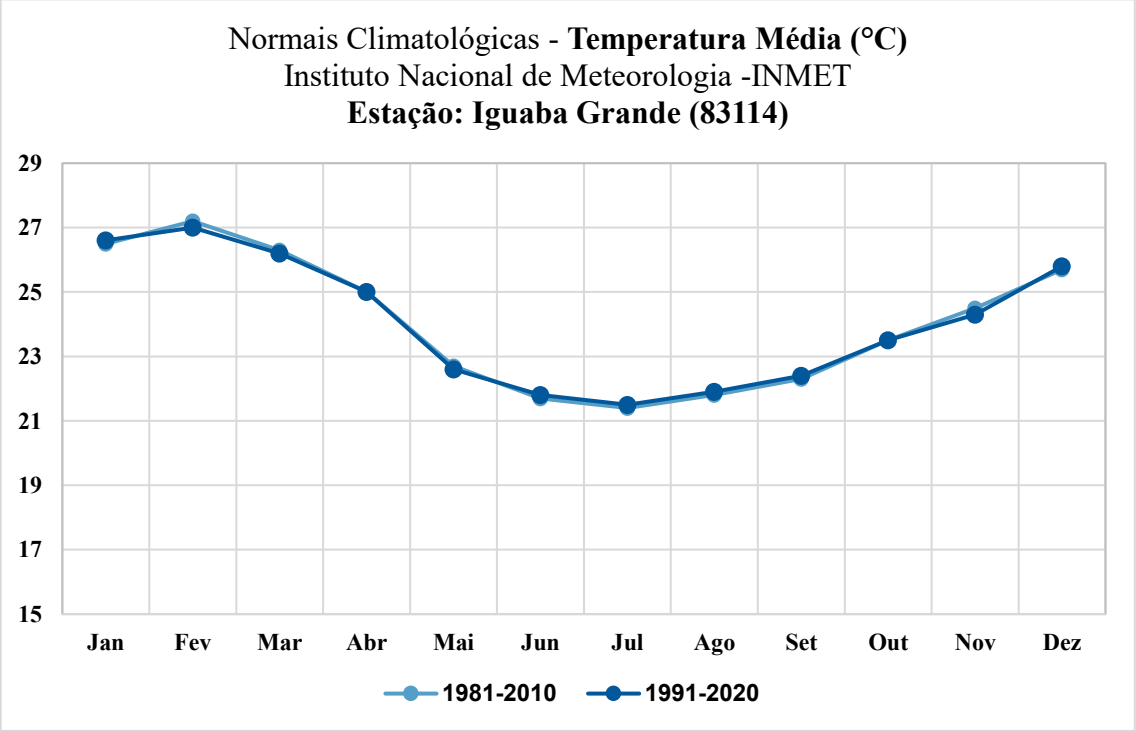


Figura 3.11 - Variação da temperatura média mensal.
Fonte: INMET (2023).

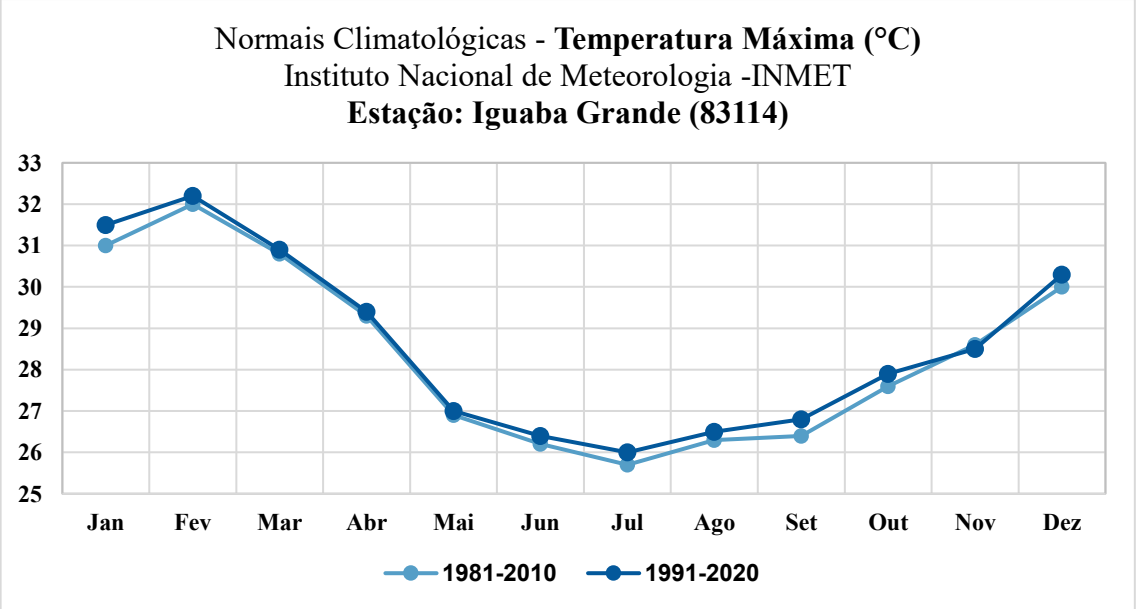


Figura 3.12 - Variação da temperatura máxima mensal.
Fonte: INMET (2023).

Observando o comportamento das normais climatológicas de temperatura mínima, média e máxima da região da estação, observa-se que o mês com as menores temperaturas é julho e o mês com as maiores temperaturas é fevereiro. Este comportamento é condizente com o

comportamento climatológico da classificação Aw (tropical com estação seca de inverno), atuante na área.

3.1.2.5 Evaporação

Os dados de evaporação da RH-VI disponibilizados pelo INMET também dizem respeito apenas à estação de Iguaba Grande (83114). A série histórica de dados coletados nesta estação apresenta valores de 1991 a 2021 e os dados da normal climatológica disponibilizados pelo órgão compreendem os três períodos disponíveis (1961-1980, 1981-2010 e 1991-2020), diferente das variáveis de temperatura e evapotranspiração. Como forma de padronizar a análise de todos os parâmetros para os mesmos períodos, a normal climatológica de evaporação para o período 1691-1980 foi desconsiderada.

Conforme pode-se observar na Figura 3.13, a evaporação total, obtida através do método do Evaporímetro de Piché tem os maiores valores nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com o período de maiores temperatura e precipitação. Já os meses de outono e inverno, entre maio e julho, apresentam os menores valores de evaporação, coincidindo com o período menos chuvoso e mais seco na região. Este comportamento da evaporação mensal no período de um ano é condizente com o clima de Köppen (Aw) da região.

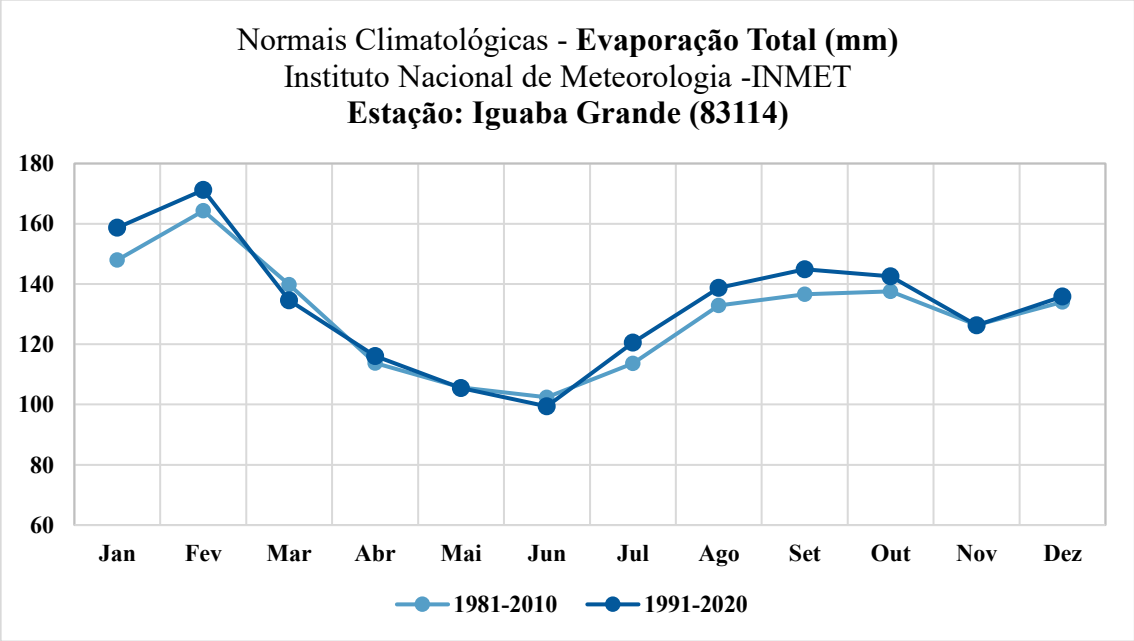


Figura 3.13 - Variação da evaporação total mensal.
Fonte: INMET (2023).

3.1.2.6 Evapotranspiração

A evapotranspiração é uma variável que considera a perda de água do solo por evaporação e das plantas por transpiração e é muito utilizada nos cálculos de balanço hídrico e análises

agrometeorológicas. No caso da normal climatológica do INMET, é considerada a evapotranspiração potencial, onde é adotada uma cultura padrão.

A evapotranspiração potencial estimada através da normal climatológica do INMET para a RH-VI apresenta valores entre 100 e 130 mm nos meses de outono-inverno (maio a setembro) e valores mais elevados, próximos de 200 mm nos meses de verão, conforme pode ser observado na Figura 3.14. Esses valores são condizentes com o cenário mais quente e úmido que ocorre neste período, facilitando a evapotranspiração.

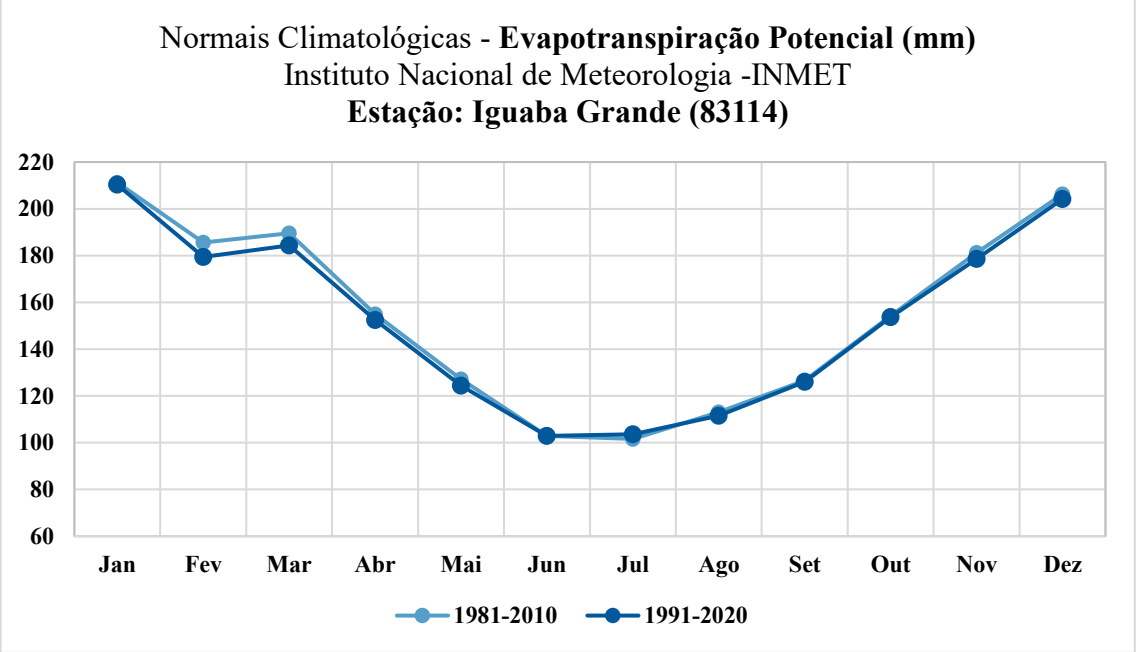


Figura 3.14 - Variação da evapotranspiração potencial.
Fonte: INMET (2023).

3.1.2.7 Análise Climática

A classificação climática de uma região leva em consideração diversos componentes físicos e climáticos, entre elas o relevo, a precipitação, a temperatura, entre outros. De forma a validar o enquadramento climático da RH-VI, segundo a classificação de Köppen, como pertencente ao grupo A (Tropical) e tipo climático Aw (com inverno seco), realizou-se a verificação cruzada com base nos critérios estabelecidos por Köppen e adaptados por Alvares et al. (2013).

A avaliação levou em consideração a temperatura (do mês mais frio, do mês mais quente, a média anual) e a precipitação (mensal, anual, mês mais seco e mês mais úmido). Como a RH-VI apresenta apenas uma estação de monitoramento meteorológico com normais climatológicas fornecidas pelo INMET, adotou-se esta estação como representativa do clima geral, portanto a

análise foi realizada com os dados apresentados acima relativos à estação meteorológica de Iguaba Grande (83114).

Observando a temperatura média do mês mais frio (julho), que fica em torno de 21,5°C e é superior a 18°C (limite estabelecido por Köppen) a área é classificada como clima tropical (A). Este clima não apresenta valores de diferenciação para as temperaturas médias do mês mais quente e anual, portanto a análise segue para as variações de precipitação.

Considerando que a precipitação acumulada do mês mais seco, de aproximadamente 35 mm em agosto, é inferior a 60 mm (limite estabelecido por Köppen), a região não pode ser classificada como tropical sem estação seca (Af). Resta identificar se o clima é de monção (Am), estação seca no verão (As) ou estação seca no inverno (Aw). Assim, a análise segue para uma avaliação considerando a precipitação média anual, que é de aproximadamente 890 mm. Aplicando a precipitação do mês mais seco no ano (35 mm), mês mais seco no verão (62 mm) e mês mais seco no inverno (35 mm) na fórmula estabelecida por Köppen, observa-se que o valor de precipitação total anual é inferior ao resultado calculado considerando a precipitação do mês mais seco no inverno, tendo como consequência a classificação climática da área em Aw (tropical com 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.

O clima tropical com inverno seco (Aw) ou clima de savana apresenta estação chuvosa no verão, com inverno mais seco e precipitação anual superior a 750 mm. A temperatura, em geral, é considerada quente e não fica abaixo dos 18 °C no mês mais frio do ano (MASTELLA et al., 2019). Em função da localização geográfica da RH-VI e do clima constatado, pode-se esperar que as temperaturas das águas oceânicas sejam quentes. No entanto, a região não apresenta o comportamento esperado, majoritariamente em virtude da ressurgência marinha.

A ressurgência marinha na região de Arraial do Cabo é um fenômeno comum na primavera e no verão e é desencadeado pela combinação de ventos nordeste persistentes com a quebra da plataforma marítima, a mudança na linha da costa e a rotação do planeta. Essa combinação faz com que águas quentes e superficiais sejam sopradas para o fundo, gerando um afloramento de águas profundas, frias e ricas em nutrientes perto da costa. Portanto, embora as condições climáticas tropicais favoreçam uma temperatura da água mais elevada na costa, a ressurgência

faz com que a temperatura seja considerada mais fria que o esperado em diversos meses do ano (CALADO et.al., 2015).

Esse fenômeno, observado em alguns lugares do mundo, faz com que os nutrientes aflorados através da corrente fria subsuperficial estimulem a vida marinha, aumentando a produção primária. Além disso, a ressurgência tende a afetar o clima local: as águas frias que afloram na costa afetam as brisas marítimas de forma a torna-las mais intensas e frias, tornando a temperatura do ar mais amena e o clima mais seco (BATISTA et.al., 2020).

3.1.3 Eventos Críticos

Eventos críticos como cheias, estiagem e incêndios florestais são fenômenos naturais que ocorrem com certa regularidade em todo o mundo, mas que podem causar graves consequências ambientais, sociais e econômicas. As cheias, por exemplo, podem levar ao alagamento de áreas urbanas e rurais, causando danos materiais e humanos significativos. Já a estiagem, caracterizada pela falta de chuva e escassez de água, pode afetar a agricultura e a pecuária, bem como o abastecimento de água para consumo humano. Por sua vez, as queimadas, que ocorrem principalmente em áreas de floresta, podem destruir habitats naturais e a biodiversidade, além de contribuir significativamente para o aquecimento global (COBRADE, 2012). Diante dessas ameaças, é fundamental investir em medidas de prevenção e mitigação desses eventos, bem como buscar soluções sustentáveis para enfrentá-los. Os eventos foram subdivididos em dois grupos de acordo com a metodologia para avaliação dos eventos.

3.1.3.1 Cheias, estiagem e incêndios florestais

Neste capítulo, são apresentadas os eventos extremos registrados nos municípios pertencentes à RH-VI, apresentadas na Tabela 3.4, estes em sua maioria estão relacionados à eventos de cheia.

Tabela 3.4 Definição dos eventos registrados na RH-VI. Fontes: (BRASIL, 2012, p.73; CASTRO, 2003)

Evento	Definição	Autor
Alagamento	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequentemente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	(BRASIL, 2012, p. 73)
Enxurrada	Escoamento superficial de alta velocidade e energia, provado por chuvas intensas e concentradas,	(BRASIL, 2012, p.73)

Evento	Definição	Autor
	normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracteriza-se pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial.	
Inundação	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso d'água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionados por chuvas prolongadas em áreas de planície	(BRASIL, 2012, p. 73)
Incêndio florestal	Ocorrem devido à redução intensa das precipitações hídricas, especialmente durante períodos de estiagem e seca. Existem diversas causas para os incêndios florestais, incluindo causas naturais como raios e reações fermentativas exotérmicas, além de causas humanas como imprudência de caçadores, fagulhas de máquinas e perda de controle de queimadas	(CASTRO, 2003)

As inundações ocorrem quando as áreas além dos limites normais de um curso de água são submersas, geralmente devido às chuvas prolongadas em áreas de planície. O transbordamento ocorre gradualmente, causando a inundação dos terrenos marginais do curso de água (GONTIJO, 2007). O fenômeno é caracterizado pela elevação das águas de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo, para depois escoarem gradualmente. Ocorrem nas áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanecem secas, ou seja, na planície de inundação (TUCCI, 1993; LEOPOLD,1994). São eventos naturais que ocorrem com regularidade nos cursos d'água em períodos mais chuvosos, sendo característicos das grandes bacias hidrográficas e dos rios de planície.

Os alagamentos são o resultado da sobrecarga dos sistemas de drenagem urbana e acumulação de água em ruas, calçadas e infraestruturas urbanas devido a chuvas intensas e topografia suave (CERRI, 1999). A ocorrência desses eventos está diretamente ligada aos sistemas de drenagem urbana, que buscam reduzir os riscos e prejuízos causados pelos alagamentos (TUCCI et al., 2007).

Em relação aos incêndios florestais, os fatores climáticos e ambientais são importantes para a propagação e controle dos mesmos. Para que um incêndio ocorra, é necessário a combinação

de elementos como combustíveis, comburente, calor e reação exotérmica em cadeia (CASTRO, 2003). A propagação é influenciada pela quantidade e qualidade do material combustível, condições climáticas e topografia da área. Os incêndios afetam áreas florestadas e de savanas, queimando mais facilmente restos vegetais, gramíneas e pequenos ramos e arbustos ressecados. A combustão de galhos grossos, troncos caídos, húmus e raízes é mais lenta (CASTRO, 2003).

Na Tabela 3.5 a seguir, é possível observar os dados referentes aos eventos críticos na RH-VI obtidos através do levantamento de informações da série histórica do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), no qual constam os dados de reconhecimentos federais de situação de emergência e estado de calamidade pública dentro do período de 2003 e 2016. A discretização no banco de dados da Defesa Civil é realizada por município, ou seja, a avaliação incluiu todos os municípios que fazem parte, total ou parcialmente, da bacia, independentemente da localização da sede. É possível que alguns eventos analisados tenham ocorrido fora da RH-VI.

Tabela 3.5 - Reconhecimento de situação de emergência ou de estado de calamidade pública na RH-VI, no período 2003 – 2016 (DEFESA CIVIL, 2016).

Município	Eventos Críticos	Tipologia
Araruama	2	Enchente (2010); Tempestade local (2016)
Cabo Frio	1	Inundação Litorânea (2010)
Maricá	2	Enxurrada (2010); Inundação (2016)
Rio Bonito	3	Enxurrada (2009, 2010 e 2011)
Saquarema	1	Alagamento (2010)
Silva Jardim	4	Enxurrada (2004 e 2006); Inundação (2009 e 2016)
Cachoeiras de Macacu	4	Alagamento (2004); Enxurrada (2009 e 2010), Inundação (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. Foram registradas duas ocorrências de incêndios florestais, ambos no município de Silva Jardim e em dois municípios não houve registro de nenhum evento

crítico, Armação de Búzios e Rios das Ostras. Na Tabela 3.6 é possível observar os dados referentes à cada município.

Tabela 3.6 - Eventos críticos registrados, período de 1991 a 2012 (CEPED UFSC, 2013).

Município	Enxurradas	Inundações	Alagamentos	Incêndio Florestal	Tipologia
Silva jardim	5	3	-	2	Inundação (2009 e 2010 (2); Enxurrada (2003, 2005, 2009, 2010 e 2012); Incêndio Florestal (2008 e 2010)
Araruama	1	1	1	-	Alagamento (2007); Inundação (2010); Enxurrada (2012);
Cabo frio	1	-	-	-	Enxurrada (2012)
Armação de búzios	-	-	-	-	-
Saquarema	1	-	-	-	Enxurrada (2012);
Iguaba grande	1	1	1	-	Inundação (2004); Alagamento (2010); Enxurrada (2012);
São pedro da aldeia	2	1	-	-	Inundação (2010); Enxurrada (2010 (2));
Arraial do cabo	1	-	-	-	Enxurrada (2012)
Rio bonito	7	-	-	-	Enxurrada (2007, 2008, 2009 (2) e 2010 (3));
Cachoeiras de macacu	3	-	1	-	Alagamento (2004); Enxurrada (2005, 2009 e 2010);
Casimiro de abreu		4	-	-	Inundação (2008 e 2009 (3));
Maricá	1	-	-	-	Enxurrada (2010);
Rio das ostras	-	-	-	-	-
Total	23	10	3	2	-

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 devido à localização da cidade próxima ao Rio Capivari e ao reservatório de Juturnaíba. Conforme apresentado no estudo realizado pela empresa Hydroscience em 2022, através da contratação CILSJ 05/2022, a região é suscetível a eventos de precipitação elevada e intensa.

A intervenção humana desempenha um papel significativo na intensificação desse problema, o desenvolvimento de áreas urbanas e industriais sem um planejamento adequado pode resultar em um aumento da impermeabilização do solo, dificultando a absorção da água da chuva (CILSJ, 2022). Além disso, o desmatamento e a destruição de vegetação natural reduzem a capacidade de retenção e infiltração do solo, aumentando o escoamento superficial e o risco de inundações.

As condições ambientais também contribuem para a gravidade das inundações. O Gleissolo, característico da região, tem uma capacidade de drenagem limitada, o que significa que a água tende a se acumular na superfície em vez de ser absorvida pelo solo (CILSJ, 2022). Essa característica do solo é uma condição natural desfavorável que torna as áreas propensas a inundações, especialmente quando combinada com o relevo plano da região. A concentração de atividades agrícolas nessas áreas aumenta o risco de inundações, pois a cobertura do solo por plantações reduz a capacidade de infiltração e a taxa de escoamento aumenta (CILSJ, 2022).

3.1.3.2 Queimadas

No Brasil, ainda é frequente o uso da prática da queimada como uma forma de preparar áreas agrícolas para o cultivo de lavouras, renovar pastagens, controlar, combater pragas e doenças de plantas e eliminar plantas invasoras (CAPECHE, 2012). No entanto, é amplamente conhecido que a queimada provoca alterações diretas ou indiretas nas características físicas, químicas, morfológicas e biológicas dos solos, como o pH, teor de nutrientes, teor de carbono, biodiversidade da micro, meso e macrofauna, temperatura, porosidade e densidade.

Além disso, a queimada contribui para o aumento do efeito estufa, a redução da qualidade do ar e da água, assim como afeta a saúde humana. É possível abolir as queimadas por meio do uso de tecnologias, tais como práticas conservacionistas de água e solo, entre essas tecnologias, destacam-se os sistemas agroflorestais e o sistema plantio direto, assim como sistemas de produção sustentável (CAPECHE, 2012).

Utilizando os dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas Fogo, lançados em abril de 2023 com o apoio do PrevFogo - IBAMA, realizou-se a análise das ocorrências de queimadas na área da RH-VI. O conjunto de informações abrange as cicatrizes deixadas pelo fogo em mais de 851 milhões de hectares do território brasileiro. O mapeamento das áreas queimadas no Brasil, foi realizado por meio do processamento de mais de 150 mil imagens geradas pelos satélites Landsat 5, 7 e 8, abrangendo o período de 1985 a 2022 (MAPBIOMAS FOGO, 2022). O mapeamento contou com o auxílio da inteligência artificial, permitindo a análise da área

queimada com uma resolução espacial de 30 metros em mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro ao longo do período. Vale ressaltar que o foco da análise foi a extensão consumida pelas chamas, e não o número de focos de calor.

Para fins de comparação, nas tabelas a seguir são apresentados os valores correspondentes a área queimada em hectares de cada ano analisado (1985, 2000, 2015 e 2022) obtidas através de ferramentas de geoprocessamento para toda a RH-VI. Em relação aos municípios parcialmente inseridos na Região Hidrográfica, o somatório das áreas foi realizado levando em consideração somente os registros encontrados dentro da RH-VI.

Tabela 3.7 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 1985 (CEPED UFSC, 2013).

Município	ÁREA QUEIMADA ANUAL (ha) RH VI - 1985							
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total município
Araruama		43,39	14,97	5,71				64,07
Armação dos Búzios				75,74			8,48	84,22
Cabo Frio		307,60		127,91		0,66		436,17
Cachoeiras de Macacu	1,32							1,32
Casimiro de Abreu		301,72						301,72
Iguaba Grande						2,07		2,07
Rio Bonito			22,66					22,66
Rio das Ostras		2,98						2,98
São Pedro da Aldeia				27,64		5,54		33,18
Saquarema					3,30	7,27		10,57
Silva Jardim	7,20	188,23	9,85					205,29
Total UHP	8,53	843,93	47,47	237,00	3,30	15,53	8,48	1164,25

Tabela 3.8 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2000 (CEPED UFSC, 2013).

Município	ÁREA QUEIMADA ANUAL (ha) RH VI - 2000							
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total município
Araruama	10,26	56,45	75,15	29,93		64,98		236,78
Armação dos Búzios				365,99			159,79	525,78
Arraial do Cabo						4,54		4,54
Cabo Frio		349,58		347,27		1,82	50,53	749,20
Casimiro de Abreu		247,18						247,18
Iguaba Grande				10,87		16,40		27,27
Maricá					3,88			3,88
Rio Bonito			159,32		0,80			160,11
Rio das Ostras		1,33						1,33
São Pedro da Aldeia				275,52				275,52
Saquarema			0,01		187,74	106,04		293,78

Município	ÁREA QUEIMADA ANUAL (ha) RH VI - 2000							
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total município
Silva Jardim	15,40	207,93	57,92					281,25
Total UHP	**25,66**	**862,48**	**292,39**	**1029,57**	**192,41**	**193,78**	**210,32**	**2806,62**

Tabela 3.9 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2015 (CEPED UFSC, 2013).

Município	ÁREA QUEIMADA ANUAL (ha) RH VI - 2015						
	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total Município
Araruama	29,43	43,65	4,54		3,95		81,57
Armação dos Búzios			27,03			104,51	131,54
Arraial do Cabo					0,58		0,58
Cabo Frio	59,35		224,11		1,82	57,23	342,51
Casimiro de Abreu	24,61						24,61
Iguaba Grande			6,30				6,30
Maricá				4,13			4,13
Rio Bonito		68,30					68,30
São Pedro da Aldeia			678,20		9,92		688,12
Saquarema				122,90	328,93		451,83
Silva Jardim	237,91	1,32					239,23
Total UHP	**351,29**	**113,27**	**940,18**	**127,03**	**345,20**	**161,74**	**2038,72**

Tabela 3.10 Áreas relativas a queimadas para a RH-VI em 2022 (CEPED UFSC, 2013).

Município	ÁREA QUEIMADA ANUAL (ha) RH VI - 2022						
	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total município
Araruama	10,35	2,73	23,34		3,27		39,69
Armação dos Búzios			48,62			30,89	79,51
Arraial do Cabo					9,83		9,83
Cabo Frio	22,61		23,14				45,75
Casimiro de Abreu	4,51						4,51
Iguaba Grande					1,98		1,98
Rio Bonito		18,02		0,41			18,43
São Pedro da Aldeia			132,14				132,14
Saquarema				13,95	32,46		46,41
Silva Jardim	21,36						21,36
Total UHP	**58,83**	**20,75**	**227,24**	**14,36**	**47,54**	**30,89**	**399,61**

Os resultados obtidos por meio da análise comparativa revelaram um aumento significativo nas áreas queimadas 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 (jusante do Reservatório de Juturnaíba). 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. Em relação ao município de São Pedro da Aldeia, o maior registro foi observado no ano de 2015, abrangendo uma área de 688,12 hectares. Já Armação dos Búzios apresentou o terceiro maior índice, sendo seu maior registro no ano de 2000, com um total de 525,78 hectares de áreas queimadas. A UHP VI-a registrou o menor resultado em comparação com as outras unidades. Não houve ocorrência de área queimada nos anos de 2015 e 2022 nesta UHP, sendo seu maior registro de 25,66 ha no ano de 2000. A área total queimada correspondente a cada ano avaliado pode ser observada na Figura 3.15 a seguir.

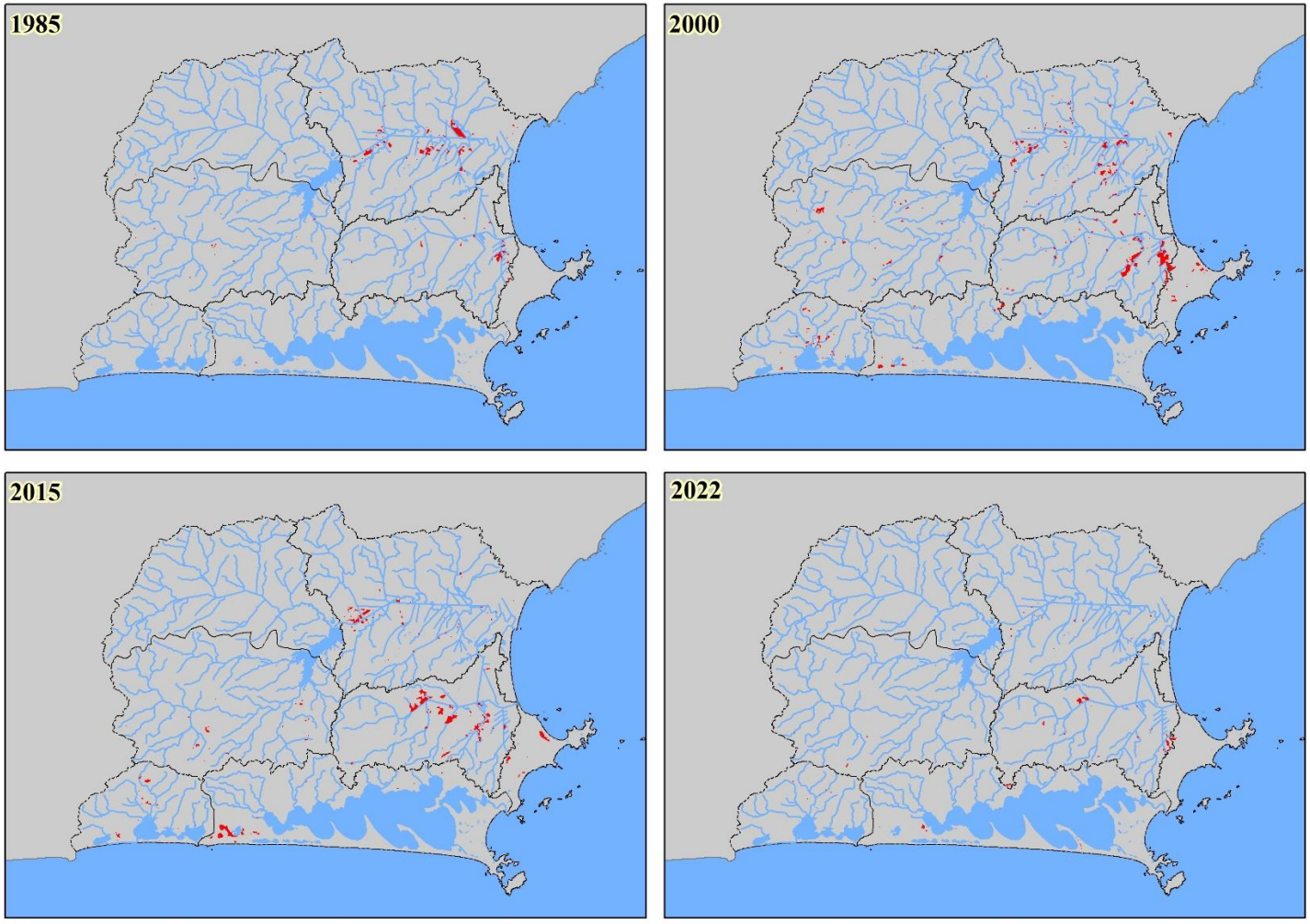


Figura 3.15 - Área total (ha) queimada por ano analisado.
Fonte: Projeto MapBiomas – Mapeamento das áreas queimadas no Brasil (Coleção 2) (MAPBIOMAS FOGO, 2022).

3.1.4 Geologia

3.1.4.1 História Geológica

A história geológica da RH-VI, sob a perspectiva da geologia aflorante ou próxima à superfície, inicia cerca de 2 bilhões de anos atrás (rochas mais antigas pertencentes ao Complexo Região dos Lagos - Paleoproterozoico), 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 (rochas ígneas alcalinas em Rio Bonito, Ilha do Cabo Frio e Morro São João, além de enxames de diques de rochas básicas pela RH-VI) e os terrenos sedimentares mais recentes. Esses registros mais recentes são da Era Cenozoica, desde o período Neógeno (pequenas porções com afloramento da Formação Barreiras) aos terrenos do Quaternário/atuais (uma miríade de tipos, que compõem sedimentos e depósitos aflorantes das áreas costeiras de areias de praia, dunas, pântanos/mangues e aluviões dos principais rios, como São João e Una).

Três episódios tectônicos marcantes estão registrados na região sudeste brasileira e que afetaram a história geológica da RH-VI. O primeiro, registrado por rochas do embasamento cristalino, desenvolveu-se no período compreendido entre o Neoproterozóico e o Cambriano, resultando na edificação do Orógeno ou Faixa Ribeira (que por sua vez integra um sistema orogênico maior, incluso na Província Mantiqueira - Figura 3.16) durante a amalgamação do Supercontinente Gondwana. O segundo episódio está associado à ruptura deste supercontinente e à abertura do Oceano Atlântico Sul (ilustrados nos afloramentos de enxames de diques básicos, por exemplo), conforme Figura 3.17, e à implantação das bacias marginais. O terceiro episódio resultou em importante reativação tectônica da margem sudeste brasileira, com a implantação do sistema de *Rifts* do Sudeste (evidente na área da falha da Ponta do Pai Vitório, em Armação dos Búzios), contemporâneo ao extensivo magmatismo de caráter alcalino (com representantes na RH-VI indicados anteriormente), de idade Eocretácea a Eocênica (adaptado de HEILBRON et al., 2004; CPRM, 2016).

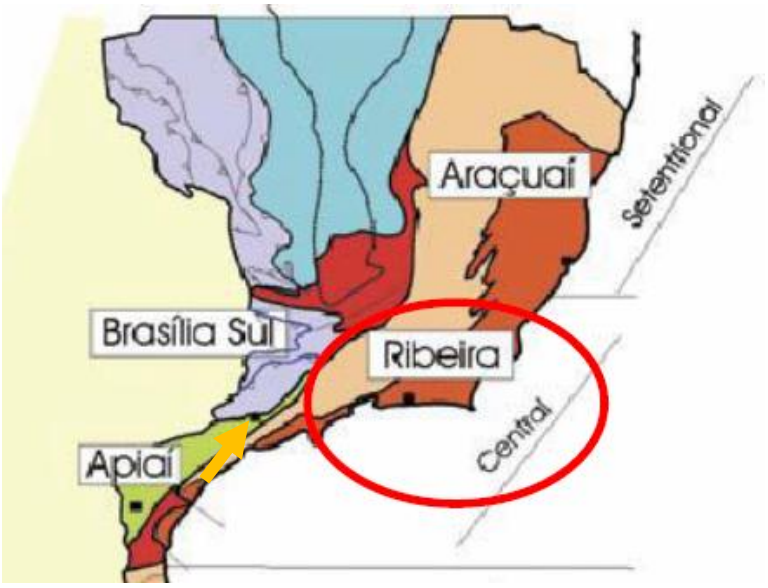


Figura 3.16 - Geotectônica: localização da Faixa Ribeira no contexto da Província Mantiqueira..
Fonte: HEILBRON et al. (2004).

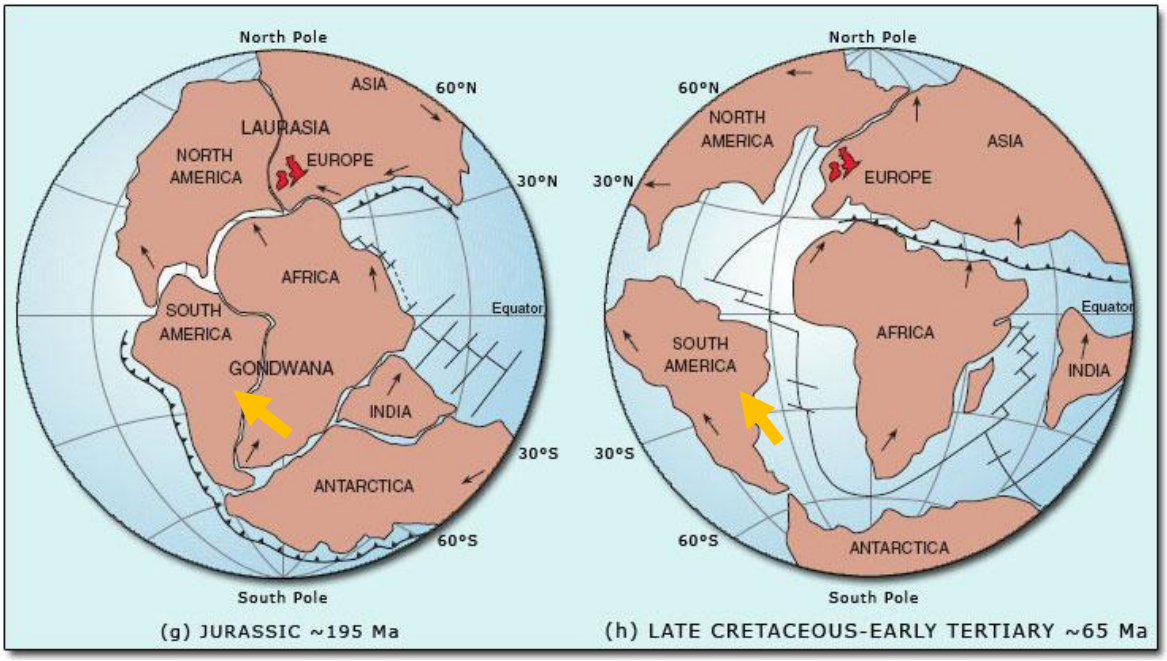


Figura 3.17 - Evolução dos continentes desde o Jurássico ao Cretáceo Superior/Terciário Inferior: quebra do Supercontinente Gondwana e abertura do oceano Atlântico.
Fonte: PHARAOH (1999).

A compartimentação tectônica da Faixa Ribeira, estabelecida no seu setor central, compreende quatro terrenos tectônico-estratigráficos: Ocidental, Oriental, Paraíba do Sul/Embu e Cabo Frio, este, de maior interesse à RH-VI, além de uma porção do Terreno Oriental - Figura 3.18.

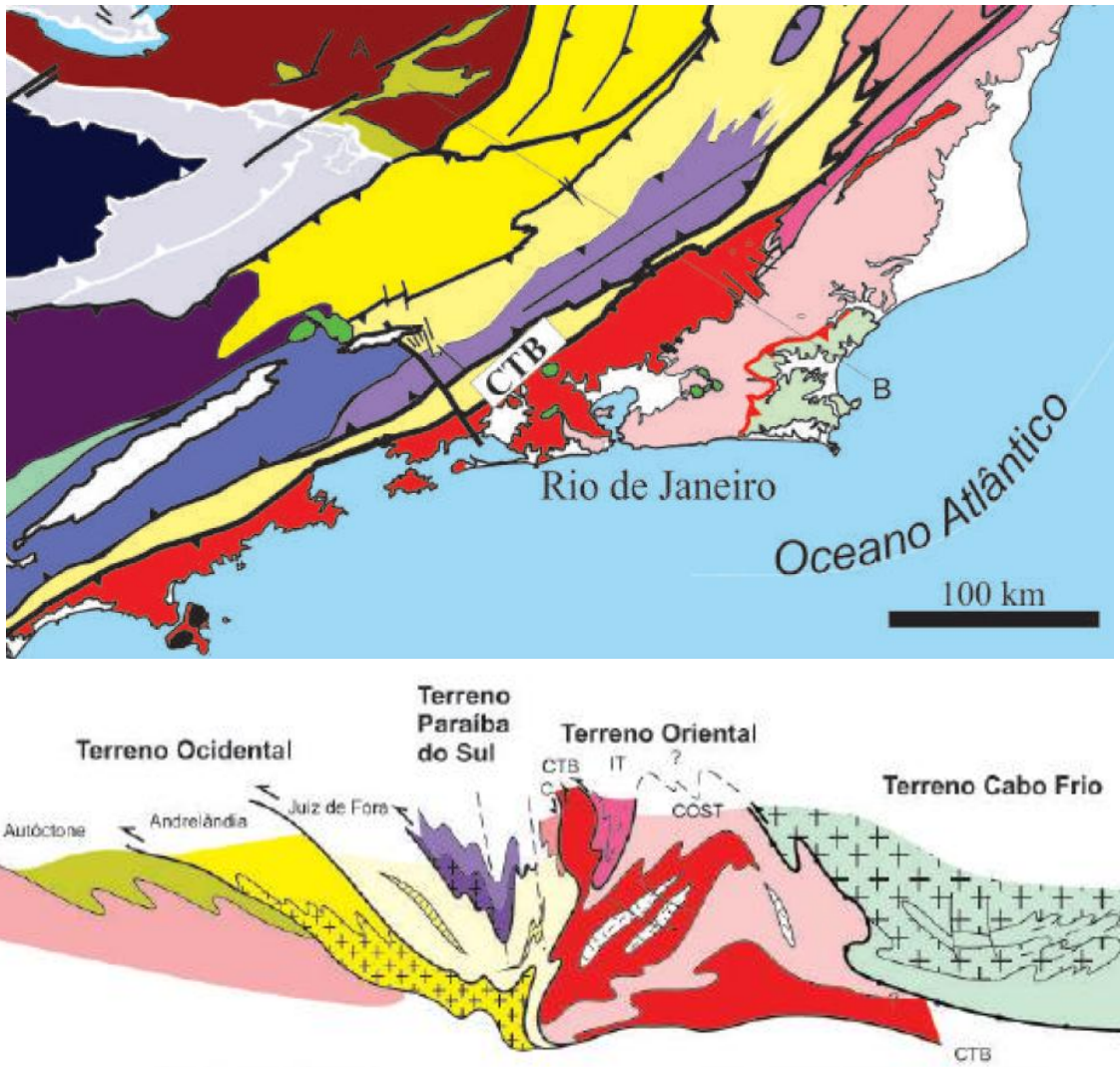


Figura 3.18 - Mapa tectônico do SE do Brasil (com destaque às unidades da Província Mantiqueira e àqueles situados na RH-VI e arredores).
Fonte: HEILBRON et al. (2004).

Duas unidades estratigráficas principais ocorrem no Terreno Cabo Frio: ortognaisses paleoproterózoicos com intrusões de anfibolitos; e um conjunto mais novo, formado por sucessão metassedimentar de alto grau composta de paragnaisses pelíticos a psamíticos com lentes de anfibolitos e calcissilicáticas. (SCHMITT et al., 2003 e HEILBRON & MACHADO, 2003 in CPRM, 2016).

Schmitt et al. (2008) indicaram que o Terreno Cabo Frio tem afinidade com terrenos africanos, sendo exótico à Faixa Ribeira; e colidiu com a Faixa Ribeira entre 530 e 510 Ma. Este episódio no Cambriano tem sido referido como orogenia Búzios (com expressão na RH-VI) e gerou

importantes estruturas de baixo ângulo no Terreno Cabo Frio, destacando as grandes dobras isoclinais (HEILBRON et al., 1982 in CPRM, 2016).

As bacias marginais brasileiras são resultado de uma série de estágios e eventos geológicos ao longo do Fanerozoico (Paleozoico ao recente), inicialmente descritos nas obras clássicas de Fernando Flávio Marques de Almeida ("Origem e Evolução da Plataforma Brasileira", de 1967; e "Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira", de 1969) e, posteriormente, compilados e refinados por ZALÁN (2004), sobre a evolução geológica da Plataforma Brasileira ou Plataforma Sul-Americana - este trabalho também apresenta a localização das principais bacias marginais - Figura 3.19. Tal conhecimento tem sido muito aplicado ao entendimento da evolução geológica e em estudos de potencialidades petrolíferas. O litoral da RH-VI está exatamente no limite entre as bacias de Campos e de Santos.

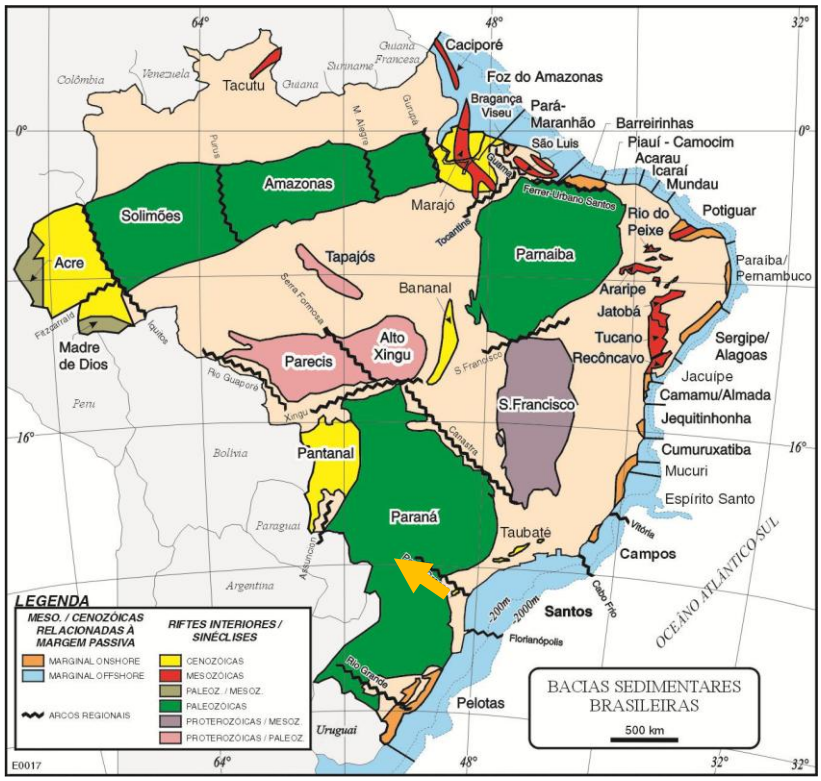


Figura 3.19 - Mapa-índice das bacias sedimentares brasileiras, discriminadas segundo o tipo e as idades geológicas predominantes de seu preenchimento sedimentar
Fonte: ZALÁN (2004).

Quanto a oscilações de nível do mar ao longo do tempo geológico, as causas são diversas, estando associadas a fatores como: nível global dos oceanos; estabilidade dos terrenos (geotectônica), ocorrência de sismos e movimentação das placas tectônicas (litosfera ou outras

causas, como movimentação de massa); ocorrência de processos erosivos (que desgastam a superfície) ou de deposição de sedimentos (que acrescentam); área e espessura da cobertura de gelo continental (cuja diminuição causa aumento do nível do mar, ou vice-versa); variações na temperatura da água do mar; trocas de água dos oceanos/mares com os continentes; geoquímica dos mares; entre outros. De acordo com a intensidade de cada fator, a tendência global de aumento (ou redução) do nível do mar pode ser amplificada ou mitigada numa escala local ou regional (DOMINGUEZ, 2013, 2021; ZILBERBERG et al., 2016). Outros fatores podem influenciar, como: o nível de atividade solar, as quedas de corpos extraterrestres na Terra e a atividade humana.

Conforme gráfico da Figura 3.20 em média, a temperatura tem tido tendência de diminuição no tempo geológico desde o Permiano. Com esse comportamento, apesar das flutuações, houve o desenvolvimento dos campos de gelo na Antártida aproximadamente no Oligoceno e, em seguida, no Ártico, entre o Plioceno e Pleistoceno. As variações (flutuações) globais de temperatura, com aquecimentos e resfriamentos desde então, têm se refletido no nível do mar. Um evento que se destaca foi uma expressiva subida do nível do mar, no Mioceno Médio-Inferior (há cerca de 15-20 milhões de anos), que inundou quase toda borda na costa brasileira, e foi responsável pela deposição da Formação Barreiras ao longo de boa parte da costa do Brasil. Esta deposição resultou posteriormente na feição geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros (DOMINGUEZ, 2013, 2021).

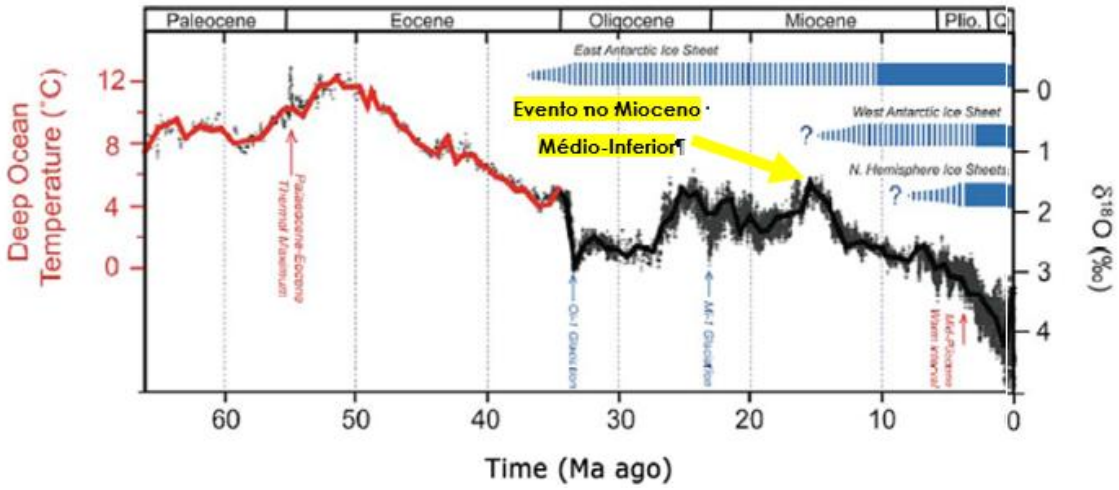


Figura 3.20 - Compilação de variação global de temperatura nos últimos 65 milhões de anos, com base em medições de isótopos de oxigênio.
Fonte: ALLEN et al. (2009) e JANSEN et al. (2007) in DOMINGUEZ (2021). Obs.: a razão isotópica ($\gamma^{18}O$ [%O]) é tal que, quanto maior a razão, cada vez mais frio e o nível do mar descendendo.

Trabalhos clássicos, como os de SUGUIO et al. (1985) e MARTIN et al. (1987), a partir de reconstruções de antigas posições do nível relativo do mar no tempo/espaço e datações (^{14}C), apresentaram curvas ou esboços de curvas para diversos setores do litoral brasileiro para os últimos 7.000 anos. Nos setores estudados, o nível relativo do mar, nos últimos 7.000 anos AP (anos antes do presente), aparece com elevação máxima a cerca de 5.150 anos AP. Desde então, pelo menos duas rápidas oscilações (diminuições de nível). Estas flutuações do nível relativo do mar, acompanhadas de modificações climáticas no decorrer do Quaternário, desempenharam um papel essencial na formação das planícies sedimentares do litoral brasileiro - Figura 3.21.

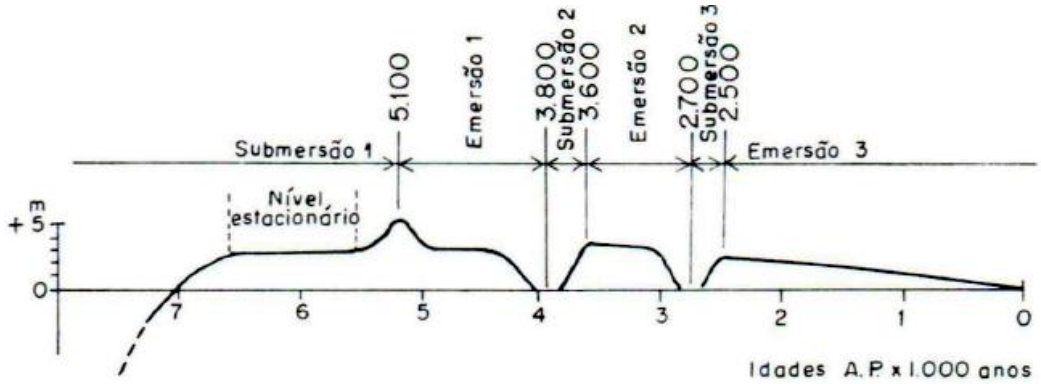


Figura 3.21 - Interpretação de curva de flutuação do nível relativo do mar, a partir de curvas de variação do nível relativo em diversos setores do litoral brasileiro, durante os últimos 7.000 anos.
Fonte: SUGUIO et al. (1985); MARTIN et al. (1987). A.P. = anos antes do presente.

O conhecimento com base em estudos geológicos, geomorfológicos, geocronológicos e integrações destas com outras áreas do conhecimento, vêm avançando, com aprimoramento de ferramentas analíticas e de processamento. Apesar das incertezas intrínsecas e das variações nas datas (absolutas) propostas entre alguns estudos, os eventos estão associados aos registros diretos (amostragens, afloramentos etc.) e indiretos (p.e., geofísica), permitindo a reconstrução do histórico geológico e entendimento do que se observa atualmente. Outra forma de abordagem é através da reconstituição de paleoambientes, a partir de dados batimétricos, sísmicos, sedimentológicos e imagens do fundo marinho (D´AGOSTINI, 2015, 2017).

Ao longo da história geológica, o nível médio do mar passou por grandes variações. Apesar dos dados geológicos apontarem períodos de aquecimento e resfriamento do planeta, assim como de subida e descida do nível absoluto do mar por causas naturais, é reconhecida hoje a importância da influência do homem para a alteração destes processos, principalmente a partir de meados do século XX (BARROS, 2010).

3.1.4.2 Classificação geológica

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.

A Figura 3.22 apresenta o Mapa Geológico da RH-VI com base em CPRM (2016) e a Figura 3.23 o perfil geológico NW-SE da geologia da RH-VI (notar as litologias de relevo mais acidentado a NW; e as posições do rio Capivari, do reservatório de Juturnaíba, da Serra de Sapiatiba e da Lagoa de Araruama). A Tabela 3.11 apresenta as unidades litoestratigráficas presentes em cada UHP, bem como sua organização em ordem cronológica do tempo geológico. Tais levantamentos são uma das principais bases para o entendimento não só do meio físico, mas também dos aquíferos da região.

O descritivo de cada unidade é apresentado na sequência, dos terrenos mais antigos aos mais recentes, com registro fotográfico de alguns pontos vistoriados em campo em 2023.

O Paleoproterozoico (das rochas mais antigas da RH-VI) compreende duas unidades do Complexo Região dos Lagos:

- PP3rl: trata-se da unidade geológica de maior extensão aflorante na RH-VI (1.160,1 km^2 ou 34,3% do total; com ocorrência em todas as UHPs), predominantemente constituída por ortognaisses (derivados de granitoides) com biotita (eventualmente magnetita), com diversos litotipos subordinados. Alguns afloramentos foram vistoriados em campo, como nos costões rochosos na Praia de José Gomes (ortognaisses e anfibolitos cortados por diabásio mesozoico, descrito mais à frente), Ponta do Marisco/Praia de Geribá (ortognaisses cortados por diques de basalto mesozoico), Praia Rasa (na porção sul da falha da Ponta do Pai Vitório), Prainha da Capela da Barra de São João (Casimiro de Abreu), nos arredores da igreja de N.S. Nazareth (Saquarema), além de afloramentos na Ponta Negra (Maricá), nas rodovias RJ-124 e BR-101 e nos arredores do res. Juturnaíba - Figura 3.24 a Figura 3.44.

- PP3rlar (unidade Araruama): hornblenda-biotita metagranitos com megacristais de feldspato potássico, composição desde sienogranítica a granodiorítica, com enclaves metadioríticos. Unidade de pequena extensão (11,5 km^2), restrita mais à UHP VI-g.

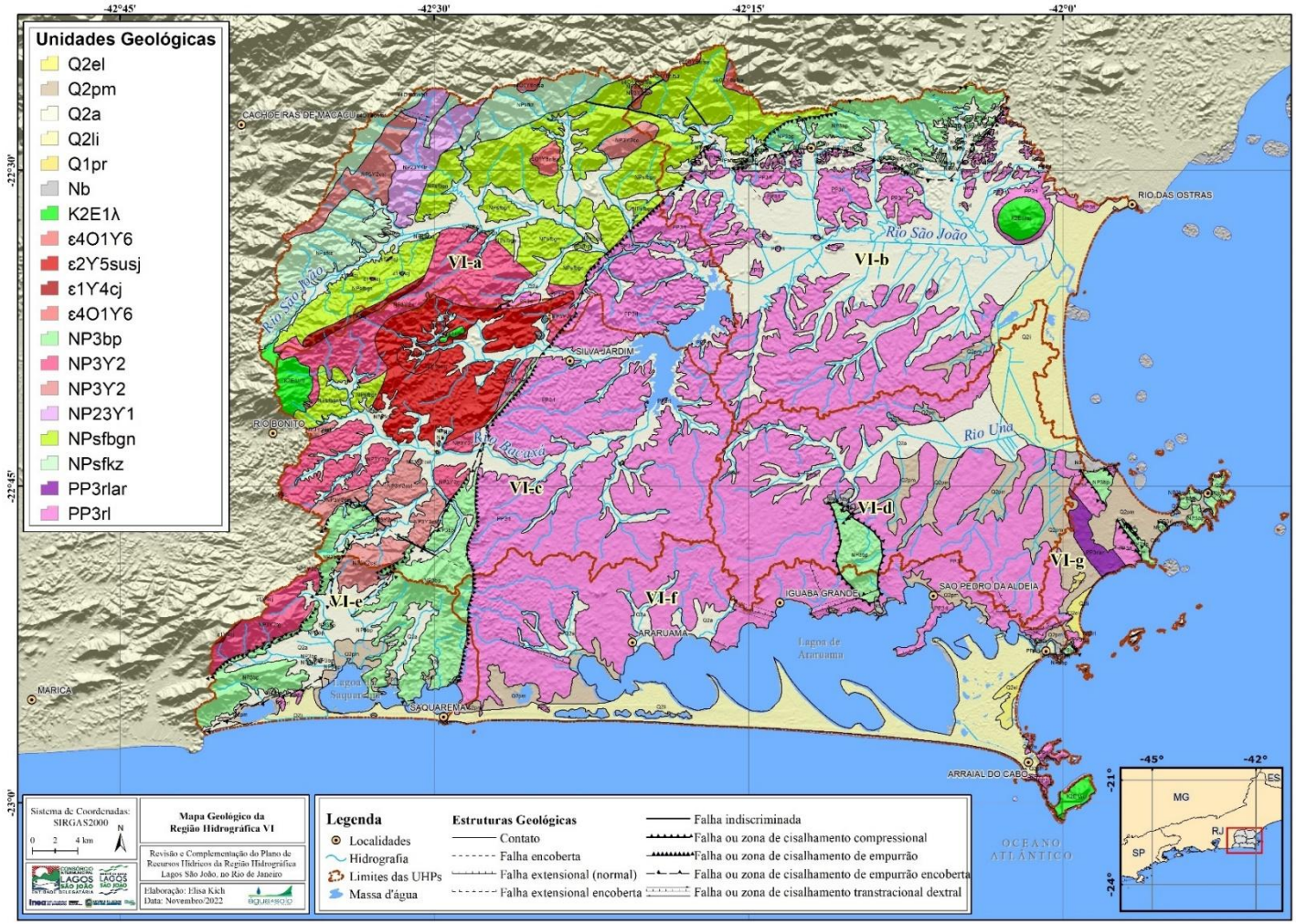


Figura 3.22 - Mapa Geológico da RH-VI com base em CPRM (2016).
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.11 - Unidades geológicas (litoestratigráficas) presentes na RH-VI e suas UHPs. Adaptado de CPRM (2016).

Eon	Era	Período	Unidade Geológica (código)	Nome da Unidade	Área por UHP (km²)							Área total - RH-VI
					VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	Q2el	Depósitos eólicos litorâneos	-	-	-	-	-	5,4	3,6	9,1
			Q2pm	Depósitos de pântanos e mangues	-	5,6	-	50,4	16,3	29,5	36,9	138,7
			Q2a	Depósitos aluvionares	116,4	349,7	161,3	64,9	61,1	24,9	-	778,3
			Q2li	Depósitos litorâneos	-	64,2	-	42,9	15,6	119,2	1,0	243,0
			Q1pr	Depósitos praiais antigos	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9
		Neó-geno	Nb	Barreiras	-	-	1,3	4,2	-	0,6	2,2	8,4
	Mesozoico*	Cretáceo	K2E1λcf	Ilha de Cabo Frio	-	-	-	-	-	5,9	-	5,9
			K2E1λmg	Morro dos Gatos	-	-	1,2	-	-	-	-	1,2
			K2E1λrb	Rio Bonito	2,2	-	12,0	-	-	-	-	14,1
			K2E1λsj	Morro de São João	-	11,1	-	-	-	-	-	11,1
	Paleozoico	Cambriano	ε1Y4cj	Granito Caju	5,1	-	2,2	-	0,5	-	-	7,8
			ε2Y5susj	Granito Silva Jardim	2,1	-	101,2	-		-	-	103,3
			ε4O1Y6nfnf	Granito Sana	0,1	-	-	-		-	-	0,1
			ε4O1Y6nfsa		6,7	3,5	-	-		-	-	10,2
Proterozóico	Neoproterozoico	Criogeniano / Ediacarano	NP2Y2co	Cordeiro	1,1	1,0	-	-	-	-	-	2,1
			NP3Y2co		7,1	1,8	-	-	-	-	-	8,9
			NP3Y2cst	Cassorotiba	71,6	-	72,9	-	8,2	-	-	152,7
			NP3Y2rj	Rio de Janeiro	5,3	-	14,3	-		-	-	19,6
			NP3Y2tg	Tingui	-	-	33,8	-	27,0	-	-	60,8
			NP23Y1tr	Trajano de Moraes	37,9	-	-	-	-	-	-	37,9
			NP3bp	Búzios-Palmital		58,7	40,4	15,7	84,7	10,4	16,5	226,2

Eon	Era	Período	Unidade Geológica (código)	Nome da Unidade		Área por UHP (km²)							Área total - RH-VI
						VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	
			NPsfbgn	Grupo São Fidélis	Sillimanita-biotita gnaisse	183,2	68,6	17,0	-	-	-	-	268,8
			NPsfkz		Kinzigito	103,0	-	0,3	-	-	-	-	103,2
	Paleoproterozóico	Orosiriano	PP3rlar	Complexo Região dos Lagos	Araruama	-	-	-	0,4	-	-	11,1	11,5
			PP3rl		Metagranitoides / ortognaisses	75,8	242,7	275,6	284,5	9,0	250,1	22,5	1.160,1
Total - área (UHPs e RH-VI)						617,6	806,9	733,3	462,9	222,3	446,0	94,8	3.383,8

*embora não apareçam no mapa, há ainda os diques de rochas básicas (enxame de diques da Serra do Mar) - JK1βsm.

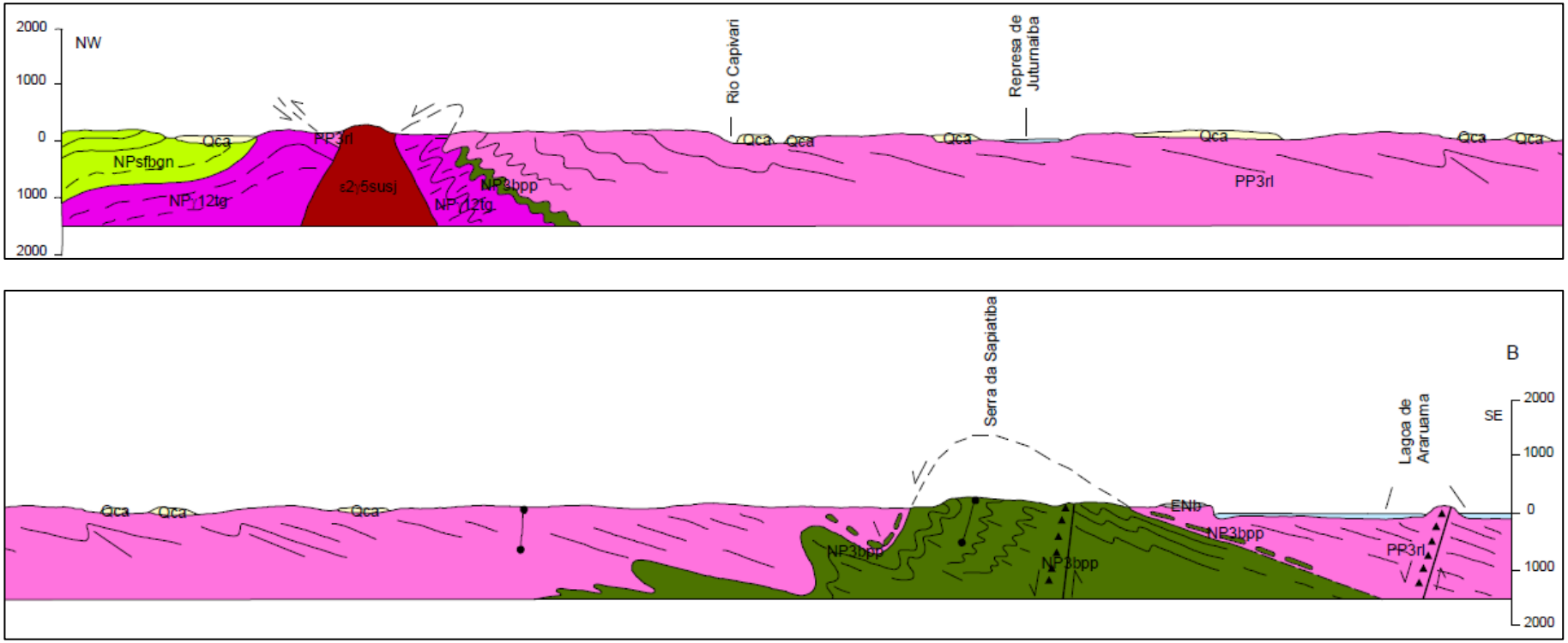


Figura 3.23 - Perfil geológico NW-SE na RH-VI.
Fonte: CPRM (2012a).

Figura 3.24 - 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 3.25 - Gnaisses alterados (PP3rl) - afloramento; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b).

Figura 3.26 - Gnaisses alterados (PP3rl) –detalhe; arredores de Juturnaíba (VI-a/-b).

Figura 3.27 - 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 3.28 - 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 3.29 - Rocha gnáissica cataclástica, com minerais estirados ("olhos" de feldspatos mais evidentes) - Ponta do Marisco/Praia de Geribá - Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.30 - Costões rochosos (gnaisse - unidade PP3rl) - borda da Praia da Tartaruga - Rio das Ostras, UHP VI-b.

Figura 3.31 - Costões rochosos (rochas cristalinas - unidade PP3rl) - Prainha da Capela da Barra de São João - Casimiro de Abreu, UHP VI-b.

Figura 3.32 - Detalhe em gnaisses graníticos milonitizados (unid. PP3rl) - Prainha da Capela da Barra de S.João - Casimiro de Abreu, UHP VI-b.

Figura 3.33 - Pegmatitos (porção mais clara) em meio a gnaisses graníticos milonitizados - arredores da igreja de N.S. Nazareth - Saquarema, UHP VI-f.

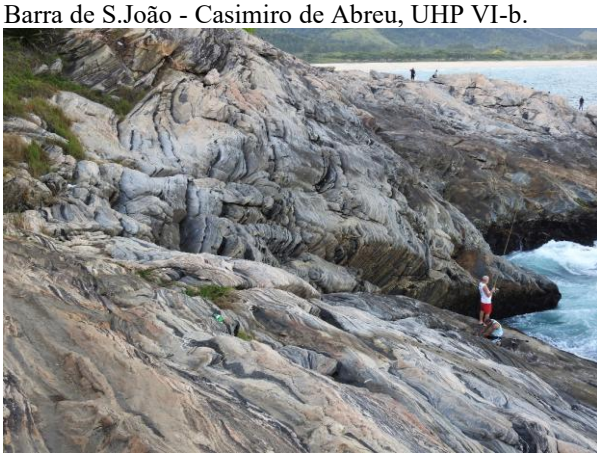


Figura 3.34 - Ortognaisses (PP3rl) com nítida foliação bandada - Costão da Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI - UHP VI-e).

Figura 3.35 - Ortognaisse (PP3rl) dobrado - Costão da Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI - UHP VI-e).

Figura 3.36 - Ortognaisses e antibolito ("ANF", mais escuros) - unidade PP3rl - Ponta Negra, Maricá (ao lado do limite com a RH-VI/UHP VI-e).

Figura 3.37 - 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 3.38 - Gnaisses bandados dobrados - unidade PP3rl, Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f.

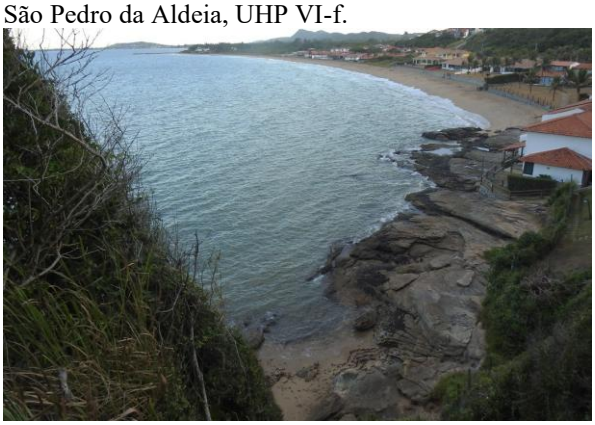


Figura 3.39 - Costão rochoso de ortognaisses (unidade PP3rl) - desde as proximidades da Ponta do Pai Vitório, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

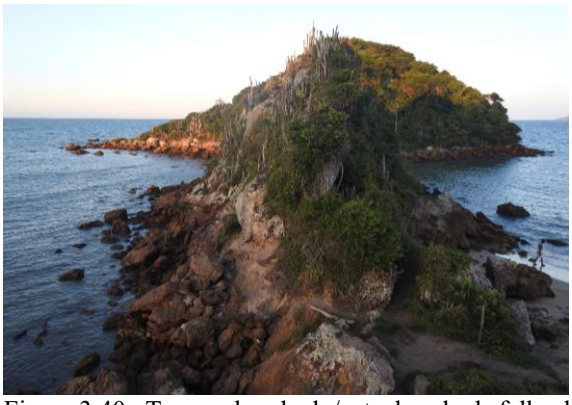


Figura 3.40 - Terreno brechado/cataclasado da falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e do gráben de Barra de São João), Ar.Búzios (UHP VI-g).

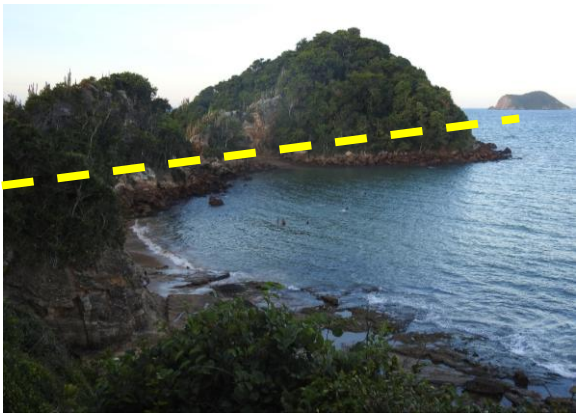


Figura 3.41 - Falha da Ponta do Pai Vitório (registro da extremidade continental aflorante leste do Rift do SE brasileiro e um dos limites do gráben de Barra de São João), em alinhamento com a Ilha Feia (aos fundos), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.42 - Gnaisse milonitizado (provavelmente unidade PP3rl) - Cacheira do Amor - Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 3.43 - Dobra de baixo ângulo (apertada a isoclinal), com provável cavalgamento - afloramento de gnaisses alterados - Armação dos Búzios, UHP VI-g

Figura 3.44 - Blocos de diabásio mesozoico falhados e semi-basculados em meio a gnaisses - Estr. da Fazendinha, Armação dos Búzios, UHP VI-g.

As rochas do Neoproterozoico (NP) compreendem diversas unidades (área de 880,2 km^2):

- Grupo São Fidélis (unidades NPsfbgn - sillimanita-biotita gnaisse e NPsfkz - kinzigito), compondo 372 km^2 (11% da RH), sobretudo nas UHPs VI-a e VI-b. Foram avistados afloramentos na sub-bacia do rio da Aldeia Velha, rumo à cachoeira Macharet, entre Silva Jardim e Casimiro de Abreu - Figura 3.45 e Figura 3.46.
- Grupo Búzios-Palmital (NP3bp): cianita-sillimanita-granada-biotita gnaisses (e variações), com intercalações de rochas calciossilicáticas bandadas, granada anfibolitos, granada anfibolitos e granada quartzitos - total de 226,2 km^2. Há diversos afloramentos, como de paragnaisses em costões rochosos (a exemplo da Poça da Tartaruga e das Praias de Lagoinha, da Foca e do Forno, em Armação dos Búzios) e de locais com relevo que se destaca dos arredores (por erosão diferencial ao longo do tempo geológico), como

nas Serras da Sapiatiba (Iguaba Grande/São Pedro da Aldeia), Palmital e arredores de Sampaio Correio (Saquarema), além da parte norte da UHP VI-b (ao norte da sede de Casimiro de Abreu) - alguns exemplos nas Figura 3.47 a Figura 3.54. Esta unidade é importante, pois nela há registros do metamorfismo de altas temperaturas/pressões durante a Orogenia Búzios (~530–510 Ma), com feições e estruturas associadas: paragêneses minerais específicas (com minerais típicos destas condições, como a sillimanita e a cianita, poliformos de Al_2SiO_5), foliações, lineamentos, deformações, estiramentos minerais, indícios de fusão parcial etc. Assim, estas porções hoje aflorantes já estiveram em bases de montanhas (posteriormente soerguidas e/ou erodidas ao longo do tempo geológico) e/ou sofreram eventos tectônicos. Por fim, cabe menção a anfibolitos encontrados no Forte de São Mateus (Cabo Frio) - Figura 3.55.

- Granitoides (ou gnaisses graníticos) sin-colisionais, sobretudo presentes nas UHPs VI-a, VI-c e VI-e (282,0 km^2): unidades NP2Y2co/NP3Y2co (Cordeiro), NP3Y2cst (Cassorotiba), NP3Y2rj (Rio de Janeiro), NP3Y2tg (Tingui) e NP23Y1tr (Trajano de Moraes). Destas, foram avistados afloramentos com gnaisses/granitos da unidade Tingui e avistada a unidade Cassorotiba, ambos nos arredores de Sampaio Correia, Saquarema - Figura 3.56 e Figura 3.57.

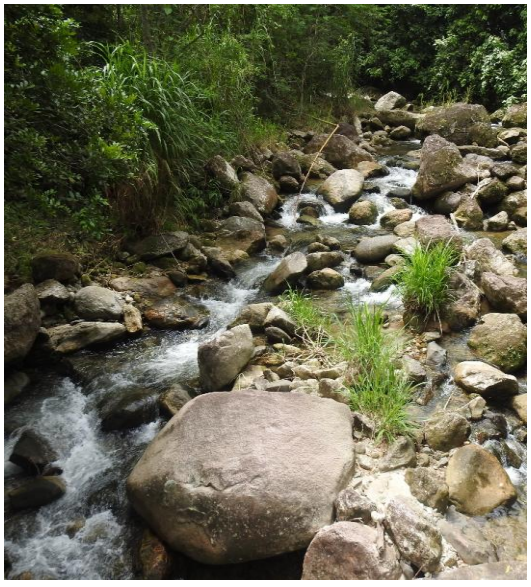


Figura 3.45 - Blocos de biotita gnaisses do Grupo São Fidélis (NPsfgn) - riacho nas proximidades da cachoeira Macharet, entre Silva Jardim e C. de Abreu (UHP VI-b).

Figura 3.46 - Minerais foliares/placoides (biotitas) em biotita gnaisses do Gr. São Fidélis (NPsfgn) - prox. Cach.Macharet - Silva Jardim/C.Abreu (UHP VI-b).

Figura 3.47 - Paragnaisses bandados com granada (minerais isométricos vítreos lilás-avermelhados), cianita (hábito tabular, azul) e prováveis cristais de sillimanita (fibroide) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Poça da Tartaruga, Ar. dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.48 - Paragnaisses com destaque para presença de granada (vítreo lilás-avermelhado) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia da Foca, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.49 - Paragnaisses xistosos, com minerais estirados, com presença de granada, cianita (hábito tabular, cor azul) e prováveis cristais de silimanita (fibroide) da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.50 - Paragnaisses com minerais estirados, muita granada (vítreo lilás-avermelha-do) e prováveis cristais de silimanita e cianita da unidade NP3bp (Grupo Búzios-Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.51 - Gnaisses dobrados e cisalhados (com minerais estirados), com bandas mais claras e mais escuras, da unidade NP3bp (Grupo Búzios-

Figura 3.52 - Foliação na porção mais escura -- unidade NP3bp (Gr. Búzios-Palmital) e areias de

Palmital), Praia de Lagoinha, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.53 - Serra de Sepiatiba (unidade NP3bp; relevo em destaque), entre as UHPs VI-d e VI-f, desde São Pedro da Aldeia

Figura 3.55 - Ortoanfibolitos do Forte de São Mateus, Cabo Frio - UHPs VI-f.

praia de coloração rósea (associada a granadas), Praia do Forno, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.54 - Vista porção montanhosa - provável unidade NP3bp - vista desde o aterro de Saquarema; UHP VI-e.

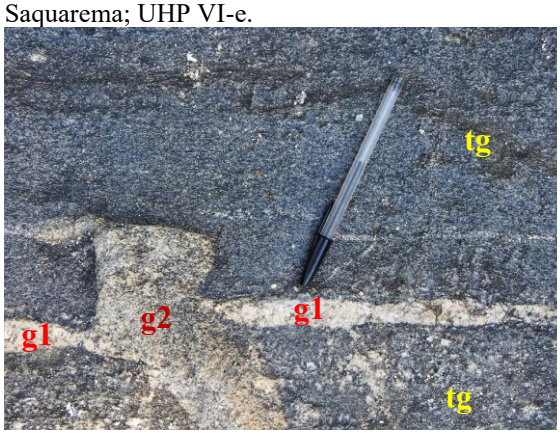


Figura 3.56 - Afloramento na Cachoeira Tingui, com unidade Tingui (NP3γ2tg - "tg") representada por gnaisse escuro, cortado por rocha granítica ("g1"), por sua vez cortada por outra rocha ígnea ("g2" - cor clara; tonalidade mais escura que "g1"), denotando idades relativas (g2<g1<tg) - Saquarema (UHP VI-e).

Figura 3.57 - Ocorrência provável da unidade Cassorotiba (NP3γcst). de gnaisses graníticos - localidade entre a Cachoeira Tingui e Sampaio Correia - Saquarema (UHP VI-e).

Adentrando ao Fanerozoico, há corpos de granitos do período Cambriano (ε) aflorando sobretudo na UHP VI-c, sendo que o único que tem algum destaque em área é o Granito Silva Jardim (ε2Y5susj - 103,3 km^2), corpo de orientação NE-SW, aflorando entre os municípios de Rio Bonito e Silva Jardim (Figura 3.58 e Figura 3.59). É intrusivo em orto/paragnaisses do Terreno Oriental, próximo ao seu contato com o Terreno Cabo Frio. As principais fácies são a porfirítica (visíveis cristais grandes de feldspato - fenocristais) e a equigranular média a grossa; composição essencialmente monzogranítica, com feldspato alcalino, quartzo e biotita.

Embora não apareçam no mapa geológico, há enxames de diques básicos toleíticos (Serra do Mar) - unidade JK1βsm -, associados à quebra do supercontinente Gondwana (e abertura do Oceano Atlântico), de orientação predominantemente NE, constituindo-se de estruturas que cortaram (irromperam) rochas pré-existentes, inclusive influenciando localmente as condições de fluxo subterrâneo hoje observadas. Em campo, foram vistoriados alguns afloramentos (p.e., na Praia de José Gomes e na Ponta do Marisco/Praia de Geribá, em Armação dos Búzios, indicados anteriormente).

Figura 3.58 - Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - limite entre as UHPs VI-a/c.

Figura 3.59 - Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - afloramento em rodovia (BR-101) - UHP VI-c.

A Figura 3.60 mostra a ocorrência dos principais diques/Serra do Mar (em cor púrpura; JK1βsm) e alcalinos (em verde; K2E1λ; unidade geológica descrita a seguir no texto).

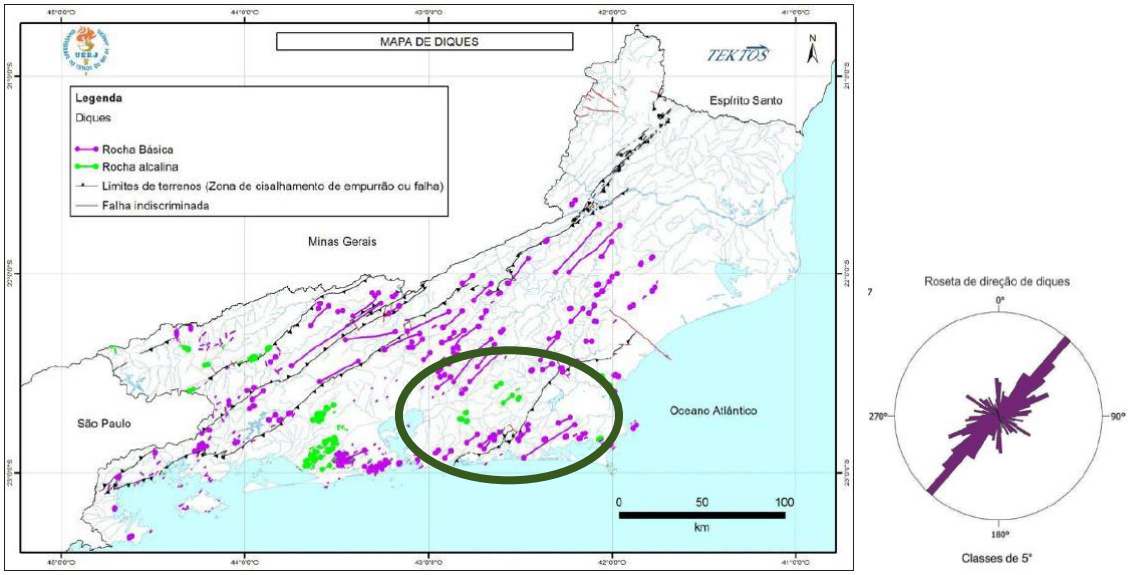


Figura 3.60 - Mapa com ocorrência de enxames de diques toleíticos (em cor púrpura) e alcalinos (em verde) e diagrama (roseta) de orientação dos diques toleíticos no Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: CPRM (2016).

As rochas alcalinas do Cretáceo (2E1λ) são de quatro áreas: os corpos Morro dos Gatos (2E1λmg) e Rio Bonito (2E1λrb;Figura 3.61), formados por uma variedade de litotipos alcalinos (entre fonolitos, traquitos, nefelina sienitos, sienitos, brechas magmáticas e rochas piroclásticas associadas); o Complexo Alcalino Ilha do Cabo Frio (nefelina sienito e álcali-sienito, além de corpo piroclástico suportado por clasto e matriz - 2E1λcf), situado em Arraial do Cabo (Figura 3.62); e Maciço Alcalino Morro São João (sobretudo sienitos - 2E1λsj), localizado em Casimiro de Abreu - Figura 3.63 a Figura 3.66.

Destaca-se na paisagem regional o Morro de São João, sobretudo a partir da UHP VI-b. Apesar de sua origem ser frequentemente associada a um vulcão, por sua forma arredondada vista em imagem aérea, suas rochas, com minerais de textura grossa, indicam lenta cristalização e consolidação em profundidade (e não extrusivas). Portanto, o que se vê hoje seria o que antes foi parte dos condutos do vulcão, arrasados pela erosão ao longo do tempo geológico.

Figura 3.61 - Corpo alcalino de Rio Bonito (K2E1λrb), sede de Rio Bonito (fora da RH-VI, ao lado da UHP VI-c).

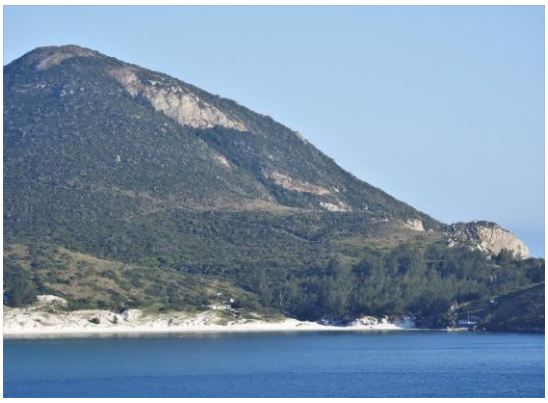


Figura 3.62 - Maciço alcalino da Ilha do Cabo Frio (2E1λcf) - Arraial do Cabo (UHP VI-f)

Figura 3.63 -Vista do Morro São João (K2E1λsj), desde o Distrito Prof. Souza, Casimiro de Abreu (UHP VI-b).

Figura 3.64 - Vista do Morro São João (K2E1λsj), desde o Cidade Beira Mar, Rio das Ostras (UHP VI-b).

Figura 3.65 - Vista do Morro São João (K2E1λsj) e rio homônimo, desde Cabo Frio no limite com Casimiro de Abreu (UHP VI-b).

Figura 3.66 - Área de praia (Q2li) e, aos fundos, o Morro São João (K2E1λsj) - vista desde a Praia Rasa - Cabo Frio (limites UHPs VI-b/d/g).

Thomaz & Rodriguez (1999), com base em estudos geológicos e de datação radiométrica, propuseram que o alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas (MG) - Cabo Frio (RJ) e Vitória (ES) - Trindade (Figura 3.67), tenha se implantado quando da passagem da placa litosférica Sul-Americana sobre um *hot spot*, com deslocamento de oeste para leste (daí as idades decrescentes de oeste para leste).

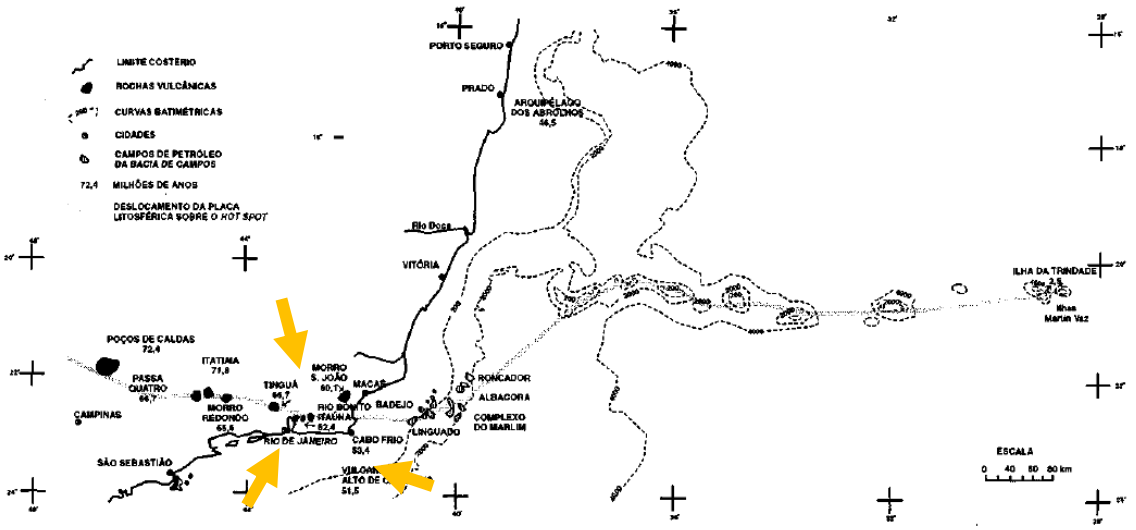


Figura 3.67 - Alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio e sua continuidade na Cadeia Vitória-Trindade (em destaque, a localização dos corpos situados na RH-VI).
Fonte: THOMAZ FILHO & RODRIGUEZ (1999).

A Formação (ou Grupo) Barreiras (Nb) constitui-se em importante marco estratigráfico do Cenozoico do Brasil, apresentando ampla distribuição de terrenos sedimentares ao longo da costa brasileira, desde o Amapá até o Rio de Janeiro, associada a formas de tabuleiros e falésias. A principal ocorrência no Estado do Rio de Janeiro situa-se a norte de Campos dos Goytacazes, até a divisa com o Espírito Santo, havendo uma segunda ocorrência importante entre Cabiúnas e Quissamã (todas partes fora da RH-VI).

Na RH-VI, há apenas ocorrências esparsas da unidade Barreiras, sobretudo em Armação dos Búzios, na face norte da falha da Ponta do Pai Vitório. Interessante que na região da Praia Rasa podem ser observados paredões de paleofalésias (Figura 3.67), ou seja, foram originados pela ação erosiva das ondas em um momento em que o nível relativo do mar se encontrava acima do atual. Também são correlatos à unidade Barreiras as cascalheiras que são vistas na colônia de pescadores da Praia Rasa (Figura 3.68).

Figura 3.68 - Exposição da Formação Barreiras (paelofalésias) desde a Estrada dos Búzios/Praia Rasa, Cabo Frio - UHP VI-g.

Figura 3.69 - Cascalheira ao lado da colônia de pescadores - Praia Rasa, Cabo Frio - UHP VI-g.

Depósitos sedimentares mais recentes (Quaternário/atualidade) compõem:

- Depósitos eólicos litorâneos (Q2el): areia quartzosa, inclusive em dunas, como os casos conhecidos de Peró (UHP VI-g) e de Cabo Frio (UHP VI-f) - Figura 3.70 a Figura 3.75. São de pequena extensão (9,1 km^2), mas se destacam como atrativo turístico.
- Depósitos litorâneos (Q2li) - 243,0 km^2 (7,2% do total da RH-VI): areias, eventualmente com conchas marinhas, argila, silte e matéria-orgânica em algumas porções; depósitos praiais marinhos ou lagunares e arredores (destaque nas porções sul da RH-VI -

sobretudo ao sul das lagoas de Araruama, Saquarema, entre outras - e leste da RH-VI - parte NE de Cabo Frio/Distrito de Tamoios e rumo a Rio das Ostras) - Figura 3.76 a Figura 3.80. Juntamente com as dunas, são um dos maiores atrativos turísticos da região, na forma de diversas praias.

Também se situam nestes terrenos as conhecidas salinas, os *beach rocks* (formados por blocos de arenitos, coquinas e conglomerados - patrimônio de interesse geológico e histórico) de Jaconé - Maricá/Saquarema (Figura 3.81 e Figura 3.82). tômbolos (faixas de areia desenvolvidas pela deposição por correntes litorâneas, como na Lagoa de Araruama, em São Pedro da Aldeia -Figura 3.83 e Figura 3.84), entre outras feições. Os depósitos litorâneos são de terrenos cuja alteração da paisagem é significativa (sobretudo pela crescente urbanização).

- Depósitos praiais arenosos antigos (< 1km^2) - Figura 3.85.
- Depósitos de pântanos e mangues (Q2pm) - 138,7 km^2: sedimentos como argila, silte e turfa, flúvio-lagunares e litorâneos indiscriminados, associados aos complexos ambientes litorâneos sujeitos à flutuação de marés, oxigenação e salinidade –Figura 3.86 a Figura 3.88. A localização e extensão desta unidade pode variar de trabalho para trabalho na literatura (a depender da escala, especialidade ou foco da publicação).
- Depósitos aluviais, recentes (Q2a) - 778,3 km^2 (23,0% da RH-VI): sedimentos nas margens, fundos de canal, barras arenosas e planícies de inundação de rios, além de areias, cascalheiras, siltes e argilas, resultantes de processos de erosão/transporte e deposição de sedimentos. Destacam-se nos cursos dos rios São João, Una, Capivari e Bacaxá, além de trechos dos cursos d´água da Aldeia Velha, Maratuã, Mato Grosso, Tingui, Seco, Ibicuíba, Limão, Salgado etc. (exemplos nas Figura 3.89 a Figura 3.94).

Figura 3.70 - Duna (Q2el) e a ocupação nos arredores (condomínio e demais construções urbanas) - Peró, Cabo Frio, UHP VI-g.

Figura 3.71 – Depósitos eólicos (Q2el) - Dunas de Cabo Frio (P.E. Costa do Sol), UHP VI-g.

Figura 3.72 – Dunas escalares (“escalam” superfícies em rampas a uma frente mais elevada) - Dunas de Peró (Q2el), Cabo Frio, UHP VI-g.

Figura 3.73 – Dunas frontais (correspondem a cordões arenosos paralelos à linha de praia) - Dunas de Peró (Q2el), Cabo Frio, UHP VI-g.

Figura 3.74 – Depósitos eólicos (Q2el)/praiais (Q2li), - Praia da Figueira - Arraial do Cabo (UHP VI-f).

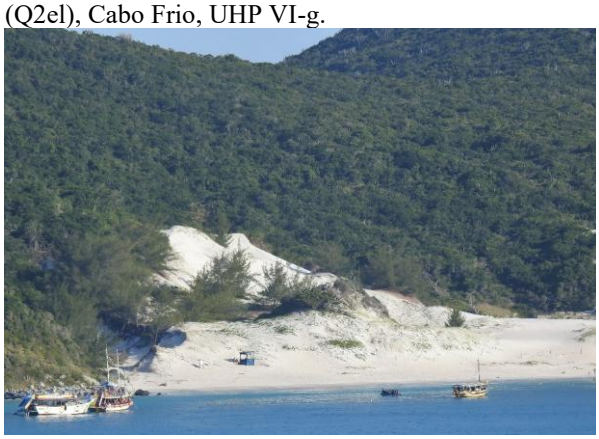


Figura 3.75 - Depósitos eólicos (Q2el)/praiais (Q2li) - Praia do Farol, Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo (UHP VI-f).

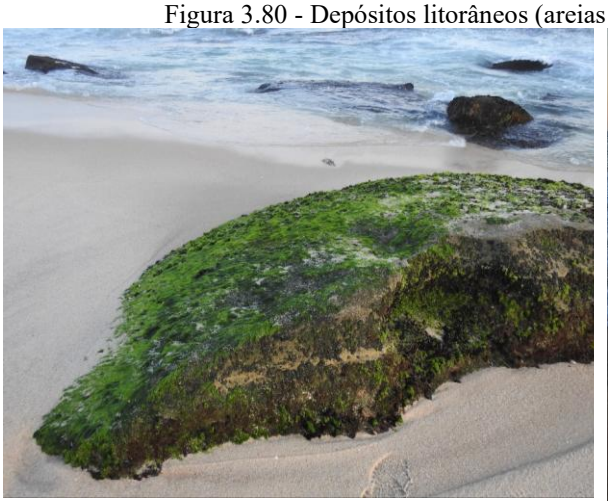
Figura 3.76 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia da Figueira - Arraial do Cabo (UHP VI-f).

Figura 3.77 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia em Rio das Ostras (UHP VI-b).

Figura 3.78 - Depósitos litorâneos (areias rosadas) - Q2li - Praia do Forno, Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 3.79 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li - Praia do Boqueirão/Saquarema (UHP VI-f).

Figura 3.80 - Depósitos litorâneos (areias de praia) - Q2li, Cabo Frio, UHP VI-f.



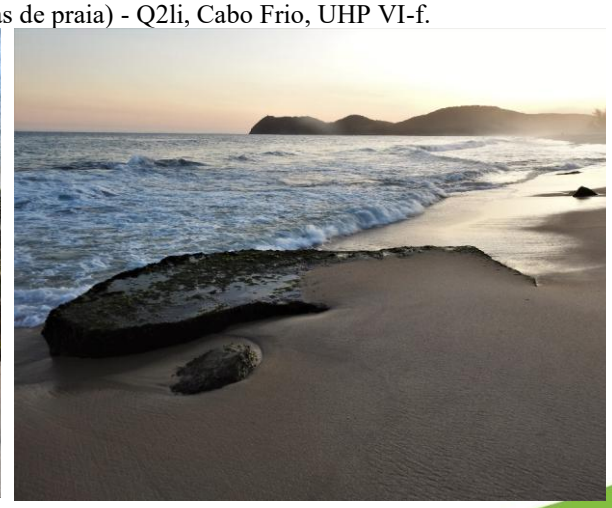


Figura 3.81 - *Beach rocks* - Praia de Jaconé (Maricá/Saquarema) - UHP VI-e.

Figura 3.82 - *Beach rocks* - Praia de Jaconé (Maricá/Saquarema) - UHP VI-e.

Figura 3.83 - Tômbolo (parcialmente visível) da Ilha da Ponta D'água (à esquerda) - faixa de areia (barra arenosa desenvolvida pela deposição de areia por correntes litorâneas), que adentra à Lagoa de Araruama e a conecta à Ilha da Ponta D'água - São Pedro da Aldeia; UHP VI-f.

Figura 3.84 - Tômbolo da Ilha da Ponta D'água - faixa de areia (barra arenosa desenvolvida pela deposição de areia por correntes litorâneas), que adentra à Lagoa de Araruama e a conecta à Ilha da Ponta D'água (melhor avistada em períodos de maré baixa) - São Pedro da Aldeia; UHP VI-f.

Figura 3.85 - Unidade Q1pr - praias antigas - Cabo Frio, UHP VI-g.

Figura 3.86 - Terrenos de mangues/pântanos (Q2pm) - Barra de São João (Casimiro de Abreu, limite com Cabo Frio/Tamoios), UHP VI-b.

Figura 3.87 - Canal ao lado de Cidade Beira Mar - Rio das Ostras, UHP VI-b.

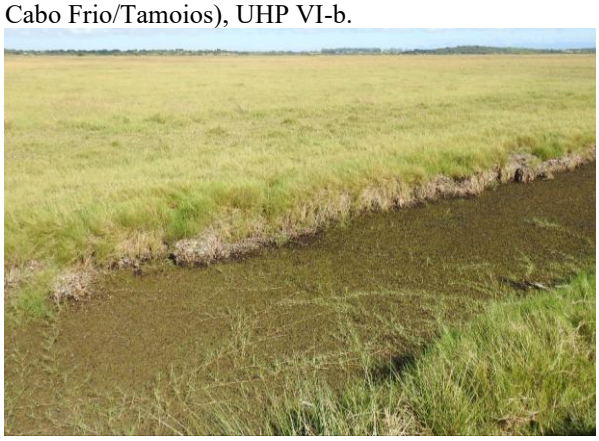


Figura 3.88 - Unidade Q2pm - canal em terreno de pântanos - Pântano da Malhada - vista desde Armação dos Búzios, UHP VI-d.

Figura 3.89 - Sedimentos na curva do rio Bacaxá (Q2a), em Rio Bonito (UHP VI-c).

Figura 3.90 - Terreno aluvionar - rio São João (Q2a), em Silva Jardim (UHP VI-a).

Figura 3.91 - Sedimentos em leito de riacho nas proximidades da cachoeira Macharet (Q2a), entre Silva Jardim e Casimiro de Abreu (UHP VI-b).

Figura 3.92 - Aluvião do rio da Aldeia Velha (Q2a) - UHP VI-b.

Figura 3.93 - Aluvião/várzea do rio Capivari (Q2a), Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 3.94 - Sedimentos - rio da Aldeia Velha (Q2a), UHP VI-b.

Além de ser base para o entendimento do meio físico e para o conhecimento dos aquíferos da região, a geologia possui geossítios de interesse científico e com potencial turístico, como aqueles locais indicados pelas propostas do projeto “Geoparque dos Costões e Lagunas do Rio de Janeiro” (compilados por MANSUR, 2010; CPRM, 2012b; BERLIM DO CARMO, 2017),

a maioria dos quais já ilustrados anteriormente. Ainda na região, foi registrada a passagem de naturalistas como Charles Darwin, em viagem pela região em 1832 (“Caminhos de Darwin”).

A CPRM (2016) sintetiza quatro principais roteiros geoturísticos na região: Roteiro das Lagunas e Salinas - desde Saquarema até Arraial do Cabo; Roteiro dos Costões e Dunas - Cabo Frio; Roteiro dos Costões e Praias - Armação dos Búzios e Cabo Frio; e Roteiro da Pré-História aos Viajantes - desde Araruama até Rio das Ostras (Figura 3.95).

Figura 3.95 - Mapa de localização dos quatro roteiros propostos para a Região dos Lagos.
Fonte: CPRM (2016).

Quanto às ocorrências geológicas com potencial para mineração, há, ao longo de quase toda RH-VI, atividades de pesquisa/busca de bens e extração de materiais utilizados na construção civil (areia, argila, saibro e rocha para brita), além dos concheiros (como na Lagoa de Araruama, fonte para extração de sal marinho ou obtenção de calcário para corretivo de solo) e outras ocorrências minerais (água mineral, monazita, turfa etc.) (CPRM, 2012a, 2016).

Dados fornecidos pela Agência Nacional de Mineração (ANM) indicam um complexo de poligonais registradas em mais de 1.000 processos minerários (1.093 poligonais, total ou parcialmente localizadas na RH-VI), alguns deles sobrepostos entre si (Figura 3.96), com a seguinte situação administrativa: autorização de pesquisa (577, ou 52,8% do total de processos); requerimento de pesquisa (145 - 13,3%); concessão de lavra (116 - 10,6%); licenciamento (88

- 8,1%); requerimento de lavra (55 - 5,0%); requerimento de licenciamento (51 - 4,7%); e números menores para demais categorias de fases catalogadas pela ANM (ANM, 2023).

Quanto aos bens ou substâncias minerais, destacam-se: areia (711 registros, em todas as UHPs, compondo mais de 500 km^2 de poligonais), saibro (135), granito (83), gnaisse (66), argilas (54) e água mineral (56); e números menores para os demais - água marinha (4), areia industrial (4), calcário conchífero/conchas calcárias (16), granada (1), ilmenita (1), minério de ouro (7), minério de tântalo (3 - Saquarema e Maricá), monazita (11 - Arraial do Cabo e Cabo Frio), sienito (3 - sobretudo no Morro São João, em Casimiro de Abreu) e turfa (14 - Araruama, Saquarema e Armação dos Búzios; sobretudo para insumo agrícola) (ANM, 2023).

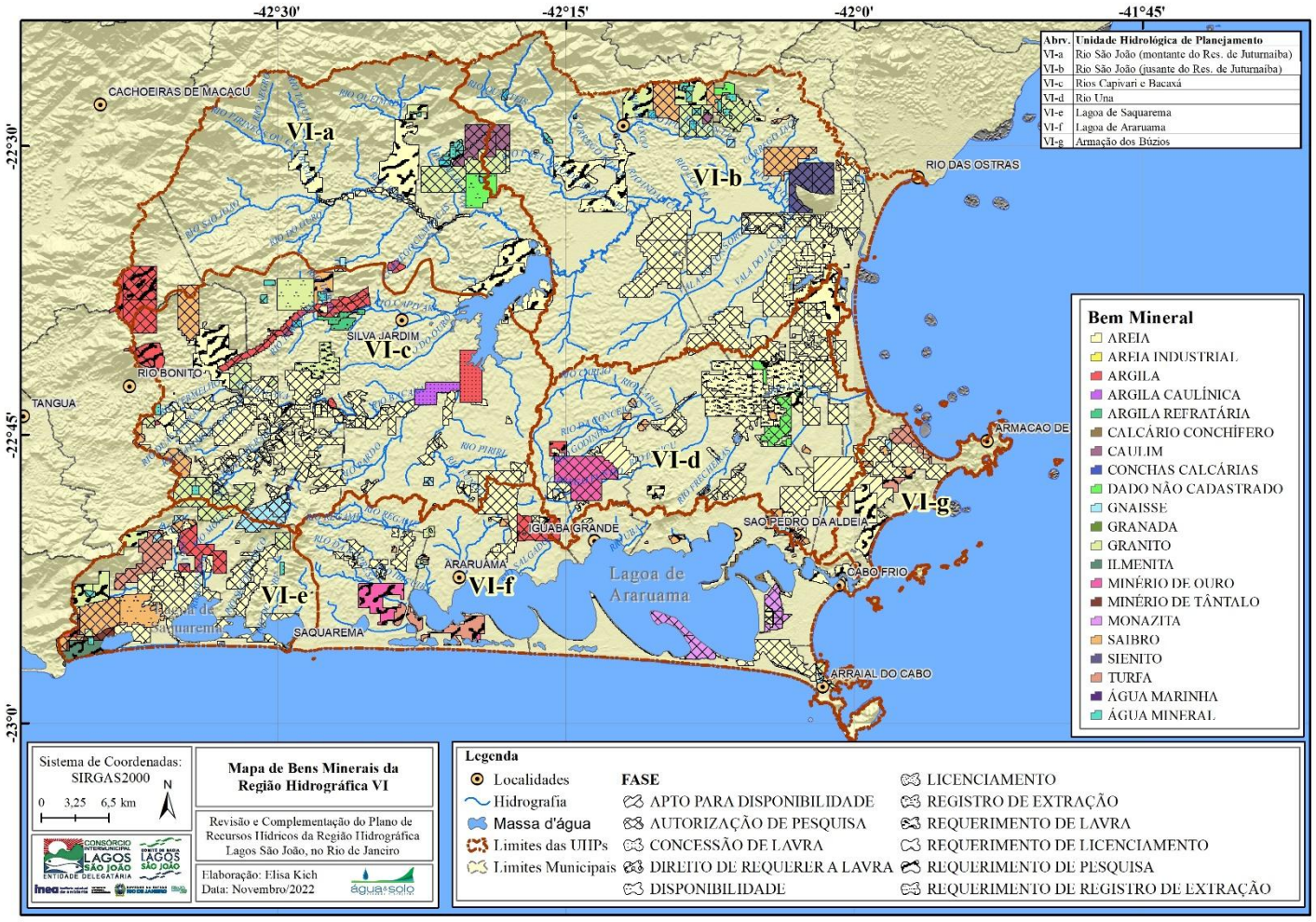


Figura 3.96 - Poligonais na RH-VI por substâncias minerais e fase de processo minerário junto à Agência Nacional de Mineração.
Fonte: Elaboração Própria

Uma síntese, por substância mineral, município e UHP, é apresentada na Tabela 3.12. O município de Rio das Ostras não apresentou registro de poligonais dentro da RH-VI.

Além de material para construção civil (areia, argila, granito, gnaisse, saibro etc.), revestimento (sobretudo granito), tais substâncias podem ser utilizadas como minerais industriais (incluindo areia, argila, caulim, granada, ilmenita, minérios de tântalo e monazitas) e outros fins.

A areia é extraída tanto de terrenos fluviais (leito dos rios e planícies aluvionares) e flúvio-lacustre-lacustrino, quanto de terrenos litorâneos (como no distrito de Tamoios, em Cabo Frio; e Beira-Mar, entre Rio das Ostras e Casimiro de Abreu).

Tabela 3.12 - Síntese de áreas de poligonais de substâncias minerais na RH-VI a partir da base de dados de processos junto à Agência Nacional de Mineração (ANM ,2023).

Município/ Substância	UHP							Total
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	
Araruama	**12,82**	**18,06**	**32,28**	**13,96**		**41,11**		**118,23**
Areia	12,82	18,06	25,73	3,49		25,41		85,51
Argila			4,78	3,41		6,26		14,45
Argila caulínica			1,09					1,09
Gnaisse			0,68			0,37		1,04
Granito						1,06		1,06
Minério de ouro				6,60		0,40		7,00
Saibro				0,46		0,72		1,18
Turfa						6,89		6,89
Armação Dos Búzios				**4,21**			**43,72**	**47,92**
Areia				4,20			35,14	39,34
Gnaisse							1,00	1,00
Saibro				0,00			1,64	1,64
Turfa							5,94	5,94
Arraial Do Cabo						**88,04**		**88,04**
Areia						71,45		71,45
Conchas calcárias						1,79		1,79
Gnaisse						0,42		0,42
Granito						1,34		1,34
Monazita						13,04		13,04
Cabo Frio		**83,32**		**85,65**		**28,89**	**10,34**	**208,19**
Areia		82,33		78,85		13,37	10,11	184,66
Areia industrial		0,99						0,99
Calcário conchífero						10,08		10,08
Dado não cadastrado				5,44				5,44
Monazita						5,29		5,29
Saibro				1,36		0,14	0,23	1,73
Cachoeiras De Macacu	**29,67**		**3,42**					**33,10**

Município/ Substância	UHP							Total
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	
Argila	28,91		3,39					32,30
Saibro	0,76		0,04					0,80
Casimiro De Abreu		**122,34**						**122,34**
Água mineral		5,33						5,33
Areia		53,97						53,97
Caulim		0,76						0,76
Dado não cadastrado		1,48						1,48
Gnaisse		0,50						0,50
Granito		26,91						26,91
Saibro		20,49						20,49
Sienito		12,91						12,91
Iguaba Grande				**7,62**		**0,71**		**8,32**
Areia				1,43		0,67		2,10
Minério de ouro				6,19				6,19
Saibro						0,03		0,03
Maricá					**16,52**			**16,52**
Água mineral					0,35			0,35
Areia					0,77			0,77
Argila					0,73			0,73
Granito					0,51			0,51
Ilmenita					4,83			4,83
Minério de tântalo					3,56			3,56
Saibro					5,76			5,76
Rio Bonito	**0,66**		**153,36**		**0,25**			**154,27**
Água mineral			1,11					1,11
Areia			98,26					98,26
Argila	0,07		13,41					13,48
Gnaisse			9,22		0,11			9,33
Granito			17,99		0,13			18,12
Saibro	0,59		13,38					13,97
São Pedro Da Aldeia		**3,14**		**81,28**		**41,51**		**125,93**
Água marinha				0,02		0,32		0,34
Areia		3,14		64,14		0,61		67,89
Calcário Conchífero						8,43		8,43
Conchas calcárias						29,50		29,50
Dado não cadastrado				3,47				3,47
Gnaisse				2,01		0,78		2,79
Granito				0,09		0,14		0,23
Minério de ouro				4,88				4,88
Saibro				6,68		1,72		8,40
Saquarema			**0,70**		**134,46**	**23,66**		**158,82**

Município/ Substância	UHP							Total
	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	
Água Mineral					1,09			1,09
Areia					72,35	9,54		81,89
Argila					9,96			9,96
Gnaisse			0,34		4,44	0,20		4,99
Granito			0,36		17,99	0,28		18,64
Minério de ouro						9,83		9,83
Minério de tântalo					0,12			0,12
Saibro					16,92	1,35		18,27
Turfa					11,58	2,46		14,04
Silva Jardim	**84,65**	**23,82**	**71,89**					**180,36**
Água mineral	3,58	0,31	2,00					5,88
Areia	51,14	11,97	22,85					85,96
Argila	1,25		17,16					18,41
Argila caulínica			4,49					4,49
Argila refratária			3,60					3,60
Caulim	7,46	5,24						12,70
Dado não cadastrado	6,00	1,67						7,66
Gnaisse	0,71		0,29					1,00
Granada	0,11							0,11
Granito	14,41	4,51	17,86					36,78
Saibro		0,13	3,63					3,77

CPRM (2012a) menciona algumas águas minerais na RH-VI e suas características: da marca AcquaZally - rochas do Grupo Búzios-Palmital -, em Saquarema (classificada como fluoretada, litinada - Li, vanádica - V e hipotermal na fonte); e Vale do Sol/Princesinha de Macaé - extraída de rochas do Grupo São Fidelis em Silva Jardim (classificada como fluoretada).

Os levantamentos de processos junto à ANM indicam 56 poligonais para "água mineral", com finalidade de uso em "engarrafamento", em sua maioria como "concessão de lavra" (25) ou "autorização de pesquisa" (24). Estão nos municípios de Casimiro de Abreu, Maricá, Rio Bonito, Saquarema e Silva Jardim (ANM, 2023), associadas a terrenos cristalinos interioranos, ígneo-metamórficos, sem informações sobre características e classificação como água mineral.

A temática de água mineral é área de interface com a de recursos hídricos, com regulações específicas atribuídas à ANM (e ao antigo Departamento Nacional de Produção Mineral) e ANVISA. Trata-se de água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. Caracterizada pelo conteúdo definido de determinados sais minerais,

oligoelementos (elementos-traço) e outros constituintes considerando as flutuações naturais. As classificações fundamentais, atreladas à composição química das águas e/ou características das fontes, remotam ao "Código de Águas Minerais", de 1945, que posteriormente foram sendo acrescidas de instrumentos visando regular áreas de proteção das fontes de águas minerais, engarrafamento, rotulagem, aspectos sanitários e de saúde pública, entre outras questões.

No caso de fontes, merece destaque a conhecida Fonte do Itajuru, na área urbana (sede) de Cabo Frio, que, segundo DAMASCENO (2005) in MANSUR (2010) já era utilizada pelos índios tupinambás mesmo antes da chegada dos portugueses à região, no início do século XVI. Trata-se de uma fonte em cordão arenoso (terreno sedimentar costeiro), que atendeu a cidade ao longo dos séculos; sua atual captação, mandada construir por D. Pedro II, é patrimônio municipal e parque aberto à visitação (Figura 3.97).

Figura 3.97 - Fonte Itajuru - Cabo Frio.
Fonte: PREFEITURA DE CABO FRIO (2023).

3.1.5 Geomorfologia

3.1.5.1 Relevo

A RH VI - Lagos São João possui um relevo variado, caracterizado por baixas altitudes, chegando ao nível do mar, nas regiões costeiras, e altas altitudes, principalmente no noroeste da RH-VI, com valores de altitude chegando a 1.745m.

Conforme a Figura 3.98, gerada através do Modelo Digital de Elevação do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 metros, na região costeira predominam as planícies de baixas altitudes, presentes nas UHPs da Lagoa de Araruama, do Rio Una e de Armação de Búzios. Essa região corresponde a uma antiga superfície de erosão baixa e ondulada com presença de baixadas e restingas (RIO DE JANEIRO, 2017). Nessas

áreas pode-se observar áreas de dunas, restingas e cordões arenosos, formados sob forte influência da ação marítma e eólica na região (BASTOS e NAPOLEÃO, 2011).

Na região central, partindo do rio São João, passando pelos rios Capivari e Bacaxá até próximo das lagoas de Saquarema e Araruama é identificado um relevo intermediário e variado, com a presença de planaltos, colinas dispersas e montanhas e maciços isolados (RIO DE JANEIRO, 2017).

As maiores altitudes (acima de 500m) são observadas nas UHPs VI-a, VI-b, VI-c e VI-e. Essas maiores elevações, que se aproximam da Serra do Mar, são observadas à norte e oeste da RH-VI, nas serras de São João, Santana, Boa Vista e Taquaruçu e correspondem a um maciço montanhoso íngreme.

Entre as montanhas e maciços isolados, destaca-se a presença na UHP do rio São João a jusante do Reservatório de Juturnaíba, chamado de Morro São João. Ele está localizado à norte do rio São João, perto da sua foz, e à leste do município de Rio das Ostras. Ele é caracterizado como um maciço alcalino de elevação abrupta, com altitude próxima de 800, e contorno arredondado (ALMEIDA, 2016). No item anterior, Geologia, é apresentada a descrição sobre sua formação geológica.

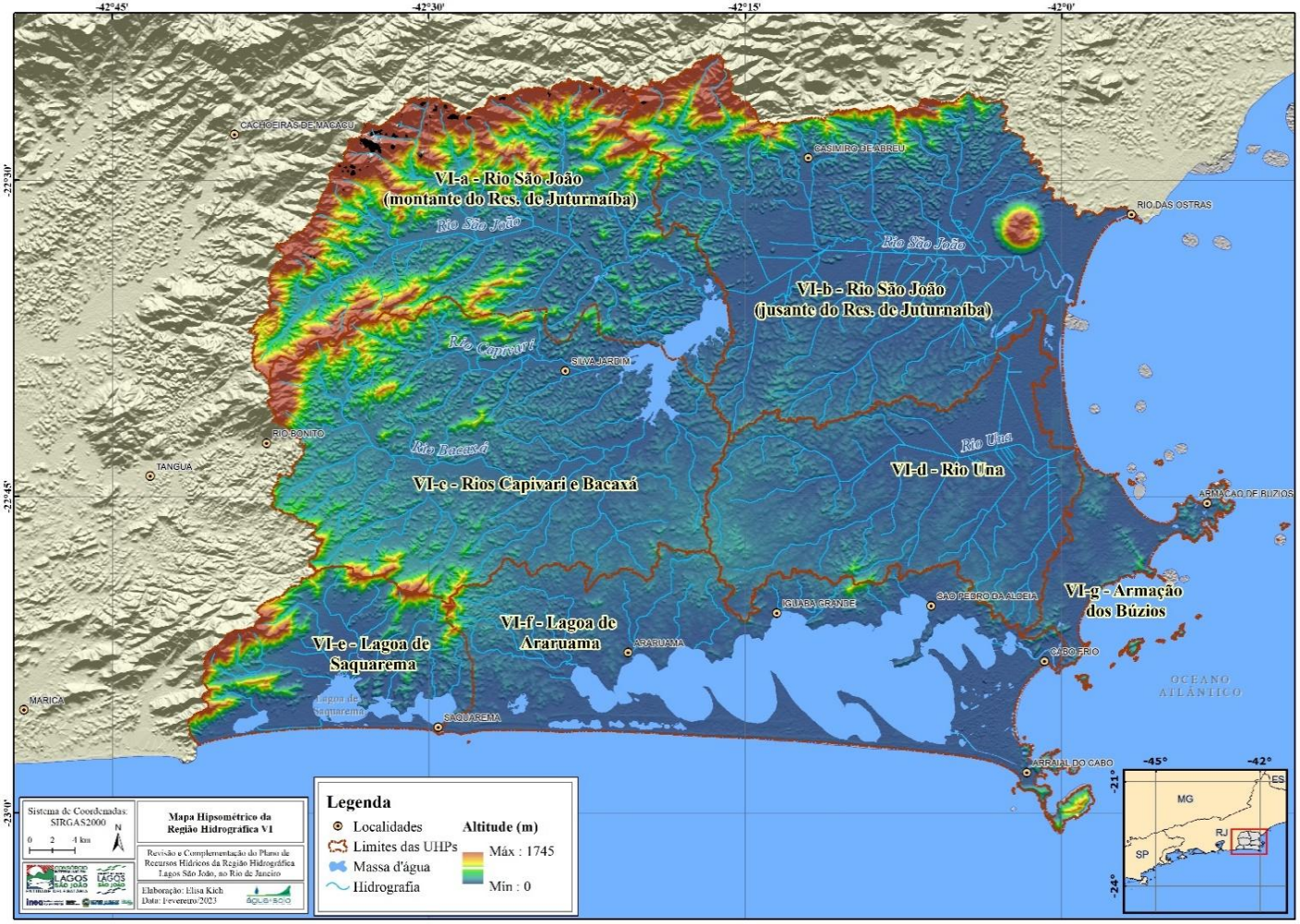


Figura 3.98 - Mapa de hipsometria da Região Hidrográfica VI
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.5.2 Declividade

A análise de declividade é realizada com base na variação de relevo identificada em cada local e classificada de acordo com as divisões estabelecidas na Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos (EMBRAPA, 1979). A declividade da região, diretamente influenciada pela topografia e pela hidrografia, varia de plano (0 a 3%) a escarpado (>75%).

As menores declividades, de classes plano (0 a 3%) e suave ondulado (3 a 8%), conforme a Figura 3.99, são identificadas nos entornos dos corpos hídricos como os rios São João, Una, Capivari, Bacaxá, os seus afluentes. Nas regiões costeiras estão entre as lagoas de Saquarema e Araruama e o mar, além da costa leste entre Cabo Frio e Arraial do Cabo e entre Armação de Búzios e Rio das Ostras.

As declividades intermediárias, classificadas como ondulado (8 a 20%) e forte ondulado (20 a 45%), são observadas em todas as UHPs da RH-VI, principalmente entre os cursos d'água. Destaca-se também a sua presença nas penínsulas de Arraial do Cabo e Armação de Búzios e na Ilha do Farol.

Já as maiores declividades, de classificação montanhoso (45 a 75%) e escarpado (>75%) foram identificadas nas regiões de alto relevo do noroeste da RH-VI, nos divisores de água entre os rios São João e Rio Capivari, entre o Rio Capivari e o Rio Bacaxá e entre o Rio Bacaxá e a Lagoa de Saquarema. Essas declividades também estão presentes à oeste da Lagoa de Saquarema, em uma região entre Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia e no Morro São João em Casimiro de Abreu.

A UHP VI-a Rio São João (montante do Res. De Juturnaíba) é a região com as maiores declividades, influenciadas principalmente pela presença do rio São João e pelas montanhas da Serra do Mar. Já as UHPs VI-b Rio São João (jusante do Res. de Juturnaíba), VI-d Rio Una, VI-g Armação dos Búzios e VI-f Lagoa de Araruama apresentam as menores declividades.

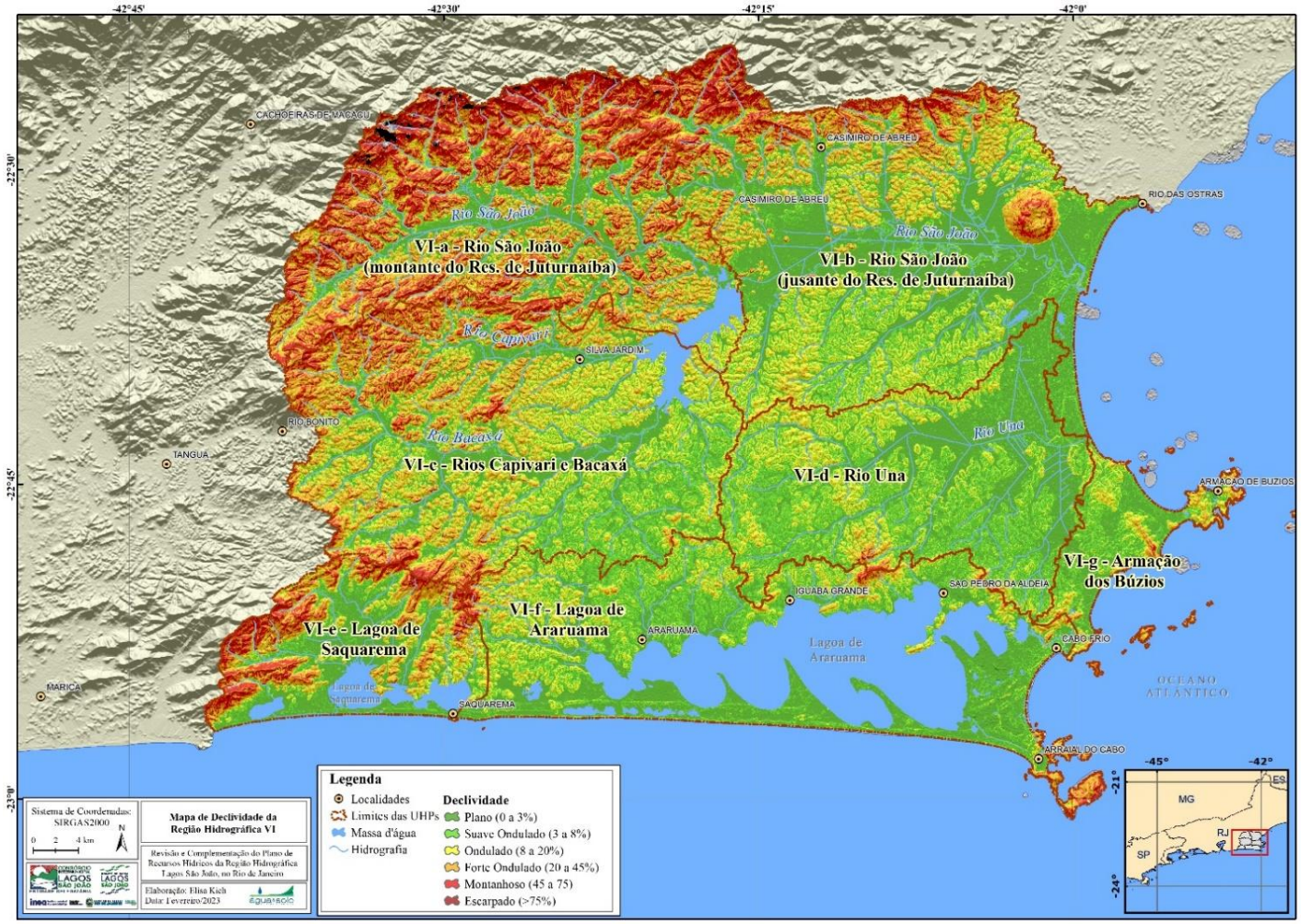


Figura 3.99 - Mapa de declividade da Região Hidrográfica VI
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.5.3 Feições Geomorfológicas

A classificação das feições geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro elaborada pelo INEA em 2011, compartimentou a geomorfologia com base na topografia e na amplitude altimétrica. A Região Hidrográfica VI apresenta todas as 06 feições geomorfológicas presentes no Estado do Rio de Janeiro, entre elas uma feição geomorfológica costeira: os cordões arenosos, dunas e restingas; e cinco feições geomorfológicas continentais: as colinas; os morros; as planícies fluviais e fluvio-marinhas; as serras escarpadas e as serras isoladas e locais, conforme a Figura 3.100 (INEA, 2011).

Os cordões arenosos, dunas e restingas ocorrem nas regiões litorâneas a sul e leste da RH-VI. As duas UHPs com maior ocorrência são a da Armação de Búzios e da Lagoa de Araruama. Há ainda presença pontual dessa feição nas UHPs da Lagoa de Saquarema, do Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba) e do Rio Una.

Entre as feições geomorfológicas continentais, a mais abrangente na região é a de planícies fluviais e fluvio-marinhas, com presença considerável em todas as UHPs. Ela se caracteriza como um terraço com altitudes menores que 20m formada pelo transporte de sedimentos pelo curso dos rios e da ação marítma (DANTAS, 2000). Destacam-se as regiões da Lagoa de Saquarema e do Rio Una, com mais de 80% do seu território nesta feição.

As colinas estão presentes majoritariamente na faixa central da RH-VI e em todas as UHPs, com ocorrências pontuais próximo a Armação de Búzios e entre a Lagoa de Saquarema e a Lagoa de Araruama. Elas possuem altimetria variando de 20m a 100m.

Os morros, que variam de 100m a 200m de altitude, estão concentrados nas faixas norte e oeste da Região Hidrográfica, justamente onde começa a ocorrer o aumento de altitude. Pode-se identificar alguns pontos de ocorrência entre a UHP da Lagoa de Araruama e as UHPs do Rio Una e dos Rios Capivari e Bacaxá.

Em locais onde a altitude começa a se elevar, como no noroeste da RH-VI, é identificada a feição de serras isoladas e locais, que varia de 200m a 400m. As duas UHPs com maior ocorrência são a UHP VI-a e VI-e.

Por fim, a feição de maior altitude, de serras escarpadas que fica acima de 400m é amplamente identificada no noroeste da RH VI, com grande ocorrência na UHP VI-a, mas também na UHP da Lagoa de Saquarema e no Morro São João em Casimiro de Abreu (UHP VI-b). A distribuição das feições geomorfológicas em cada UHP está descrita na Tabela 3.13.

Tabela 3.13 - Feições Geomorfológicas presentes em cada UHP da RH-VI.

UHP	Feições Geomorfológicas					
	Planícies fluviais e fluvio-marinhas	Colinas	Serras escarpadas	Serras isoladas e locais	Morros	Cordões arenosos, dunas e restingas
VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	29,46%	7,27%	36,23%	16,09%	10,95%	0,00%
VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	65,98%	14,54%	9,00%	5,51%	3,36%	1,60%
VI - c: Rios Capivari e Bacaxá	56,67%	18,88%	8,43%	5,38%	10,65%	0,00%
VI - d: Rio Una	82,38%	14,05%	0,00%	0,57%	1,23%	1,77%
VI - e: Lagoa de Saquarema	53,00%	7,78%	20,14%	10,66%	6,55%	1,87%
VI - f: Lagoa de Araruama	84,70%	6,72%	0,20%	1,52%	0,99%	5,87%
VI - g: Armação dos Búzios	54,84%	15,77%	0,00%	0,00%	3,12%	26,27%
TOTAL DA REGIÃO HIDROGRÁFICA VI	62,26%	12,24%	11,28%	6,13%	5,63%	2,47%

Figura 3.100 - Mapa de feições geomorfológicas da Região Hidrográfica VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.5.4 Unidades Geomorfológicas

Considerando a classificação geomorfológica segundo o Mapa de Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro (DANTAS, 2000), a Região Hidrográfica Lagos São João é composta por seis unidades morfoesculturais distintas pertencentes a duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozoicas. Esta abordagem da CPRM, diferente da proposta pelo INEA, leva em consideração os sistemas de relevo, a localização geográfica e as variações morfológicas, como a amplitude altimétrica, o gradiente, a geometria de topos e vertentes, a densidade e o padrão de drenagem além de coberturas inconsolidadas (DANTAS, 2000).

No domínio morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, conforme a Figura 3.101, são identificados os domínios morfoesculturais de Maciços Costeiros e Interiores, Maciços Intrusivos Alcalinos, Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas e Escarpas Serranas com representação nas unidades geomorfológicas de Maciços do Morro do Coco, Maciços de Tanguá e Rio Bonito, Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense e Escarpa da Serra do Mar, respectivamente. Já no domínio morfoestrutural das Bacias Sedimentares do Cenozoico é identificado o domínio morfoescultural de Planícies Fluvio-marinhas (Baixadas) com representação nas unidades da Baixada do rio São João e na Baixada da Região dos Lagos.

Conforme a Tabela 3.14, a unidade geomorfológica mais presente na RH-VI é a da Superfície Aplainada da Região dos Lagos. Ela cobre grande parte de todas as UHPs e quase a totalidade da UHP VI-g Armação de Búzios. O segundo domínio morfoescultural com maior representação na área é o de Planícies Fluviomarinhas (baixadas), representado pela unidade da Baixada do rio São João, no noroeste da RH-VI e pela Baixada da Região dos Lagos na região sul.

As escarpas serranas são identificadas no noroeste da Região Hidrográfica, com presença das unidades geomorfológicas do Espigão das serras de Santana e Botija e Escarpa das serras de Macaé, Macabu e Imbé. No domínio morfoescultural dos maciços costeiros e inferiores, identificados no sudoeste da RH-VI, é identificada a unidade dos maciços da região dos lagos. Considerando os Maciços Intrusivos Alcalinos, destacam-se as unidades geomorfológicas do Morro de São João, da Ilha de Cabo Frio e os Maciços de Tanguá e Rio Bonito.

Comparando a classificação geomorfológica estabelecida pelo INEA/RJ para a região hidrográfica de Lagos São João e descrita no item Feições Geomorfológicas com a classificação

estabelecida pela CPRM e descrita neste item, observa-se considerável semelhança, principalmente em relação a diferença entre as áreas montanhosas e planas, no entorno dos corpos hídricos.

Tabela 3.14 - Unidades Geomorfológicas presentes em cada UHP da RH-VI.

UHP	Domínio Morfoescultural				
	Superfícies Aplainadas nas Baixadas Litorâneas	Planícies Fluviomarinhas (Baixadas)	Escarpas Serranas	Maciços Costeiros e Interiores	Maciços Intrusivos Alcalinos
VI - a: Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (21.42%)	Baixada do Rio São João (16.80%)	Espigão das serras de Santana e Botija; Escarpa das serras de Macaé, Macabu e Imbé (61.45%)	0.00%	Maciços de Tanguá e Rio Bonito (0.33%)
VI - b: Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	Superfície Aplainada do Litoral Leste Fluminense; Superfície Aplainada da Região dos Lagos (42.12%)	Baixada do Rio São João (39.49%)	Escarpa das serras de Macaé, Macabu e Imbé (16.41%)	0.00%	Morro de São João (1.98%)
VI - c: Rios Capivari e Bacaxá	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (84.30%)	0.00%	Espigão das serras de Santana e Botija (9.11%)	Maciços da Região dos Lagos (3.79%)	Maciços de Tanguá e Rio Bonito (2.81%)
VI - d: Rio Una	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (66.68%)	Baixada do Rio São João (33.32%)	0.00%	0.00%	0.00%
VI - e: Lagoa de Saquarema	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (6.05%)	Baixadas da Região dos Lagos (53.77%)	0.00%	Maciços da Região dos Lagos (40.18%)	0.00%
VI - f: Lagoa de Araruama	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (66.49%)	Baixadas da Região dos Lagos (31.11%)	0.00%	Maciços da Região dos Lagos (1.33%)	Ilha de Cabo Frio (1.07%)
VI - g: Armação dos Búzios	Superfície Aplainada da Região dos Lagos (93.21%)	Baixada do Rio São João (6.79%)	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL DA RH-VI	53.08%	24.90%	17.05%	3.69%	1.28%

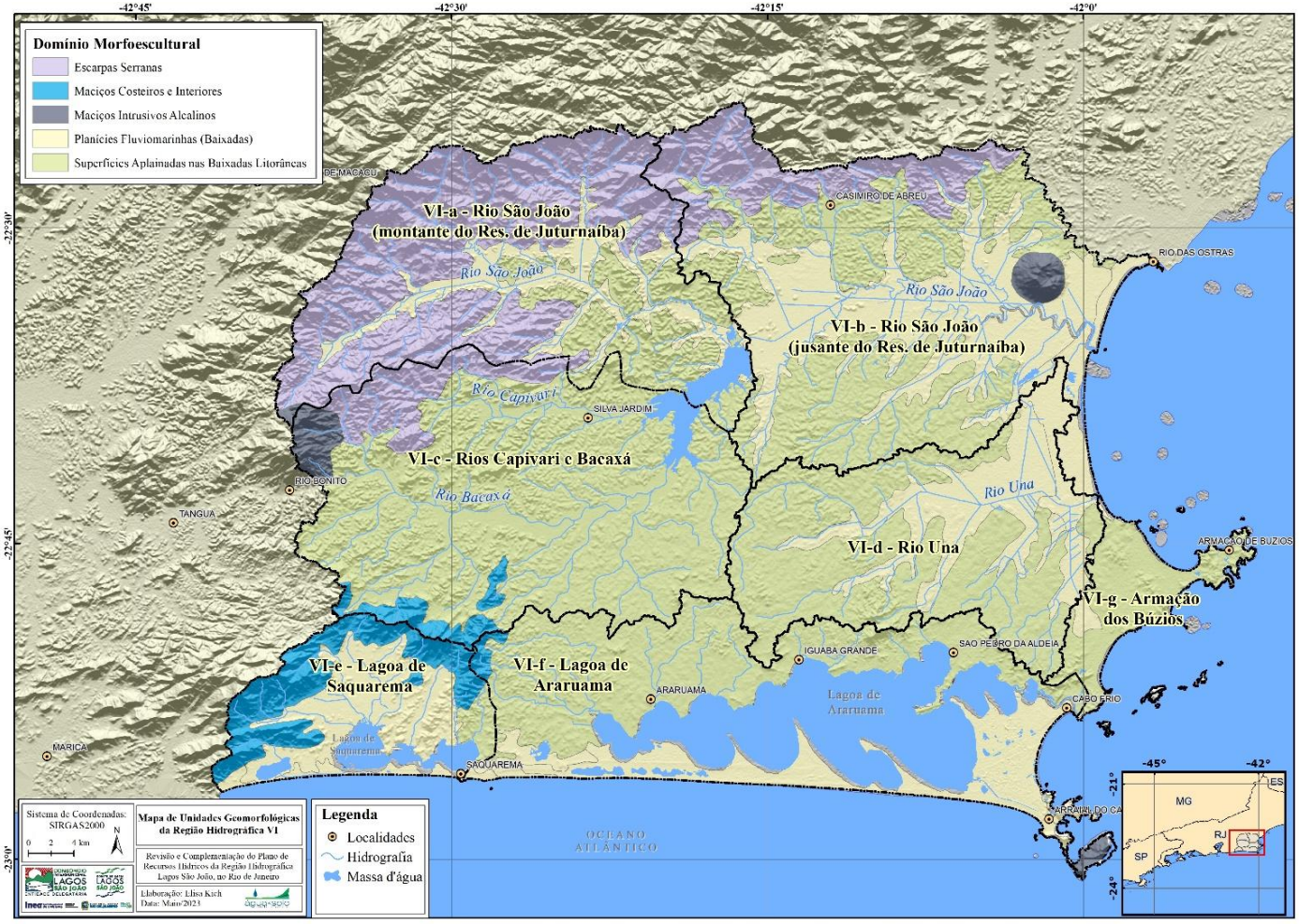


Figura 3.101 - Mapa de domínio morfoescultural da Região Hidrográfica VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.6 Hidrogeologia

Água subterrânea é um recurso hídrico limitado que tem relação com: geologia (tipos e características das rochas/solo e estruturas geológicas) e relevo (geomorfologia); interações hidráulicas (condições de infiltração no solo e de circulação de água dentro dos aquíferos; interações águas atmosféricas - subterrâneas - superficiais; relações entre aquíferos) e clima (sobretudo quantidade e distribuição das chuvas), ciclo das águas e sob influência da ação humana. Seu uso é efetuado a partir da extração (explotação) via captações (poços).

Aquífero é uma unidade geológica qualquer com capacidade de armazenar e transmitir (circular) águas subterrâneas, através de vazios (poros, fraturas/fissuras etc. nas rochas/solos), possibilitando seu aproveitamento como recurso hídrico.

Entre as características dos aquíferos, está o volume de espaços vazios das rochas/solos, porosidade e a conexão entre eles para que a água possa circular, permeabilidade. A Figura 3.102 ilustra os principais tipos de porosidade associados aos aquíferos presentes na RH-VI, sendo a intergranular em terrenos sedimentares (litorâneos e de aluviões) ou ainda nas porções de rocha alterada (manto de intemperismo); e a fissural, em rochas ígneas ou metamórficas.

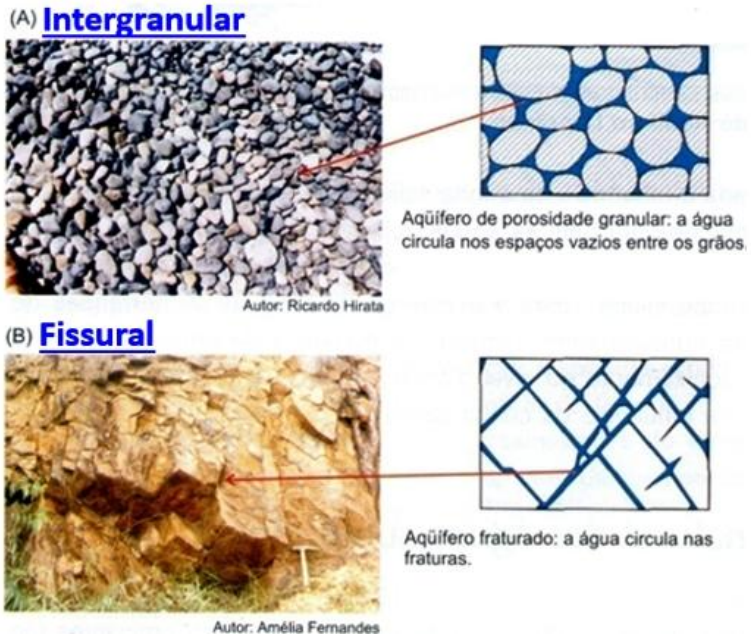


Figura 3.102 - Tipos principais de porosidade nos aquíferos.
Fonte: TEIXEIRA et al. (2009).

A cartografia hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro inclui levantamentos históricos como o de "favorabilidade hidrogeológica" (CPRM, 2001), em escala 1:500.000. O recorte para a RH-VI é apresentado na Figura 3.103 (imagem a partir do formato/resolução disponível), mostrando características mediana a baixa ou desfavorável (cristalino); e, na parte sedimentar, com favorabilidade restritiva nos sistemas litorâneos (águas salinizadas ou ferruginosas).

SISTEMAS AQÜÍFEROS SEDIMENTARES

	Formação Barreiras: Argilas lateríticas, e areias com óxido de ferro, sobrepostas ao embasamento cristalino. Aqüíferos livres, pouco produtivos, vazões máximas na ordem de 2m³/h e capacidade específica média de 0,33m³/h/m. Águas normalmente ferruginosas.
	Aluvio-Lacustre: Areias e argilas intercaladas com matéria orgânica, intensa variação composicional. Aqüíferos livres, sobrepostos tanto ao embasamento cristalino quanto a sedimentos mais antigos. Espessuras em torno de 20m, com importância hidrogeológica local. Podem atingir localmente espessuras da ordem de 100m, como nos aluviões dos rios Macacu, Guandú, Guapiaçu, Macaé e Iguaçu tendo um maior potencial, vazões superiores a 10m³/h. Água normalmente de boa qualidade a levemente ferruginosa.
	Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos: Areias razoavelmente selecionadas, com matriz síltica a argilosa, granulometria fina a grossa. Aqüíferos livres, rasos e normalmente salinizados. Aproveitamento restrito.
	Argilas Orgânicas Costeiras: Sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, restritos a ambientes de manguezais. Águas salinas com altos teores de ferro e cloretos, sem condições para utilização da água subterrânea.

SISTEMA AQÜÍFERO CRISTALINO

FAVORABILIDADE	VAZÕES ESTIMADAS	RELEVO	SOLOS
Alta a muito alta	Vazões maiores que 5m³/h. Podem atingir valores da ordem de 60m³/h em alguns locais.	Rebaixado com ondulações suaves. Planícies aluviais.	Geralmente espessos e muito permeáveis.
Mediana	Vazões variando entre 1 e 5m³/h.	Moderadamente ondulado (Talvegues nas áreas serranas).	Localmente espessos e de permeabilidade média a elevada.
Baixa	Vazões menores que 1m³/h.	Fortemente ondulado (Encostas).	Pouco espessos. Localmente ausentes.
Desfavorável		Escarpas.	Pouco espessos. Normalmente ausentes.

Figura 3.103 - Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Rio de Janeiro na RH-VI.
Fonte: CPRM (2001).

Outra publicação estadual é o mapa de "domínios hidrogeológico" (DRM, 2006), que mostra os domínios Quaternário e Pré-Cambriano na RH-VI (Figura 3.103).

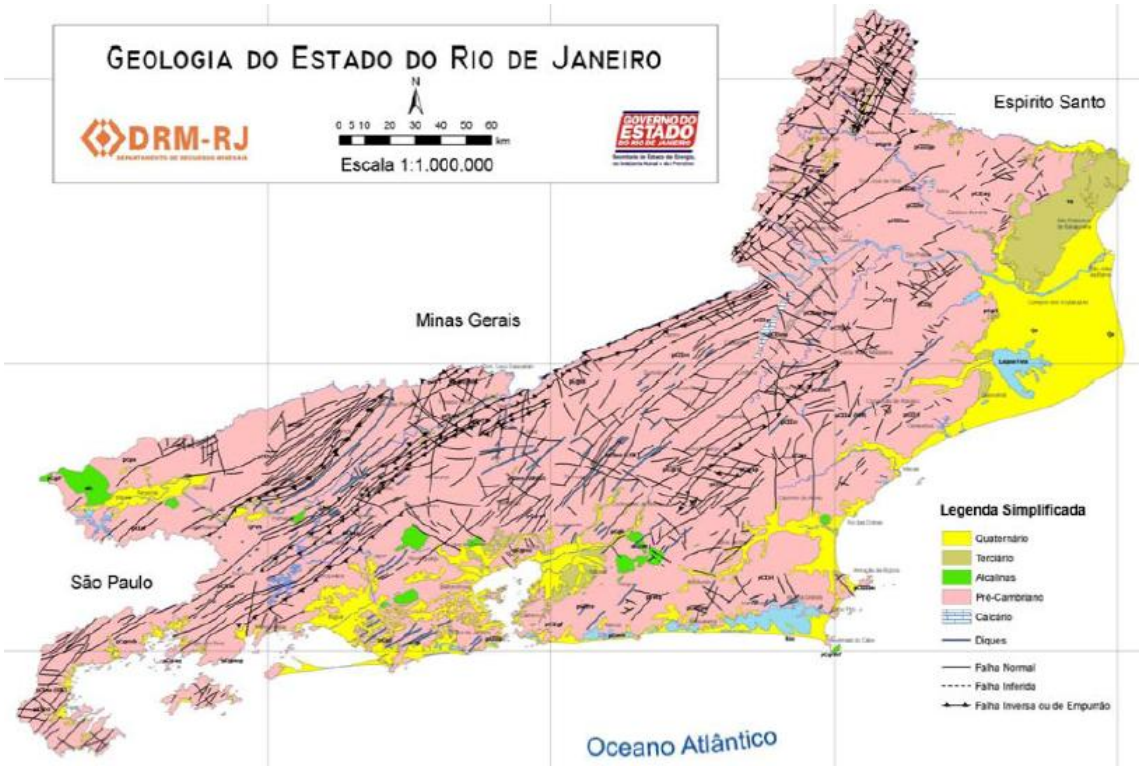


Figura 3.104 - Mapa de Domínios hidrogeológicos do Rio de Janeiro.
Fonte: DRM (2006).

Uma das publicações mais recentes é o Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio de Janeiro, em escala 1:400.000 (CPRM, 2021), o qual aplica cartografia em classes de produtividade, com uso de nomenclatura (em cores) da Associação Internacional de Hidrogeologia (IAH), na distinção entre aquíferos intergranulares (em azul) e fraturados (em verde). A tonalidade mais forte de azul ou verde indica maior produtividade, sendo que unidades não aquíferas são representadas em marrom. Adota classes de produtividade após avaliação de dados como: capacidade específica (Q/s), transmissividade (T), condutividade hidráulica (K) e vazão (Q), com faixas de variação em seis classes (1 a 6).

O recorte para a RH-VI é apresentado na Figura 3.105. O descritivo da produtividade das classes presentes na RH-VI (5 e 6) é mostrado na Tabela 3.15. E os percetuais em área por UHP e por município são apresentados na Tabela 3.16 e Tabela 3.17 - estes números indicam amplo predomínio de produtividade variando de geralmente muito baixa a localmente baixa (91,9%).

Figura 3.105 - Mapa hidrogeológico - Classes de produtividade (CPRM).
Fonte: CPRM (2021).

Tabela 3.15 - Caracterização hidráulica das classes de produtividade (CPRM ,2021).

Classe	Q/s (m³/h)/m	T (m²/s)	K (m/s)	Q (m³/h)	Produtividade
5	$0,04 \leq Q/s < 0,4$	$10^{-6} \leq T < 10^{-5}$	$10^{-8} \leq T < 10^{-7}$	$1 \leq Q < 10$	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.
6	$< 0,04$	$< 10^{-6}$	$< 10^{-8}$	< 1	Pouco produtiva ou não aquífera: fornecimentos de água insignificantes. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais.

Tabela 3.16 - Classes de produtividade por município, em km² (CPRM ,2021)

Município	Classe de produtividade (%)	
	5	6
Araruama	98,0	2,0
Armação dos Búzios	58,0	42,0
Arraial do Cabo	99,9	0,1
Cabo Frio	91,4	8,6
Cachoeiras de Macacu	97,9	2,1
Casimiro de Abreu	92,8	7,2
Iguaba Grande	100,0	0,0
Maricá	78,4	21,6
Rio Bonito	99,0	1,0
Rio das Ostras	100,0	0,0
São Pedro da Aldeia	89,0	11,0
Saquarema	87,8	12,2
Silva Jardim	89,5	10,5
RH-VI	91,9	8,1

Tabela 3.17 - Classes de produtividade por UHP, em km² (CPRM ,2021)

UHP	Classe de produtividade (%)	
	5	6
VI-a	85,9	14,1
VI-b	94,6	5,4
VI-c	99,7	0,3
VI-d	89,1	10,9
VI-e	88,0	12,0
VI-f	93,6	6,4
VI-g	61,6	38,4

Do ponto de vista cartográfico, é possível associar as unidades geológicas Q2pm, Q2el, Q2li, Q1pr e Nb (descritas no Geologia), como tipicamente litorâneas; e a unidade geológica Q2a, de terrenos predominantemente aluvionares. No entanto, devido à falta de detalhes nos descritivos

geológicos (notadamente em subsuperfície - descritivos geológicos em perfil de poços e sondagens, camadas ou fácies geológica); à inexistência de diagnósticos hidrogeológicos mais sistemáticos; à inexistência de rede e ausência de monitoramento (quanti-qualitativo) das águas subterrâneas e de entendimento mais aprofundado na área de interface/influência/variação continente/marinho-salina (que, no caso dos aquíferos, não é meramente uma interface litológica, mas litológico-faciológica-estrutural-hidrogeoquímica e em função da dinâmica hídrico-marina na região), estes dois conjuntos foram reunidos, no momento atual, no Domínio Sedimentar.

De forma análoga, os litotipos aflorantes ígneos e metamórficos, os quais também podem ter variações as quais demandam estudos geológico-estruturais mais aprofundados não existentes, foram reunidos no Domínio Cristalino (principalmente com porosidade de fissural ou de fraturas). O mapa resultante é apresentado na Figura 3.106.

A síntese da correlação entre os principais domínios hidrogeológicos aflorantes e os mapas e levantamentos geológico-hidrogeológicos regionais é apresentada na Tabela 3.18.

Tabela 3.18 - Principais domínios hidrogeológicos aflorantes e correlação com levantamentos regionais da literatura.

Principais Domínios hidrogeo-lógicos	Mapa Geológico (CPRM, 2016)	Mapa hidrogeológico do RJ (CPRM, 2021)			Favorabilidade (CPRM, 2000)		Domínios hidrogeoló-gico do Estado do RJ (DRM, 2006)	Domínios hidrogeo-lógicos (CPRM, 2014)
		Classe de produti-vidade	Correlação com geologia					
Sedimentar (litorâneo e aluviões)	Q2a	Granulares - classes 5 e 6	Depósitos Aluvionares	Q2a	Sistemas aquíferos Sedimen-tares	Alúvio-Lacustre	Quaternário / Terciário	Depósitos litorâneos e Formações Cenozóicas Indiferenciadas
	Q2pm		Depósitos de Pântano e Mangue	Q2pm		Argilas Orgânicas Costeiras		
	Q2el		Depósitos Eólicos	Q2e		Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos		
	Q2li, Q1pr		Depósitos Litorâneos	Q2l				
	Nb		Grupo Barreiras	ENb		Barreiras		
Cristalino (Fraturado)	Várias unidades	Fraturados - classes 5 e 6	Embasamento Fraturado Indiferen-ciado	Fr	Sistema aquífero Crista-lino	Diferentes favorabilidades	Pré-Cambriano / Alcalinas / Diques	Cristalino / Poroso-fissural (misto)/ Metasse-dimentares e Metavul-cânicas/ Vulcâmicas

Figura 3.106 - Distribuição dos Principais Domínios Hidrogeológicos (em afloramento) da RH-VI.
Fonte: CPRM, 2016.

Nota-se que Domínio Cristalino aflora em 62,5% da RH-VI; e o Domínio Sedimentar, em 38,8% da RH. Apenas na UHP VI-b, há predomínio do tipo sedimentar, sobretudo pelos terrenos sedimentares na bacia do rio São João. O resumo pode ser visto na Tabela 3.19.

A Tabela 3.20 apresenta a distribuição dos Domínios Hidrogeológicos aflorantes por município. 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 termos 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%).

Tabela 3.19 - Distribuição dos principais Domínios Hidrogeológicos (afloramento) da RH-VI, por UHP, em km^2 (CPRM, 2016).

UHP	Sedimentar	Cristalino	Total
VI-a	116,4	501,2	617,6
VI-b	419,5	387,4	806,9
VI-c	162,6	570,7	733,3
VI-d	162,4	300,5	462,9
VI-e	93,0	129,2	222,3
VI-f	179,7	266,3	446,0
VI-g	44,8	50,1	94,8
Total	1.178,3	2.205,5	3.383,8

Tabela 3.20 - Distribuição dos principais Domínios Hidrogeológicos (afloramento) da RH-VI, por município, em km^2 (CPRM, 2016).

Município	Sedimentar	Cristalino	Total
Araruama	145,1	444,6	589,6
Armação dos Búzios	42,1	41,4	83,4
Arraial do Cabo	57,0	10,6	67,6
Cabo Frio	264,5	105,0	369,5
Cachoeiras de Macacu	4,2	47,0	51,3
Casimiro de Abreu	182,7	170,4	353,1
Iguaba Grande	0,0	39,6	39,6
Maricá	6,4	8,9	15,3
Rio Bonito	58,0	208,8	266,8
Rio das Ostras	7,0	1,5	8,6
São Pedro da Aldeia	64,1	211,9	276,0
Saquarema	123,1	201,1	324,1
Silva Jardim	224,2	713,9	938,0
Total	1.178,3	2.204,6	3.382,9

A literatura da hidrogeologia regional inclui ainda as seguintes publicações:

- ALMEIDA & LIMA (2000) apresentaram uma avaliação preliminar do potencial hidrogeológico da Região dos Lagos, mencionando o projeto interinstitucional RESUB (Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas), com estudos em cinco municípios: Araruama, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Saquarema. Indicam a existência de potencial para captação de águas subterrâneas, sobretudo no município de Saquarema, e limitações a leste, notadamente pela existência de águas salinizadas desde São Pedro da Aldeia/Iguaba Grande a Cabo Frio. Citam como outros fatores a considerar: a variação de pluviometria (menor na parte SE e maior na porção NW da RH-VI) e das condições hidráulicas e de declividade do terreno, e ainda a influência de aerossol marinho, atuante nas porções costeiras.

- MANSUR (2010) em tese sobre geoconservação do patrimônio geológico do Domínio Tectônico Cabo Frio, mencionou DAMASCENO (2005), indicando que a região entre Saquarema e Tamoios (Distrito de Cabo Frio) sempre sofreu com a falta de mananciais de água para abastecimento público: no século XIX e primeira metade do século XX, cita que navios e trens chegavam a Cabo Frio e São Pedro da Aldeia, respectivamente, com água potável para uso doméstico. Menciona alternativas locais, como fonte do Itajuru (Cabo Frio) e "a busca pela água por meio da abertura à mão de cacimbas com até meio metro de profundidade" nos terrenos sedimentares litorâneos, sendo "frequente a presença de água salobra". Além do Distrito de Tamoios, menciona também aquíferos sedimentares litorâneos locais em Unamar (mais ao sul, ainda em Cabo Frio) e Massambaba (Saquarema), por vezes como únicas fontes de abastecimento destas áreas.

- TUBBS FILHO et al. (2012) apresentaram a denominação de "Aquífero Tamoios", para a porção de sedimentos litorâneos (unidade Q2li) na região do Loteamento Califórnia e arredores (Distrito de Tamoios - Cabo Frio). Com base em testes de bombeamento, indicam valores elevados de condutividade hidráulica - K (da ordem de 10^{-3} m/s), transmissividade - T (entre 10^{-3} m^2/s e 10^{-2} m^2/s) e capacidade específica (20 a 48 $m^3/h/m$); baixos rebaixamentos (durante operação de poços); e a existência de um sistema locais de recarga/descarga associado a estes terrenos sedimentares, tendo observado fluxos para W/NW (no sentido das cavas de extração de areia e do Canal da Pedra) e para E/SE (rumo ao rio Garguá e das antigas cavas do Distrito de Tamoios).

Segundo os autores, estas indicações mostram, do ponto de vista hidráulico (não da qualidade das águas), seu potencial como fonte de água, complementar ao sistema de abastecimento proveniente de Juturnaíba.

- CARVALHO (2004) estudou aquíferos fraturados na bacia do rio Maratuã (afluente do rio São João, a montante do res. de Juturnaíba - UHP VI-a), em Silva Jardim. Indica que a execução e integração de estudos de detalhe (com levantamentos geológico-estruturais, geofísicos, hidrodinâmicos e análises físico-químicas) contribuem para o melhor entendimento e identificação dos elementos de modelo hidrogeológico conceitual/local nestes terrenos tipicamente heterogêneos.
- FREITAS & NASCIMENTO (2006) avaliaram a viabilidade quantitativa de implantação de pequenas barragens subterrâneas, com estudo no alto curso da bacia do rio Una, entre Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia. Indicam que, para as condições locais (aquíferos de baixa produtividade e variação sazonal de chuvas) que, com a instalação destas barragens, a água da chuva passa primeiro a acumular-se a montante da barragem, para posteriormente verter, após o enchimento da bacia hidráulica. A redução da velocidade de escoamento da água proporcionado pelo barramento possibilita o armazenamento por mais tempo das águas após as chuvas, aprimorando condições de fornecimento para usuários de água (com potencial melhoria para irrigação de pequenas lavouras frente a irregularidades climáticas), além de promover um aumento da porção úmida do solo.

Para a finalidade deste trabalho, é necessário considerar outros aspectos e características, quantitativos e qualitativos, os quais são descritos e tratados nos itens de Disponibilidade e Qualidade das Águas Subterrâneas.

3.1.7 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). As áreas cobertas com mapas de solos nas diferentes escalas são mostradas na Figura 3.107.

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.

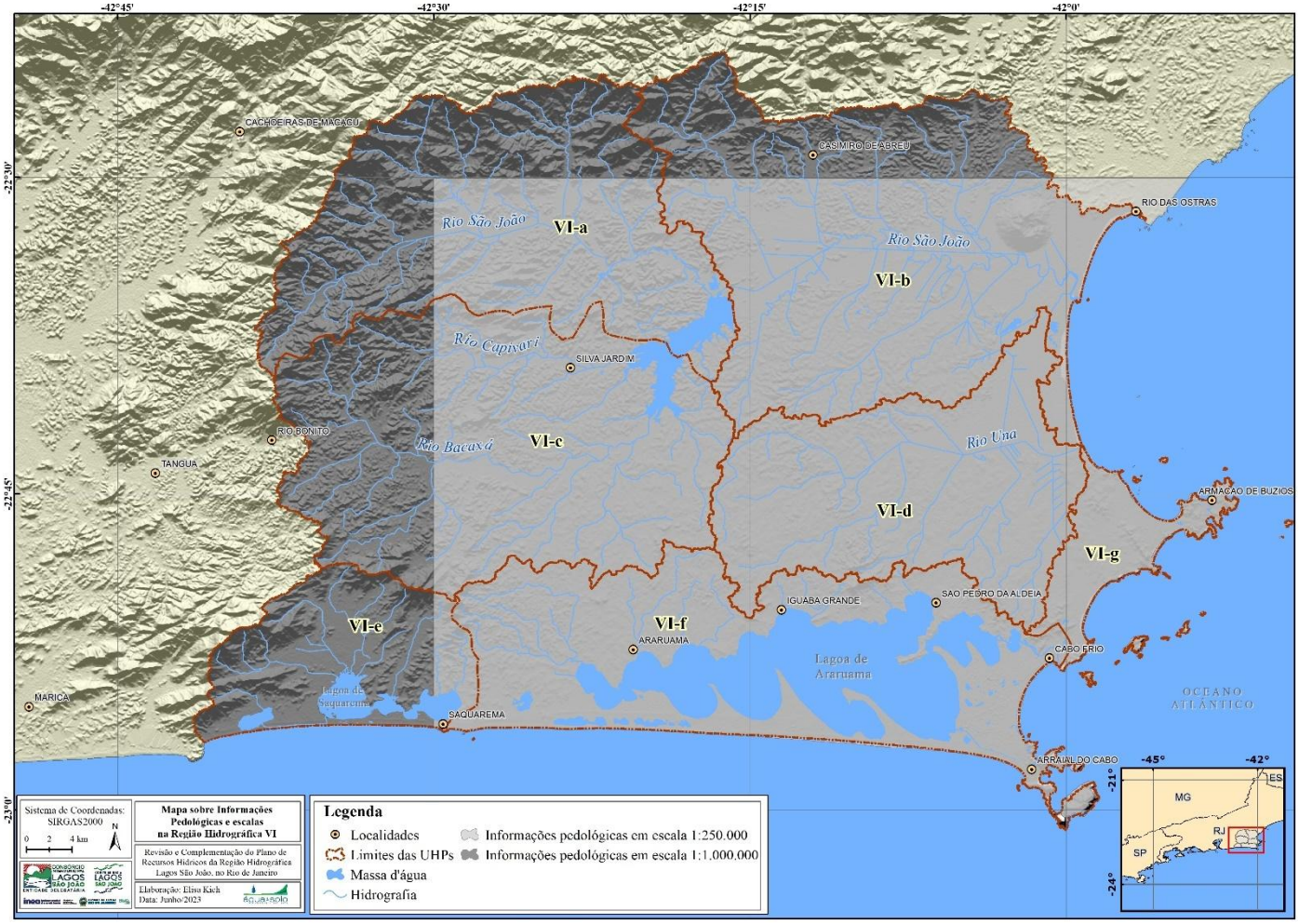


Figura 3.107 - Áreas cobertas em cada um dos mapas em difetentes escalas na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.7.1 Caracterização dos solos (escala 1:100.000)

A legenda de identificação foi organizada conforme o nível do mapeamento, já que neste levantamento de solos as unidades de mapeamento são constituídas por associações, compostas usualmente por três classes de solo, isso porque é necessário associar as classes taxonômicas devido à ocorrência de grande variedade de solos com distribuição irregular, impossibilitando sua delimitação cartográfica. Na legenda os solos são classificados até o 4º nível categórico (subgrupos), sendo ainda caracterizadas a textura, o tipo de horizonte A e as fases de vegetação e relevo; assim como o substrato geológico, para o caso de solos pouco evoluídos.

A Tabela 3.21 mostra a legenda de identificação do mapa de solos na escala 1:100.000, bem como a área de ocorrência (em km²) e a porcentagem de ocorrência de cada unidade de mapeamento na área coberta pelo mapa na escala 1:100.000.

Tabela 3.21 - Legenda de identificação dos solos e respectivas áreas nas quadrículas de Silva Jardim e Rio das Ostras.

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos			
PAd1	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, textura argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e ondulado (declividade 3 a 12%).	9,5	0,4
PAd2	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, textura argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado (declividade 8 a 15%).	48,5	1,9
PAd3	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico, textura argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e ondulado (declividade 15 a 30%).	26,7	1,0
PAd4	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico câmbico, textura argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico saprolítico, textura média, substrato gnaisse, todos A moderado, fase ligeiramente rochosa, floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (declividade 45 a 60%).	74,1	2,8
PAd5	ARGISSOLO AMARELO Distrófico planossólico, textura arenosa/muito argilosa + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura média/argilosa, Tb, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e plano (declividade 2 a 6%).	41,8	1,6
PAd6	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-	340,6	13,0

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	AMARELO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado (declividade 3 a 15%).		
PAd7	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (declividade 20 a 40%).	20,6	0,8
PAd8	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico câmbico, ambos textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa, todos A moderado, fase rochosa, floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (declividade 20 a 45%).	0,9	0,0
PAd9	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa e média/muito argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, textura média/argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado (declividade 3 a 15%).	125,4	4,8
PAd10	ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, textura média/argilosa + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical caducifólia, relevo forte ondulado e ondulado (declividade 15 a 30%).	2,3	0,1
	ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos		
PVe1	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico câmbico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase ligeiramente rochosa, floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (declividade 35 a 55%).	6,0	0,2
PVe2	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico câmbico, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico saprolítico, textura média, substrato gnaisse, todos A moderado, fase rochosa, floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (declividade 45 a 60%).	11,6	0,4
PVe3	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média/muito argilosa, fase epipedregosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico saprolítico solódico, textura média cascalhenta/argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado (declividade 3 a 15%).	105,5	4,0
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico léptico solódico, textura média cascalhenta/argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado e ondulado (declividade 15 a 30%).	7,1	0,3
PVe5	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico, textura média/muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (declividade 30 a 45%).	7,8	0,3

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
PVe6	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico câmbico, ambos textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico argissólico saprolítico, textura média, substrato gnaisse, todos A moderado, fase ligeiramente rochosa, floresta tropical subcaducifólia, relevo montanhoso (declividade 45 a 65%).	20,7	0,8
PVe7	Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrúptico solódico, textura média/argilosa + LUVISSOLO CRÔMICO Órtico léptico solódico, textura média/argilosa + NITOSSOLO HÁPLICO Eutrófico argissólico saprolítico, textura média/argilosa, todos A moderado + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico chernossólico léptico, textura argilosa/média, Ta, substrato gnaisse, todos fase ligeiramente rochosa, floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado (declividade 25 a 50%).	18,5	0,7
	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos		
CXvd	CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico solódico, textura média, A proeminente + NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico chernossólico saprolítico, textura média cascalhenta, Ta, ambos substrato gnaisse, fase rochosa, floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila, relevo montanhoso e forte ondulado (declividade 40 a 70%).	5,4	0,2
	ESPODOSSOLOS CÁRBICOS Hidromórficos		
EKg1	ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico, álico + ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO Órtico arênico êutrico, hipereutrófico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico gleico, álico, todos A moderado, fase floresta de restinga, relevo plano (declividade 0 a 1%).	47,3	1,8
EKg2	ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico gleico, ambos A moderado, álicos, fase floresta de restinga/restinga arbustiva, relevo plano (declividade 0 a 1%).	29,8	1,1
EKg3	ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico espódico, ambos A moderado, álicos, fase campo de restinga, relevo plano (declividade 0 a 1%).	30,8	1,2
	ESPODOSSOLOS FERROCÁRBICOS Órticos		
ESo	ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO Órtico arênico êutrico, hipereutrófico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico gleico, mesoeutrófico, ambos A moderado, fase floresta de restinga, relevo plano (declividade 0 a 1%).	14,1	0,5
	GLEISSOLOS MELÂNICOS Alumínicos		
GMa1	GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico hístico, textura muito argilosa/argilosa, Ta + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical higrófila de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	34,2	1,3
GMa2	GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico hístico, textura média/muito argilosa + GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico, textura muito argilosa/média, A húmico, ambos Ta, fase campo tropical hidrófilo de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	67,5	2,6

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	GLEISSOLOS MELÂNICOS Eutróficos		
GMe	GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico salino, textura muito argilosa, A chernozêmico, Ta + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico, textura argilosa e argilosa/média, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico solódico, textura argilosa, A húmico, Ta + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico calcárico salino, textura muito argilosa, A moderado, todos fase campo tropical hidrófilo de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	241,2	9,2
	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos		
GXbd1	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico típico, A proeminente e A húmico, Tb, ambos textura média e média/argilosa, fase floresta tropical higrófila de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	289,8	11,1
GXbd2	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico, A proeminente, Tb, ambos textura argilosa, fase campo tropical hidrófilo de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	36,2	1,4
	GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos		
GXve1	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico, textura média e média/arenosa, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico típico, textura argilosa, A húmico, Ta, ambos fase floresta tropical higrófila de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	16,4	0,6
GXve2	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico, fase campo tropical higrófilo de várzea + PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico flúvico solódico, Ta, fase floresta tropical subcaducifólia, ambos textura média, A moderado, relevo plano (declividade 0 a 1%).	24,1	0,9
	LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos		
LAd1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico, ambos textura argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado (declividade 8 a 20%).	31,3	1,2
LAd2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico, ambos textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e ondulado (declividade 10 a 30%).	32,3	1,2
LAd3	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico, ambos textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (declividade 20 a 40%).	70,9	2,7
LAd4	LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico argissólico, ambos textura argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, textura média/argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico abrúptico câmbico, fase endopedregosa, textura média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (declividade 40 a 50%).	57,0	2,2
LAd5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico latossólico, textura	2,8	0,1

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	média/argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical caducifólia, relevo suave ondulado (declividade 3 a 8%).		
	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos		
RUbd	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleico + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Distrófico gleico, ambos textura média e média/arenosa + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa/média, todos A moderado, fase floresta tropical higrófila de várzea, relevo plano (declividade 0 a 1%).	52,7	2,0
	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos		
RQo	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico, mesodistrófico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico gleico, álico, ambos A fraco, fase restinga arbustiva, relevo plano (declividade 0 a 2%).	13,4	0,5
	PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Distróficos		
SGd	PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico flúvico + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, ambos textura média/argilosa, Tb, fase floresta tropical subcaducifólia + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média e média/argilosa, fase campo tropical higrófilo de várzea, todos A moderado, relevo plano (declividade 0 a 2%).	47,7	1,8
	PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Eutróficos		
SGe	PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico flúvico solódico, textura média, Ta + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico arênico solódico, textura arenosa/argilosa, Tb + PLANOSSOLO NÁTRICO Sálico duripânico flúvico, textura arenosa/média, Ta, todos fase floresta tropical subcaducifólia + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico salino solódico, textura argilosa e média/argilosa, fase campo tropical higrófilo de várzea, todos A moderado, relevo plano (declividade 0 a 3%).	121,6	4,6
	PLANOSSOLOS HÁPLICOS Distróficos		
SXd	PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, textura média/argilosa, A moderado, Tb + ARGISSOLO AMARELO Distrófico planossólico, textura arenosa/muito argilosa, A proeminente, ambos fase floresta tropical subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado (declividade 1 a 5%).	7,9	0,3
	PLANOSSOLOS HÁPLICOS Eutróficos		
SXe	PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, textura média/argilosa, Ta + PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico arênico solódico, textura arenosa/argilosa, Tb + PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico arênico, textura arenosa/argilosa, Ta + ARGISSOLO AMARELO Distrófico planossólico, textura arenosa/muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo plano e suave ondulado (declividade 1 a 5%).	105,6	4,0
	TIPOS DE TERRENO		
AM	Solos indiscriminados de mangue	2,2	0,1
D1	Duna propriamente dita	7,0	0,3
D2	Duna em processo de revegetação	18,7	0,7

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
Pr	Praia	5,99978	0,2
Sl	Salina	43,5	1,7
	OUTRAS ÁREAS		
	Ilha	1,5	0,1
	Área urbana	15,6	0,6
	Corpo de água	277,3	10,6
	ÁREA TOTAL	**2.619,5**	100,0

A seguir são descritas as principais classes de solos, que são definidas em função das descrições morfológicas, análises físicas, químicas e mineralógicas dos perfis de solo representativos das unidades de mapeamento.

3.1.7.1.1 Argilossolos

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural (Bt) caracterizado por aumento da fração argila em relação ao horizonte A sobrejacente, com argila de baixa atividade. São predominantemente cauliníticos, geralmente bem drenados, de textura média/argilosa. Na RH-VI ocorrem as classes descritas a seguir.

3.1.7.1.1.1 Argissolos Amarelos

Esta classe é constituída por solos com horizonte B textural com matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Apresentam perfis com espessura do *solum* superior a 150cm, bem drenados, com sequência de horizontes do tipo A-Bt-C, e predomínio de caulinita. São originados da decomposição de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes recobertos por sedimentos argiloarenosos do Grupo Barreiras.

Possuem horizonte A moderado, com espessura variando de 15 a 40cm, cores que variam de bruno-acinzentado muito escura a bruna (matiz 10YR, valores 3 a 5 e cromas 2 e 3), textura média, por vezes arenosa, com argila variando de 60 a 350g/kg. A estrutura é fraca e moderada pequena e média granular e blocos subangulares, de consistência friável e muito friável quando úmido, plástica e pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte B plana e clara ou gradual, por vezes abruptas. O teor de carbono orgânico varia de 7 a 17g/kg, a CTC de 2,8 a 11,3cmol /kg de solo, soma de bases de 0,8 a 6,5cmol /kg com saturação de 22 a 70%, o alumínio trocável está

entre 0 e 0,6cmol/kg com saturação de 0 a 57%. O pH varia de 4,5 a 6,3 sendo, portanto, fortemente e moderadamente ácidos.

O horizonte B apresenta cores predominantes bruno-fortes, bruno-amareladas e amarelo-avermelhadas (matizes 7,5YR e 10YR, valores de 5 e 6 e cromas de 6 e 8), textura emgeral argilosa ou muito argilosa, com teores variando de 400 a 730g/kg (com relação textural entre 1,9 e 3,8), e relação silte/argila entre 0,1 e 0,3. Por vezes exibem cerosidade pouca ou comum e fraca ou moderada. Estrutura moderada pequena e média em blocos, consistência friável e firme quando úmido, plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. A transição é plana e gradual entre os subhorizontes. O grau de saturação por bases varia de 11 a 88% e a saturação por alumínio de 0 a 85%. A fração argila tem atividade que varia entre 7 e 19cmol/kg de argila. Os teores de ferro variam de 29 a 98g/kg de TFSA e a relação SiO_2/Al_2O_3 (Ki) situa-se entre 1,7 e 2,3.

As classes de Argissoarlos Amarelos ocorrentes são as seguintes:

- Argissolo Amarelo Distrófico abrúptico;
- Argissolo Amarelo Distrófico abrúptico câmbico;
- Argissolo Amarelo Distrófico latossólico;
- Argissolo Amarelo Distrófico planossólico;
- Argissolo Amarelo Distrófico típico;
- Argissolo Amarelo Eutrófico latossólico;
- Argissolo Amarelo Eutrófico planossólico solódico;
- Argissolo Amarelo Eutrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Abrúptico: quando apresentam mudança textural abrupta, que consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte subjacente B;

- Câmbico: quando apresentam caráter câmbico, ou seja, apresentam características intermediárias para Cambissolos;
- Latossólico: quando apresentam caráter latossólico, ou seja, apresentam características intermediárias para Latossolos;
- Planossólico: quando apresentam caráter plânico, que consiste em apresentar um horizonte adensado e permeabilidade lenta ou muito lenta, cores acinzentadas ou escurecidas, neutras ou próximo delas, ou com mosqueados de redução que não satisfazem os requisitos para horizonte plânico, exclusive horizonte com caráter plíntico;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem como tipo de solo predominante numa área de 507,0 km² (19,0%), situados em posições fisiográficas de colinas, morros e montanhas, em relevo suave ondulado a montanhoso com declives de 3 a 65% (componente das unidades de mapeamento PAd1, PAd2, PAd3, PAd4, PAd5, PAd6, PAd7, PAd8, PAd9, PAd10, LAd1, LAd4, LAd5, SXd e SXe; e como inclusão na unidade LAd2). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia, floresta tropical subcaducifólia ou floresta tropical caducifólia.

As unidades de mapeamento que apresentam Argissolos Amarelos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade PAd1

Esta unidade de mapeamento ocupa uma superfície de 9,5 km^2, correspondente a 0,4% da área do mapeamento. Ocorre em posição de colinas baixas com encostas convexas e relevo arrasado (suave ondulado e ondulado), com declividade de 3 a 12%, e altitudes que variam de 2 a 50m. Atualmente as terras desta unidade são utilizadas com pastagens e, em pequenos sítios, ocupada com áreas urbanas. Restam poucos remanescentes da cobertura original de floresta tropical subperenifólia, que apresenta tendência a uma maior caducidade na medida em que se aproxima do litoral.

Os solos componentes da associação são: Argissolo Amarelo Distrófico típico (35%) + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico (30%), ambos textura média/argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (25%), textura argilosa, todos A moderado. São muito profundos, bem drenados, desenvolvidos de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos do Pré-Cambriano, sendo frequente a ocorrência de retrabalhamentos locais. Foram identificadas as seguintes inclusões (10%): Nitossolo Háplico Distrófico argissólico, textura argilosa/muito argilosa + Nitossolo Háplico Distrófico típico, textura argilosa.

Unidade PAd2

Situa-se geograficamente entre o domínio dos Latossolos, ao norte, e o domínio dos solos Argissolos, ao sul. Ocupa posições fisiográficas de colinas meias-laranjas, localizadas na parte sudoeste da folha Silva Jardim, a oeste da represa de Juturnaíba, em relevo ondulado com declives de 8 a 15% e altitudes de 20 a 90m. Abrange 48,5 km^2. A maior parte destas terras encontra-se ocupada com pastagens de braquiária e, secundariamente, apresentam fragmentos da cobertura original de floresta tropical subperenifólia.

É formada pela associação de Argissolo Amarelo Distrófico típico (35%) + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico (25%), ambos textura média/argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (25%), textura argilosa, todos A moderado São muito profundos, bem e acentuadamente drenados, originados de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes com retrabalhamento local. Como inclusões, ocupando cerca de 15% da unidade, ocorrem Nitossolo Háplico Distrófico argissólico, textura argilosa/muito argilosa + Nitossolo Háplico Distrófico típico, textura argilosa.

Unidade PAd3

Apresenta similaridade com a unidade PAd2. Diferencia-se desta por possuir relevo forte ondulado e ondulado com declives de 15 a 30%, em altitudes de 20 a 110m). Abrange 26,7 km^2, correspondendo a 1,0% da área coberta pelo mapeamento. É formada pela associação de Argissolo Amarelo Distrófico típico (35%) + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico (25%), ambos textura média/argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (25%), textura argilosa, todos A moderado. Como inclusões, ocupando cerca de 15% da unidade, ocorrem Nitossolo Háplico Distrófico argissólico, textura argilosa/muito argilosa + Nitossolo Háplico Distrófico típico, textura argilosa.

Unidade PAd4

Ocorre em posição fisiográfica de montanhas, morros e bordas de escarpa, configurando topografia de relevo montanhoso, com declives de 45 a 60%, em encostas plano-inclinadas dissecadas, entre 30 e 500m de altitude, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 5% da superfície do terreno. A cobertura original de floresta tropical subperenifólia encontra-se preservada na maior parte da área, embora tenha sofrido corte coletivo, sendo o restante ocupado por pastagens. Abrange 74,1 km^2, que representa 2,8% da área do mapeamento.

Os solos dominantes são Argissolo Amarelo Distrófico típico (25%) + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (20%), ambos textura média/argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico câmbico (20%), textura argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico saprolítico (20%), textura média, substrato gnaisse, todos A moderado. Como inclusão (10%) é encontrado Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa. Os solos são profundos, bem drenados e originados de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, sendo frequente a presença de retrabalhamentos locais.

Devido às condições de solo e topografia, as terras dessa unidade são muito susceptíveis à erosão. Verificam-se cicatrizes decorrentes de processos erosivos, que são incrementados pelo manejo inadequado da exploração pecuária.

Unidade PAd5

Ocupa uma superfície de 41,8 km^2, correspondente a 1,6% da área do mapeamento. Ocorre em situação de colinas baixas com relevo muito arrasado, com topografia suave ondulada e plana, declividade de 2 a 6% e altitudes que variam de 5 a 60m. Atualmente as terras desta unidade são utilizadas com pastagens, restando poucos remanescentes da cobertura original de floresta tropical subcaducifólia.

Os solos componentes da associação são Argissolo Amarelo Distrófico planossólico (50%), textura arenosa/muito argilosa + Planossolo Háplico Distrófico típico (40%), textura média/argilosa, Tb, ambos A moderado. Foi identificada a seguinte inclusão (10%): Argissolo Amarelo Eutrófico planossólico solódico, textura arenosa/muito argilosa. Os solos são profundos, moderada e imperfeitamente drenados, com elevado gradiente textural, podendo ocorrer em alguns locais lençol freático suspenso no período chuvoso. O material de origem

resulta do produto de intemperização de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, do Pré-Cambriano, sendo muito frequente a presença de contribuição coluvionar.

Unidade PAd6

Distribui-se amplamente na parte central da área em estudo, ocupando colinas baixas com relevo muito arrasado, topografia suave ondulada e ondulada com declives de 3 a 15%, em altitudes de 5 a 80m. Ocupa superfície de 340,6 km^2, relativa a 12,7% da área do mapeamento.

Esta unidade é considerada entre as de melhor aptidão agrícola da área em estudo. Apresenta uso predominante com pastagens, sendo também bastante utilizada com cultivo de cana-de-açúcar e citros. Os poucos fragmentos que ainda restam indicam ter sido a floresta tropical subcaducifólia a vegetação original.

Os solos são profundos e muito profundos, bem drenados, desenvolvidos de saprólitos;de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, do Pré-Cambriano, sendo comum a presença de retrabalhamentos locais. Esta associação de solos é integrada por Argissolo Amarelo Distrófico típico (40%), textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico abrúptico (20%), textura média/argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (20%), textura média/muito argilosa, todos A moderado. Nos 20% restantes ocorrem inclusões de: Argissolo Amarelo Distrófico planossólico, textura arenosa/argilosa + Nitossolo Háplico Distrófico típico, textura argilosa cascalhenta/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico câmbico, textura média/argilosa.

Unidade PAd7

Ocorre em elevações esparsas na parte centro-oeste da bacia, em posição fisiográfica de colinas e morros com encostas convexas e plano-inclinadas, em relevo forte ondulado, com declives de 20 a 40% e altitudes de 10 a 150m. São utilizadas com pastagens, restando poucos remanescentes da vegetação original de floresta tropical subcaducifólia. Ocupa área de 20,6 km^2, que representa 0,8% da área do levantamento.

A unidade de mapeamento é integrada pela associação de Argissolo Amarelo Distrófico típico (60%), textura média/argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (30%), textura média/muito argilosa, ambos A moderado. Apresenta como inclusão (10%): Argissolo

Vermelho-Amarelo Distrófico câmbico, textura média/ argilosa. Os solos são profundos, bem drenados, desenvolvidos de saprólitos;de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, do Pré-Cambriano.

Unidade PAd8

Ocorre em pequenas elevações isoladas e assemelha-se à unidade PAd7. O relevo é forte ondulado e apresenta declives de 20 a 45%, em altitudes de 50 a 132m, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 25% da superfície do terreno. Alguns sítios são utilizados para mineração de pedreiras para brita. Ocupa área de 0,9km, que representa 0,1% da área do levantamento.

A unidade de mapeamento é integrada pela associação de Argissolo Amarelo Distrófico típico (35%) + Argissolo Amarelo Distrófico câmbico (20%), ambos textura média/argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (20%), textura média/muito argilosa, todos A moderado.

Unidade PAd9

Localiza-se próximo à unidade PVa6, na porção centro-leste da área de estudo, e ocorre inserida em paisagem bastante semelhante, dela diferenciando-se por possuir material de origem de saprolito de ortognaisse da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, recobertos por sedimentos argiloarenosos do Grupo Barreiras, de idade Terciária. Ocorre em altitudes predominantes de 5 a 50m e apresenta-se ocupada por pastagens. Ocupa área de 125,4 km^2, que representa 4,7% da área do levantamento.

Os solos componentes da associação são Argissolo Amarelo Distrófico típico (40%), textura média/argilosa e média/muito argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (25%), textura média/argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico abrúptico (20%), textura média/argilosa, todos A moderado. Como inclusões, ocupando cerca de 15% da unidade ocorrem Argissolo Amarelo Eutrófico típico, textura média/argilosa + Nitossolo Háplico Distrófico argissólico, textura média/argilosa.

Unidade PAd10

Ocorre em posição fisiográfica de colinas com encostas convexas e plano-inclinadas, de relevo forte ondulado e ondulado, com declives de 15 a 30% e altitudes que variam de 2 a 80m. A

cobertura vegetal original de floresta tropical caducifólia encontra-se bastante alterada, observando-se a ocupação urbana em áreas pouco amplas. Abrange 2,3 km^2, que representa 0,1% da área do levantamento.

Os solos integrantes dessa unidade são: Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (40%), textura média/argilosa + Latossolo Amarelo Distrófico típico (30%), textura argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (20%), textura média/argilosa, todos A moderado. São profundos e muito profundos, bem drenados, originados de paragnaisses da Unidade Búzios (Pré-Cambriano), em grande parte recobertos por sedimentos do Grupo Barreiras (Terciário). Como inclusão, ocupando cerca de 10% da unidade, foi registrado perfil de Argissolo Amarelo Eutrófico típico, textura média/argilosa.

3.1.7.1.1.2 Argissolos Vermelho-Amarelos

Esta classe é constituída por solos com horizonte B textural com matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Apresentam perfis bem drenados, com espessura do *solum* superior a 100cm, e sequência de horizontes do tipo A-Bt-C, com predomínio de caulinita na fração argila. São originados da decomposição de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, sendo comum a presença de coberturas coluvionares. Abrangendo áreas pouco extensas, ocorrem também solos derivados de saprólitos de paragnaisses da Unidade Palmital de idade pré-cambriana, e de rochas de composição intermediária associadas às rochas alcalinas do Complexo Alcalino Morro de São João, de idade cretácea/terciária.

Possuem horizonte A moderado, com espessura variando de 10 a 30cm, cores brunas, bruno-acinzentado muito escuras e bruno-avermelhado-escuras (matizes da ordem de 10YR a 5YR, valores 3 e 4 e cromas 3 e 4), textura média, com argila variando de 160 a 320g/kg. A estrutura é moderada e fraca pequena e média granular e blocos subangulares, de consistência friável e muito friável quando úmido, plástica e pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte B plana e clara ou gradual. O teor de carbono orgânico varia de 7 a 21g/kg, a CTC de 4,9 a 11cmol /kg de TFSA, soma de bases que varia de 2,6 a 8,4cmol /kg, com saturação de 35 a 91%, o alumínio trocável está entre 0 e 0,9cmol /kg, com saturação de 0 a 43%. O pH varia de 4,8 a 7,0 sendo, portanto, fortemente ácidos a praticamente neutro.

O horizonte B apresenta cores vermelho-amareladas (matiz 5YR, valores de 3 a 5 e cromas de 6 a 8), textura argilosa ou muito argilosa com teores variando de 400 a 680g/kg (com relação textural entre 2,1 e 2,2), e relação silte/argila entre 0,1 e 0,35. Por vezes ocorre cerosidade comum e moderada. Estrutura em geral moderada e forte pequena e média em blocos, consistência friável e firme quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. A transição é plana e gradual entre os subhorizontes. O grau de saturação por bases varia de 4 a 86% e a saturação por alumínio de 0 a 81%. A fração argila tem atividade que varia entre 7 e 15cmol/kg de argila. Os teores de ferro variam de 39 a 95g/kg de TFSA e a relação SiO_2/Al_2O_3 (Ki) situa-se entre 1,7 e 2,5.

As classes Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrentes são apresentadas a seguir.

- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico câmbico,
- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico;
- Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico;
- Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico solódico;
- Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir:

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Abrúptico: quando apresentam mudança textural abrupta, que consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte subjacente B
- Câmbico: quando apresentam caráter câmbico, ou seja, apresentam características intermediárias para Cambissolos
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 165,3km (6,2% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas, morros e montanhas, em relevo suave ondulado a montanhoso, com declives de 3 a 65% (componente das unidades de mapeamento PAd1, PAd2, PAd3, PAd4, PAd6, PAd7, PAd8, PAd10, PVe1, PVe2, PVe5 e PVe6, e como inclusão nas unidades CXvd, PVe3, PVe4, PVe6 e LAd5). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia e floresta tropical subcaducifólia e, menos frequentemente, floresta tropical caducifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila. São predominantemente utilizados com pastagens, ocorrendo também áreas de floresta.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos não são o componente principal em nenhuma unidade de mapeamento, porém ocorrendo como componentes de diversas associações de solos.

3.1.7.1.1.3 Argissolos Vermelhos

Esta classe é constituída por solos com horizonte B textural com matiz 2,5YR ou mais vermelho nos primeiros 100cm do horizonte B (exclusive BC).

Tem sequência de horizontes do tipo A-Bt-C, são bem drenados, com o saprolito a profundidades de 50 a 200cm, originados da decomposição de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, e também de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, ambos de idade pré-cambriana, sendo comum a presença de coberturas coluvionares. Abrangendo áreas pouco amplas ocorrem também solos derivados de saprólitos de paragnaisses da Unidade Palmital, de idade pré-cambriana, e de rochas de composição intermediária associadas às rochas alcalinas do Complexo Alcalino Morro de São João, de idade cretácea/terciária.

Apresenta horizonte A moderado com espessura de 10 a 20cm, cores que variam de bruno-escura a bruno-avermelhado-escura (nos matizes 5YR e 7,5YR, valores de 3 a 5 e cromas de 2 a 4). A textura é média, com teor de argila que varia de 170 a 310g/kg. Manifesta estrutura moderada e fraca pequena e média granular e blocos subangulares, consistência friável quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte B plana e gradual ou clara, por vezes abruptas. O teor de carbono orgânico varia de 7 a 18g/kg, a CTC de 4,7 a 10,7cmol /kg de solo, soma de bases de 3,0 a 6,7cmol /kg, com saturação por bases de 55 a 87%, alumínio trocável entre 0 e 0,2cmol /kg com saturação de 0 a 13%. O pH geralmente varia de 4,8 a 6,4, sendo,

portanto, moderadamente e fortemente ácidos. Alguns destes horizontes poderiam ser classificados como A chernozêmico caso fossem mais espessos.

O horizonte B apresenta cores vermelhas, vermelho-escuras e bruno-avermelhado-escuras (matiz da ordem de 2,5YR, valores de 3 e 4 e cromas de 4 a 6). A textura é argilosa ou muito argilosa, com teor argila variando de 540 a 720g/kg (com relação textural de 2,1 a 3,5), relação silte/argila entre 0,1 e 0,9, geralmente exibem cerosidade comum e moderada ou forte. A estrutura é moderada e forte pequena a grande em blocos, consistência friável e firme quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. A transição entre os subhorizontes é plana e clara ou difusa. O grau de saturação por bases varia de 41 a 84% e a saturação por alumínio de 0 a 44%. A fração argila tem atividade variando entre 8 e 23cmol/kg de argila. Os teores de ferro variam de 65 a 166g/kg de TFSA e a relação SiO_2/Al_2O_3 (Ki) situa-se entre 1,8 e 2,3.

Os Argissolos Vermelhos ocorrentes podem ser dos seguintes tipos:

- Argissolo Vermelho Distrófico típico;
- Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico;
- Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico saprolítico solódico;
- Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico solódico; e
- Argissolo Vermelho Eutrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir:

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Abrúptico: quando apresentam mudança textural abrupta, que consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte subjacente B;
- Saprolítico: quando existe presença de horizonte C ou Cr dentro de 100cm e sem ocorrência de contato lítico dentro de 200cm da superfície;

- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 100,9 km² (3,8% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas, morros e montanhas, em relevo normalmente ondulado e forte ondulado, com declives de 3 a 60% (componente das unidades de mapeamento PVe1, PVe2, PVe3, PVe4, PVe5, PVe6, PVe7). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subcaducifólia e, menos frequente, floresta tropical subperenifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila; sendo predominantemente utilizados com pastagens, exibindo também áreas de floresta.

As unidades de mapeamento que apresentam Argissolos Vermelhos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade PVe1

As terras desta unidade abrangem 6,0 km², que equivalem a 0,2% da área do levantamento, e estão localizadas no sopé do morro São João, que configura uma montanha isolada situada a nordeste da área em estudo, apresentando encostas plano-inclinadas, com relevo montanhoso e forte ondulado, declives de 35 a 55%, em altitude de 5 a 200m, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 5% da superfície do terreno. A cobertura original de floresta tropical subperenifólia encontra-se preservada em parte da área, embora tenha sofrido corte seletivo, sendo o restante ocupado com pastagens e cultura de banana.

É formada pela associação de Argissolo Vermelho Eutrófico típico (60%), textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico (30%), textura média/argilosa, ambos A moderado. São profundos, bem drenados, originados de saprólitos de rochas de composição intermediária associadas às rochas alcalinas do Complexo Alcalino Morro de São João, de idade cretácea/terciária. Como inclusão, ocupando cerca de 5% da unidade, ocorre Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico saprolítico, textura média, substrato gnaisse.

Unidade PVe2

As terras desta unidade abrangem 11,6 km^2, que equivalem a 0,4% da área do levantamento, e estão localizadas nas partes mais elevadas do morro São João, que configura uma montanha isolada de grande beleza cênica, situada a nordeste da área em estudo, apresentando encostas côncavas e plano-inclinadas dissecadas, com relevo montanhoso, declives de 45 a 60%, em altitude de 100 a 729m, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 25% da superfície do terreno. A cobertura original de floresta tropical subperenifólia encontra-se preservada na maior parte da área.

É formada pela associação de Argissolo Vermelho Eutrófico típico (30%), textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico (20%), textura média/argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico saprolítico (20%), textura média, substrato gnaisse, todos A moderado. São profundos e pouco profundos, bem drenados, originados de saprólitos de rochas de composição intermediária associadas às rochas alcalinas do Complexo Alcalino Morro de São João, de idade cretácea/terciária. Como inclusão, ocupando cerca de 5% da unidade, ocorre Neossolo Regolítico Eutrófico saprolítico, textura média, Tb, substrato gnaisse.

Esta unidade tem grande fragilidade ambiental devido à elevada amplitude topográfica e declividade, e à presença de solos pouco espessos e blocos de rocha aflorantes.

Unidade PVe3

Ocorre na porção central e sul da área, abrangendo colinas baixas com relevo muito arrasado, de topografia suave ondulada e ondulada com declives de 3 a 15% e altitudes de 5 a 70m. Abrange 105,5 km^2, relativos a 4,0% da área do levantamento.

Os solos componentes da associação são: Argissolo Vermelho Eutrófico típico (25%), textura média/argilosa + Argissolo Vermelho Distrófico típico (20%), textura média/muito argilosa, fase epipedregosa + Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico saprolítico solódico (20%), textura média cascalhenta/argilosa + Luvissolo Crômico Órtico típico (20%), textura média/argilosa, todos A moderado. São profundos e pouco profundos, bem e moderadamente drenados, desenvolvidos de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, de idade pré-cambriana (verifica-se com certa freqüência diques de diabásio do Cretáceo), sendo comum a ocorrência de materiais coluvionares provenientes de retrabalhamentos locais. Em cerca de 15% desta unidade ocorrem inclusões de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, textura média/muito argilosa

+ Luvissolo Crômico Órtico léptico solódico, textura média cascalhenta/argilosa + Planossolo Háplico Eutrófico léptico, textura média/argilosa.

Estes solos são ocupados com pastagens, apresentando poucos fragmentos da vegetação original de floresta tropical subcaducifólia. São terras que tem bom potencial para uso agrícola, salvaguardando as limitações devidas à deficiência hídrica estacional.

Unidade PVe4

As terras desta unidade situam-se em pequenas áreas a sudeste da área de estudo, próximas à unidade PVe3, ocorrem em colinas com encostas plano-inclinadas dissecadas, em relevo forte ondulado e ondulado, com declives de 15 a 30% e altitudes de 20 a 115m. A unidade abrange 7,1 km^2, relativos a 0,3% da área do levantamento. A maior parte destas terras encontra-se ocupada com pastagens e, secundariamente, apresentam fragmentos da cobertura original de floresta tropical subcaducifólia e áreas urbanas.

Os solos componentes da associação são: Argissolo Vermelho Eutrófico típico (65%), textura média/argilosa + Luvissolo Crômico Órtico léptico solódico (25%), textura média cascalhenta/argilosa, ambos A moderado. São profundos e pouco profundos, bem e moderadamente drenados, desenvolvidos de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, de idade pré-cambriana (verifica-se com certa frequência a presença de diques de diabásio do Cretáceo). Em cerca de 10% desta unidade ocorrem inclusões de Argissolo Vermelho Distrófico típico, textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico solódico, textura média/argilosa.

Unidade PVe5

Abrange morros com encostas plano-inclinadas dissecadas, de relevo forte ondulado com declives de 30 a 50% e altitudes de 60 a 216m. Estes solos são ocupados com pastagens e, em menor parte, com citros, apresentando poucos fragmentos da vegetação original de floresta tropical subcaducifólia. Abrange 7,8 km^2, relativos a 0,3% da área do levantamento.

Os solos componentes da associação são: Argissolo Vermelho Eutrófico típico (40%), textura média/argilosa + Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico (25%), textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico (25%), textura média/argilosa, todos A moderado. São profundos e pouco profundos, bem drenados, desenvolvidos de saprólitos de paragnaisses

da Unidade Palmital, de idade pré-cambriana. Em cerca de 10% desta unidade ocorrem inclusões de Argissolo Vermelho Distrófico típico, textura média/muito argilosa + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico, textura média/argilosa.

Unidade PVe6

Ocorre no centro-sul e na parte sudoeste da área em estudo, em morros e montanhas com encostas côncavas e plano-inclinadas muito dissecadas, de relevo montanhoso e forte ondulado, com declives de 45 a 65% e altitudes de 30 a 594m, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 5% da superfície do terreno; apresentando elevada fragilidade aos processos erosivos. A cobertura vegetal original de floresta tropical subcaducifólia ocupa a maior parte da unidade e, secundariamente, verifica-se a sua utilização com pastagens e cultivo de banana.

Os componentes da associação são Argissolo Vermelho Eutrófico típico (40%) + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico (30%), ambos textura média/argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico saprolítico (20%), textura média, substrato gnaisse, todos A moderado. São desenvolvidos de saprólitos de paragnaisses da Unidade Palmital, de idade pré-cambriana. Ocupando cerca de 5% da área ocorre inclusão de Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico, textura média/muito argilosa. Esta unidade abrange 20,7 km^2, relativos a 0,8% da área do levantamento.

Unidade PVe7

Situa-se em morros e colinas com encostas côncavas e plano-inclinadas muito dissecadas, muitas vezes com orientação NE/SW ou NW/SE, nas proximidades das cidades de Armação dos Búzios e Cabo Frio. Apresenta relevo forte ondulado, com declives de 25 a 50%, em altitudes variando do nível do mar até 195metros, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 5% da superfície do terreno.

Ocupa 18,5 km^2 (0,7% da área do levantamento). Devido à espessura do solo, por vezes exígua, e à elevada declividade, as terras desta unidade possuem acentuada susceptibilidade à erosão, evidenciada por voçorocas e desbarrancamentos que ocorrem principalmente nas áreas de intervenção antrópica. A cobertura original de floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila encontra-se preservada em grande parte da área, sendo o restante ocupado com pastagens, áreas urbanas e áreas de mineração (pedreiras).

Os solos integrantes da associação são: Argissolo Vermelho Eutrófico abrúptico solódico (25%), textura média/argilosa + Luvissolo Crômico Órtico léptico solódico (20%), textura média/argilosa + Nitossolo Háplico Eutrófico argissólico saprolítico (20%), textura média/argilosa, todos A moderado + Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico léptico (20%), textura argilosa/média, Ta, substrato gnaisse. São pouco profundos e rasos, em geral com saprólito a menos de 100cm de profundidade, bem e moderadamente drenados, originados de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, de idade pré-cambriana (verifica-se com freqüência a presença de diques de diabásio do Cretáceo. Como inclusões (10%), foram registradas as classes de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico solódico, textura média/argilosa + Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico, textura média, Ta, substrato gnaisse.

3.1.7.1.2 Cambissolos

Compreende solos minerais, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte A, ou horizonte hístico com espessura inferior a 40cm. Tem sequência de horizontes do tipo A (ou hístico)-Bi-C, com ou sem R.

3.1.7.1.2.1 Cambissolos Háplicos

Solos com o horizonte Bi subjacente a horizonte A de qualquer tipo, exceto A húmico ou horizonte hístico.

São bem drenados e possuem espessura do *solum* em torno de 60cm. As características dos solos estão em consonância com seu material de origem: são desenvolvidos de gnaisses intermediários da Unidade Búzios e ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana; ocorrem também solos desenvolvidos de rochas alcalinas e intermediárias do Complexo Cabo Frio-Atalaia, de idade terciária.

Estes solos são pouco frequentes na área em estudo. Possuem horizonte A moderado ou proeminente, com espessura de 20 a 25 cm. O horizonte Bi apresenta textura média ou argilosa, com grau de saturação por alumínio variável de 28 a 53%, e saturação por bases em torno de 43%. A fração argila tem atividade que varia de 18 a 36cmol /kg de argila.

Os Cambissolos Háplicos ocorrentes podem ser dos seguintes tipos: As classes componentes de associação e respectivos perfis, são:

- Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico solódico;
- Cambissolo Háplico Tb Distrófico argissólico saprolítico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Ta: argila de atividade alta;
- Tb: argila de atividade baixa.
- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Léptico: quando apresenta contato lítico entre 50 e 100cm;
- Saprolítico: quando existe presença de horizonte C ou Cr dentro de 100cm e sem ocorrência de contato lítico dentro de 200cm da superfície;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracterizam por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;

Estes solos ocorrem em 26,1 km²; (1,0% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de morros e montanhas com encostas dissecadas, em relevo forte ondulado e montanhoso com declives de 40 a 70% (componente das unidades de mapeamento PAd4, PVe2, PVe6, CXvd, e como inclusão na unidade PVe1). Em função dos fragmentos florestais remanescentes infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia, floresta tropical subcaducifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila, sendo predominantemente recobertos por florestas alteradas.

As unidades de mapeamento que apresentam Cambissolos Háplicos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade CXvd

Situa-se na porção sudeste da área em estudo, nas imediações da cidade de Arraial do Cabo, e abrange uma extensão de 5,4 km^2 (0,2% do levantamento). Ocupa morros e montanhas com encostas côncavas e plano-inclinadas muito dissecadas, de relevo montanhoso e forte ondulado, com declives de 40 a 70%, em altitudes que variam da superfície do mar até 407m, verificando-se a ocorrência de matacões e afloramentos de rocha ocupando cerca de 30% da superfície do

terreno. Remanescentes da floresta tropical subcaducifólia/caatinga hipoxerófila original ocupam a maior parte desta unidade, observando-se também a utilização com pastagens e áreas urbanas.

Os solos são bem drenados, em geral com *solum* pouco espesso, derivados de saprólitos de gnaisses da Unidade Búzios do Pré-Cambriano, ocorrendo também rochas alcalinas e intermediárias do Complexo Cabo Frio-Atalaia, do Terciário. São terras muito susceptíveis aos processos erosivos, verificando-se a ocorrência de erosão laminar, voçorocas e escorregamentos em alguns locais.

É integrada pela associação de Cambissolo Háplico Ta Distrófico léptico solódico (40%), textura média, A proeminente + Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico saprolítico (20%), textura média cascalhenta, Ta, ambo substrato gnaisse. Nos 10% restantes ocorre inclusão de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico câmbico solódico, textura média/argilosa.

3.1.7.1.3 Espodossolos

Compreende solos minerais com horizonte B espódico precedido de horizonte E álbico, horizonte A ou horizonte hístico com menos de 40cm de espessura. São, portanto, solos com nítida diferenciação de horizontes, usualmente com sequência do tipo A-E-Bh ou Bs (ocorre também horizonte Bhs).

Apresentam muito baixa capacidade de retenção de água, e, por causa da infiltração elevada, existe o perigo de contaminação do lençol freático por resíduos, tanto químicos como orgânicos.

Grande parte da área urbana das cidades de Rio das Ostras, Barra de São João (vila), Armação dos Búzios, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Saquarema estão sobre Espodossolos.

3.1.7.1.3.1 Espodossolos Cárbicos

Solos com acúmulo, principalmente, de carbono orgânico e alumínio no horizonte B espódico, com presença de horizonte Bh dentro de 200cm da superfície do solo. São mal drenados.

Apresentam horizonte A moderado, com espessura de 30cm, cor cinzento muito escura, textura arenosa, com argila variando de 10 a 20g/kg. A estrutura é fraca pequena granular e grãos simples, com transição para o horizonte E plana e clara ou gradual. O teor de carbono orgânico é de 13g/kg, a CTC de 5,7cmol/kg de solo, soma de bases de 1,2cmol/kg com saturação de 21%,

o alumínio trocável é de 0,2cmol/kg, com saturação de 14%. O pH é de 4,4 sendo, portanto, fortemente ácido.

O topo do horizonte B ocorre a 60cm de profundidade; exibe cores pretas e vermelho muito escuras, e textura arenosa. O grau de saturação por bases é de 9% e a saturação por alumínio de 70%.

Estes solos ocorrem em 63,9km² (2,4% do levantamento), situados em áreas de restinga, parte constituindo cordões litorâneos, em relevo plano com declives de 0 a 2% (componente das unidades de mapeamento EKg1, EKg2 e EKg3 e como inclusão nas unidades ESo e RQo). A cobertura original é de floresta de restinga, restinga arbustiva e campo de restinga; sendo predominantemente utilizados com pastagens, apresentando também áreas de florestas e capoeiras.

O tipo de Espodossolo que ocorre na área a é um Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico, sendo as unidades de mapeamento que apresentam Espodossolos Cárbicos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade EKg1

Ocorre em ambiente de restinga, a leste da área, entre a cidade de Rio das Ostras e a foz do rio Una. Apresenta relevo plano, com declividade de 0 a 1% e altitude de 4 a 15m. Ocupa 47,3 km², que representa 1,8% da área do levantamento. As terras desta unidade são predominantemente ocupadas com pastagens e áreas urbanas, verificando-se a presença de muitos condomínios. Secundariamente verifica-se a ocorrência da vegetação original de floresta de restinga, que nesta região exibe espécies arbóreas bastante exuberantes. Esta unidade inclui pequenas áreas com vegetação de campo de restinga, com alinhamento paralelo ao litoral. Em alguns locais verifica-se a presença de áreas de mineração, com a exploração de areia para construção civil.

A associação de solos é composta por Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico (45%), álico + Espodossolo Ferrocárbico Órtico arênico êutrico (20%), hipereutrófico + Neossolo Quartzarênico Órtico gleico (20%), álico, todos A moderado. Como inclusões (15%) ocorrem Neossolo Quartzarênico Órtico típico + Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico arênico.

Unidade EKg2

Assemelha-se à unidade EKg1, ocorrendo na parte sul e sudeste da bacia, entre a cidade de Saquarema e a foz do rio Una, em altitudes de 4 a 11m. Apresenta vegetação de menor porte, intermediária entre floresta de restinga e restinga arbustiva. Esta unidade abrange 29,8 km², que equivale a 1,1% da área do levantamento.

A associação de solos é composta por Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico (65%) + Neossolo Quartzarênico Órtico gleico (20%), ambos A moderado, álicos. Como inclusões (15%) ocorrem Neossolo Quartzarênico Órtico típico + Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico arênico.

Unidade EKg3

Assemelha-se à unidade EKg1, manifestando, entretanto, maiores restrições de drenagem, estando o lençol freático mais próximo à superfície. Ocorre principalmente na parte sul das quadrículas, entre a cidade de Saquarema e Cabo Frio, nas margens de lagoas da orla marítima, em altitudes de 2 a 8m, e vegetação de campo de restinga, utilizada como pastagem natural. Amplas áreas desta unidade, localizadas na parte sul e leste da lagoa de Araruama, estão atualmente sendo utilizadas com salinas. Esta unidade abrange 30,8km, que equivale a 1,2% da área do levantamento.

A associação de solos é composta por Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico (60%) + Neossolo Quartzarênico Hidromórfico espódico (25%), ambos A moderado, álicos. Como inclusões ocorrem nos 15% restantes: Organossolo Tiomórfico Hêmico alumínico + Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico arênico.

3.1.7.1.3.2 Espodossolos Ferrocárbicos

Solos com acúmulo, principalmente, de carbono orgânico e ferro no horizonte B espódico, com presença de horizonte Bs e/ou Bhs dentro de 200cm da superfície do solo.

Apresentam-se com razoável status de bases e reação mais próxima da neutralidade, resultado de influência do material conchífero nos perfis de solo. São imperfeitamente e mal drenados, eventualmente bem drenados.

Possuem horizonte A moderado, com espessura de 40cm, cores cinzentas muito escuras e bruno-acinzentado-escura, textura arenosa, com teor de argila variando de 20 a 40g/kg. A estrutura é fraca pequena granular e grãos simples, com transição para o horizonte E ondulada e clara. O teor

de carbono orgânico é de 21g/kg, a CTC de 10cmol /kg de solo, soma de bases de 10cmol /kg, com saturação de 100%, e ausência de alumínio trocável. O pH é de 7,8 sendo, portanto, moderadamente alcalino.

O topo do horizonte B ocorre a 65cm de profundidade, apresenta cores variegadas composta de bruno-amarelada-escura e bruno-avermelhado-escura, com textura arenosa. O grau de saturação por bases é de 95% e a saturação por alumínio é de 0%.

Estes solos ocorrem em 28,3 km² (1,1% da área do levantamento), situados a sudoeste de Barra de São João, em áreas de restinga, parte constituindo cordões litorâneos, em relevo plano com declives de 0 a 2% (componentes das unidades de mapeamento EKg1 e ESo, e como inclusão nas unidades EKg2 e EKg3). A cobertura original é de floresta de restinga e restinga arbustiva, sendo predominantemente utilizados com pastagens, apresentando também áreas com florestas e capoeiras.

O tipo de Espodossolo que ocorre na área é um Espodossolo Ferrocárbico Órtico arênico êutrico e a unidades de mapeamento que apresenta onde ocorre como solo dominante é a seguinte:

Unidade ESo

Esta unidade se assemelha à EKg1. Ocorre a oeste dela, com conformação fisiográfica de cordões litorâneos, orientados paralelamente à linha da costa. Apresenta relevo plano, com declives de 0 a 2% e altitude de 2 a 10m. São ocupadas com pastagens e floresta. Ocupa 14,1 km^2, que representa 0,5% da área do levantamento.

A associação de solos é integrada por: Espodossolo Ferrocárbico Órtico arênico êutrico (65%), hipereutrófico + Neossolo Quartzarênico Órtico gleico (25%), mesoeutrófico, ambos A moderado. Ocorrem como inclusões, nos 10% restantes da área: Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico calcárico solódico, textura argilosa/muito argilosa.

3.1.7.1.4 Gleissolos

Compreende solos minerais, hidromórficos, com horizonte A seguido de horizonte glei e ausência de horizonte E.

Os solos desta classe localizados no alto curso do rio São João geralmente são de textura média, apresentando baixa atividade da argila e caráter álico; enquanto os localizados nas proximidades do litoral, que em geral sofreram influência marinha, são argilosos e muito argilosos, apresentando argila de atividade alta, por vezes solódicos e/ou salinos. Na área estudada ocorrem as classes descritas a seguir.

3.1.7.1.4.1 Gleissolos Tiomórficos

Compreende solos que se diferenciam dos demais Gleissolos por apresentarem horizonte sulfúrico e/ou materiais sulfídricos dentro de 100cm da superfície do solo. Possuem sequência de horizontes do tipo A-Cgj.

Esta classe de solos é de rara ocorrência (3,4km, que representa 0,1% da área do levantamento), com registros a jusante da represa de Juturnaíba (inclusão na unidade GMa2) e no pântano do Ramalho, a norte de São Pedro da Aldeia. Localizam-se em posição mais baixa no relevo, sendo originados de sedimentos fluviomarinhos, de idade quaternária; sendo frequente a sua ocorrência em áreas de mangue.

As classes de solo, registradas apenas como inclusão nas unidades de mapeamento GMa2 e GMe, são:

- Gleissolo Tiomórfico Órtico alumínico; e
- Gleissolo Tiomórfico Órtico sálico

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Alumínico: por apresentarem o caráter alumínico, caracterizado por teor de alumínio extraível >4cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio >50% e/ou saturação por bases <50% no horizonte B, ou no C quando não existe B;
- Sálico: por apresentarem Caráter sálico, pela presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano.

Os Gleissolos Tiomórficos Órticos ocorres somente como componentes de associações de solos.

3.1.7.1.4.2 Gleissolos Sálicos

Compreende solos que se diferenciam dos demais Gleissolos por apresentarem caráter sálico (CE ³7dS/m) dentro de 100cm da superfície do solo.

Foi efetuado somente um registro deste solo, nas proximidades de São Pedro da Aldeia, situado na planície costeira. Possuem perfis pouco evoluídos, com sequência de horizontes do tipo A-Cgz, ou mesmo sem diferenciação pedogenética de horizontes, como acontece em áreas de mangue próximas a Rio das Ostras e Barra de São João.

Compreende solos halomórficos, com altas concentrações de sais solúveis, expressas por condutividade elétrica no extrato de saturação em torno de 13mS/cm a 25ºC, e percentual de sódio trocável em torno 18%. São desenvolvidos a partir de sedimentos colúvio-aluvionares com influência marinha, de idade quaternária.

Os solos que ocorrem na área são Gleissolos Sálicos Sódicos típicos e ocorrem somente como componente de associações de solos. Suas características são:

- Sálico: por apresentarem Caráter sálico, pela presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano.
- Sódico: que apresentam Caráter sódico, com saturação por sódio (100 Na+/T) maior ou igual que 15%, em algum ponto da seção de controle.

3.1.7.1.4.3 Gleissolos Melânicos

Apresentam horizonte H hístico com menos de 40cm de espessura, ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.

São solos muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano, e sequência de horizontes do tipo A-Cg ou H-Cg. São solos relativamente recentes, pouco desenvolvidos, originados de sedimentos fluviais e fluviomarinhos de idade quaternária, possuindo, portanto, grande variabilidade espacial. No baixo curso dos rios São João e Una, assim como em outros locais com influência marinha, verifica-se a ocorrência em subsuperfície de camadas solódicas e salinas, por vezes com carbonatos; assim como solos mais argilosos, com CTC mais elevada, menos ácidos e menos saturados com alumínio, em relação aos demais Gleissolos Melânicos.

O horizonte H ou A possui espessura de 20 a 35cm, cor bruno-acinzentado muito escura a preta (matizes da ordem de 10YR, 2,5Y e 7,5YR, valores de 2 e 3 e cromas 0 e 2), textura média a muito argilosa, com teores de argila variando de 210 a 630g/kg. O teor de carbono orgânico varia de 14 a 155g/kg, CTC de 10,5 a 54,5cmol /kg de solo, soma de bases de 2,3 a 35,9cmol /kg com saturação de 9 a 83%, e alumínio trocável de 0 a 8,9cmol /kg, com saturação de 0 a 66%. O pH varia de 3,8 a 6,1 sendo, portanto, extremamente a moderadamente ácidos.

O horizonte Cg apresenta cores acinzentadas com cromas baixos, sendo frequente a presença de mosqueados. Possuem textura média a muito argilosa, com teores variando de 300 a 930g/kg. O grau de saturação por alumínio situa-se ente 0 e 92% e a saturação por bases entre 3 e 100%. A fração argila tem atividade variando entre 13 e 55cmol /kg de argila. As classes de Gleissolos Melânicos ocorrentes são listadas abaixo.

- Gleissolo Melânico Alumínico hístico;
- Gleissolo Melânico Alumínico típico;
- Gleissolo Melânico Distrófico hístico solódico;
- Gleissolo Melânico Distrófico típico;
- Gleissolo Melânico Eutrófico hístico;
- Gleissolo Melânico Eutrófico salino;
- Gleissolo Melânico Eutrófico salino solódico;
- Gleissolo Melânico Eutrófico solódico;
- Gleissolo Melânico Eutrófico típico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Salino: apresentam caráter salino, que é devido à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4dS/m e menor que 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano.

- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracterizam por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Alumínico: por apresentarem o caráter alumínico, caracterizado por teor de alumínio extraível >4cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio >50% e/ou saturação por bases <50% no horizonte B, ou no C quando não existe B;
- Hístico: por apresentarem Horizonte O Hístico;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 312,3km² (11,7% da área do levantamento), em posições fisiográficas de várzeas da planície costeira, originados de sedimentos aluvionares e fluviomarinhos, sob relevo plano com declives de 0 a 1% (integrantes de associação das unidades de mapeamento GMa1, GMa2, GMe, GXve1, GXbd1 e GXbd2; e como inclusão nas unidades GXve2 e RUbd). A vegetação original é de floresta tropical higrófila de várzea e campo tropical hidrófilo de várzea. São atualmente utilizados com pastagens e, secundariamente, com florestas.

As unidades de mapeamento que apresentam Gleissolos Melânicos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade GMa1

Ocorre na planície costeira, na porção centro-norte da área a jusante da represa de Juturnaíba, ocupando 34,2 km² (1,3% da área do levantamento), caracterizadas pela elevada restrição de drenagem, que resulta em solos hidromórficos. O relevo é plano, com declives de 0 a 1%, em altitudes que variam de 3 a 8 metros. A cobertura original corresponde à vegetação de floresta tropical higrófila de várzea. Esta área é predominantemente utilizada com pastagens e cobertura de floresta.

Os solos integrantes da associação são: Gleissolo Melânico Alumínico hístico (60%), textura muito argilosa/argilosa, Ta + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (30%), textura muito argilosa, A moderado. Ocupando 10% da unidade verifica-se a ocorrência de Neossolo Flúvico Ta Distrófico gleico, textura média/arenosa.

Unidade GMa2

Ocupa 67,5 km^2 (2,6% da área), situada a jusante da represa de Juturnaíba, em posição relativa mais baixa da planície costeira, em altitudes de 2 a 6 metros, em relevo plano com declive de 0 a 1%.

Estas terras são formadas por deposição aluvionar de granulometria fina, esporadicamente por depósitos palustres, que já sofreram a influência marinha, apresentando fortes restrições de drenagem. A vegetação original é de campo tropical hidrófilo de várzea, algumas vezes configurando pântanos; atualmente essas terras são utilizadas com pastagens, nos locais menos encharcados.

Os solos que compõem a associação são: Gleissolo Melânico Alumínico hístico (70%), textura média/muito argilosa + Gleissolo Melânico Alumínico típico (20%), textura muito argilosa/média, A húmico, ambos Ta. Nos 10% restantes da unidade ocorrem Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, textura muito argilosa + Gleissolo Tiomórfico Órtico alumínico, textura muito argilosa/argilosa, Ta.

Unidade GMe

Ocupa 241,2 km^2 (9,2% da área). Situa-se em áreas próximas ao litoral, muitas vezes limitada por cordões litorâneos, em posição relativa mais baixa na planície costeira. Ocorre em altitudes de 1 a 6 metros, em relevo plano, com declives de 0 a 1%.

Estas terras são formadas por deposição aluvionar de granulometria fina, eventualmente depósitos palustres, ambos sob influência marinha. Apresentam sérias deficiências de drenagem, com pequenos desníveis em relação ao nível do mar. Embora tenham sido submetidas a diversas obras de drenagem, com a retificação de riachos e canais, estas áreas possuem, muitas vezes, o nível do lençol freático aflorante, variando em função do nível das marés.

Possuem vegetação original de campo tropical hidrófilo de várzea, algumas vezes configurando pântanos com vegetação de campo tropical halófilo de várzea; atualmente são utilizadas com pastagens. São consideradas inaptas para a agricultura, devido à condição de drenagem restrita e à presença de salinidade e sodicidade.

A composição da associação é: Gleissolo Melânico Eutrófico salino (25%), textura muito argilosa, A chernozêmico, Ta + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico (20%), textura argilosa e argilosa/média, A moderado + Gleissolo Melânico Eutrófico solódico (20%), textura argilosa, A

húmico, Ta + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico calcárico salino (20%), textura muito argilosa, A moderado. Apresenta como inclusões (15%): Gleissolo Melânico Eutrófico típico, textura muito argilosa, Ta + Organossolo Tiomórfico Hêmico alumínico, textura média + Gleissolo Melânico alumínico hístico, textura média/argilosa, Ta + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico salino solódico, textura média/argilosa.

Unidade GXbd1

Ocorre na planície costeira, ocupando 289,8 km^2 (11,1% da área), constituindo faixas de sedimentos aluvionares marginais aos cursos de água, caracterizados pela elevada restrição de drenagem, que resulta na ocorrência de solos hidromórficos. Apresenta relevo plano com declives de 0 a 1%, em altitudes que variam de 3 a 35 metros. A cobertura original corresponde à vegetação de floresta tropical higrófila de várzea, ocorrendo também, em pequena proporção, campo tropical hidrófilo de várzea, sendo predominantemente utilizada com pastagens e cobertura de floresta.

Os solos integrantes da associação são: Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (60%), A moderado + Gleissolo Melânico Distrófico típico (25%), A proeminente e A húmico, Tb, ambos textura média e média/argilosa. Ocupando 15% da unidade verifica-se a ocorrência de Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico, textura média/arenosa + Gleissolo Háplico Ta Distrófico típico, textura média.

Unidade GXbd2

Ocorre nos fundos de vale mais amplos da planície costeira, geralmente a jusante da unidade GXbd1, em posição relativa mais baixa, acontecendo restrições de drenagem mais acentuadas. Apresenta relevo plano, com declividade de 0 a 1% e altitudes de 3 a 25m. A cobertura original corresponde à vegetação de campo tropical hidrófilo de várzea, ocorrendo também, em pequena proporção, floresta tropical higrófila de várzea. É predominantemente utilizada com pastagens e campos naturais. Abrange 36,2 km^2, que corresponde a 1,4% da área do levantamento.

Os solos integrantes da associação são: Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (55%), A moderado + Gleissolo Melânico Alumínico típico (25%), A proeminente, Tb, ambos textura argilosa. Como inclusões (20%) foram verificados: Gleissolo Melânico Distrófico típico, textura média/argilosa + Gleissolo Háplico Ta Distrófico típico, textura média.

3.1.7.1.4.4 Gleissolos Háplicos

Esta classe diferencia-se do Gleissolo Melânico por ter horizonte superficial A moderado. Apresentam horizonte A moderado, com espessura de 10 a 20cm, cores bruno-acinzentadas a pretas (matizes da ordem de 2,5Y, 5Y, N e 10YR, valores de 2 a 4 e cromas 0 a 2), textura média a muito argilosa, com teores de argila variando de 120 a 720g/kg. O teor de carbono orgânico varia de 9 a 88g/kg, CTC de 6,3 a 52,3cmol /kg de solo, soma de bases de 0,8 a 41,1cmol /kg com saturação de 13 a 100%, e alumínio trocável de 0 a 2,1cmol /kg, com saturação de 0 a 60%. O pH varia de 4,1 a 7,5 sendo, portanto, extremamente ácidos a moderadamente alcalinos.

O horizonte Cg apresenta cores acinzentadas com cromas baixos, sendo frequente a presença de mosqueados. Possuem textura média a muito argilosa, com teores variando de 160 a 930g/kg. O grau de saturação por alumínio situa-se de 0 a 40% e a saturação por bases de 9 a 100%. A fração argila tem atividade variando de 11 a 90cmol /kg de argila.

As classes de solo e respectivos perfis são mostrados a seguir.

- Gleissolo Háplico Ta Alumínico típico;
- Gleissolo Háplico Tb Alumínico típico;
- Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico; -
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico calcárico salino;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico calcárico salino solódico;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico calcárico solódico;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico salino;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico salino solódico;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico solódico;
- Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico;
- Gleissolo Háplico Tb Eutrófico salino sódico;
- Gleissolo Háplico Tb Eutrófico salino solódico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Ta: argila de atividade alta;
- Tb: argila de atividade baixa;
- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Salino: que apresentam Caráter salino, referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4dS/m e menor que 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano.
- Sódico: que apresentam Caráter sódico, com saturação por sódio (100 Na+/T) maior ou igual que 15%, em algum ponto da seção de controle.
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracterizam por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Alumínico: por apresentarem o caráter alumínico, caracterizado por teor de alumínio extraível >4cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio >50% e/ou saturação por bases <50% no horizonte B, ou no C quando não existe B;
- Hístico: por apresentarem Horizonte O Hístico;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 411,4 km² (15,4% da área do levantamento), em posições fisiográficas de várzeas da planície costeira, originados de sedimentos aluvionares e fluviomarinhos, em relevo plano com declives de 0 a 2% (integrantes de associação das unidades de mapeamento GMa1, GMe, GXve1, GXve2, GXbd1, GXbd2, RUbd, SGd e SGe, registrados como inclusão nas unidades ESo e GMa2). A vegetação original é de floresta tropical higrófila de várzea, campo tropical higrófilo de várzea e campo tropical hidrófilo de várzea. São predominantemente utilizados com pastagens.

As unidades de mapeamento que apresentam Gleissolos Háplicos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade GXve1

Localiza-se em posição de diques marginais ao rio São João, próximo à sua foz, sendo os solos originados de sedimentos aluvionares, com influência marinha, de idade Quaternária. Abrange 16,4 km^2, relativos a 0,6% da área do levantamento.

A vegetação original de floresta tropical higrófila de várzea constitui a maior parte de sua cobertura atual, vindo a seguir o uso com pastagens. Apresenta relevo plano, com declividade de 0 a 1% e altitudes de 2 a 6 m. Além de problemas de drenagem, os solos desta unidade possuem níveis elevados de sódio, o que os contraindica para a exploração agrícola.

Os solos integrantes da associação são: Gleissolo Háplico Ta Eutrófico solódico (65%), textura média e média/arenosa, A moderado + Gleissolo Melânico Eutrófico típico (25%), textura argilosa, A húmico, Ta. Constitui inclusão (10%) a classe de Neossolo Flúvico Ta Distrófico gleico, textura média/arenosa.

Unidade GXve2

Ocorre em sítios pouco amplos na parte centro-sul da área, em posição fisiográfica de várzeas da planície costeira, em relevo plano, com declives de 0 a 1% e altitudes que variam de 10 a 20 metros. A vegetação original de campo tropical higrófilo de várzea, nas partes mais baixas, e de floresta tropical subcaducifólia, nas partes ligeiramente mais elevadas do terreno. São representadas por poucos remanescentes, sendo a pastagem o uso predominante. Abrange 24,1km^2, que representa 0,9% da área do levantamento.

Os solos são desenvolvidos a partir de sedimentos fluviais do Quaternário, com influência marinha. São mal e imperfeitamente drenados, geralmente apresentando sodicidade, o que os torna inaptos para a exploração agrícola. Alguns tem elevado gradiente textural

Os solos componentes da associação são Gleissolo Háplico Ta Eutrófico solódico (45%), + Planossolo Hidromórfico Eutrófico flúvico solódico (40%), Ta, ambos textura média

A moderado. Foram identificadas as seguintes inclusões (15%): Gleissolo Háplico Ta Eutrófico salino solódico, textura argilosa + Gleissolo Melânico Eutrófico solódico, textura argilosa, Ta + Planossolo Nátrico Órtico típico, textura média/argilosa, Tb.

3.1.7.1.5 Latossolos

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, em resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. Os Latossolos da área estudada são predominantemente cauliníticos, bem e acentuadamente drenados, álicos e argilosos, ocorrendo as classes descritas a seguir:

3.1.7.1.5.1 Latossolos Amarelos

Solos com matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA). Esta classe é frequente na área de estudo, apresenta solos muito profundos, bem e acentuadamente drenados, com sequência de horizontes do tipo A-Bw-C. São dominantemente cauliníticos, e originados de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes com contribuição coluvionar, e, em áreas menores, por sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, de idade terciária, que recobrem paragnaisses pré-cambrianos da Unidade Búzios.

O horizonte A é do tipo moderado, tem com espessura de 10 a 25cm, cores bruna, bruno-escura e bruno-amarelado escura, textura média e argilosa, com 300 a 430g/kg de argila. O teor de carbono orgânico varia de 9 a 21g/kg, a CTC de 5,8 a 10,7cmol /kg de solo, sendo baixa a soma de bases, de 0,3 a 1,9cmol /kg, com saturação de 4 a 25%, e o alumínio trocável está entre 1,3 a 1,7cmol /kg, com saturação de 46 a 81%. O pH varia de 4,0 a 4,5, sendo, portanto, fortemente e extremamente ácidos.

O horizonte B apresenta espessura maior que 200cm, cor bruno-amarelada (matizes 6YR a 10 YR, valor 5 e cromas 6 e 8), textura argilosa, com 410 a 580g/kg de argila, e relação silte/argila de 0,1 a 0,3. Possui grande homogeneidade vertical com transições graduais e difusas entre os subhorizontes. O grau de saturação por bases é de 4 a 20% e por alumínio de 71 a 87%, conferindo caráter álico a estes solos. A fração argila é de baixa atividade, de 7 a 11cmol /kg de argila. O teor de ferro é de 38 a 113g/kg de TFSA e a relação SiO_2/Al_2O_3 (Ki) é de 0,9 a 2,0. As classes de Latossolo Amarelo que ocorrem são:

- Latossolo Amarelo Distrófico argissólico;

- Latossolo Amarelo Distrófico típico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Argissólico: apresentam caráter argilúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo, que consiste no aumento de argila com a profundidade, com concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior do que 1,4.
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 142,5 km² (5,4% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas meias-laranjas e morros com encostas convexas, em relevo suave ondulado a montanhoso com declives de 3 a 50% (componente das unidades de mapeamento PAd1, PAd2, PAd3, PAd4, PAd10, LAd1, LAd2, LAd3, LAd4 e LAd5). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia, floresta tropical subcaducifólia e, menos frequentemente, por floresta tropical caducifólia; sendo predominantemente utilizados com pastagens, apresentando também áreas expressivas de floresta; nas proximidades de Armação dos Búzios são ocupados por áreas urbanas.

As unidades de mapeamento que apresentam Latossolos Amarelos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade LAd1

Ocupa posições fisiográficas de colinas meias-laranjas na parte norte e noroeste da folha Morro de São João, em relevo ondulado com declives de 8 a 20%, com altitudes de 5 a 70m. Abrange 31,3 km^2, correspondendo a 1,2% da área do levantamento. A maior parte destas terras encontra-se ocupada com pastagens de braquiária e, secundariamente, apresentam fragmentos da cobertura original de floresta tropical subperenifólia.

É formada pela associação de Latossolo Amarelo Distrófico típico (40%) + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico (25%), ambos textura argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (25%), textura média/argilosa, todos A moderado São muito profundos, bem e acentuadamente drenados, originados de saprólitos; de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes com retrabalhamento local. Como inclusão, ocupando

cerca de 10% da unidade, ocorre Nitossolo Háplico Distrófico argissólico, textura argilosa/muito argilosa.

Unidade LAd2

Ocupa posições fisiográficas de colinas meias-laranjas em relevo forte ondulado e ondulado com declives de 10 a 30% e altitudes de 5 a 100m. Abrange 32,3 km^2. A cobertura original de floresta tropical subperenifólia encontra-se preservada em grande parte da área, embora tenha sofrido corte seletivo, sendo o restante ocupado com pastagens.

É integrada pela associação de Latossolo Amarelo Distrófico típico (70%) + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico (20%), ambos textura argilosa, A moderado. São muito profundos, acentuadamente drenados, originados de saprólitos; de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana. Como inclusão, ocupando cerca de 10% da unidade, ocorre Argissolo Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa.

Unidade LAd3

As terras desta unidade situam-se próximas à unidade LAd2 e possuem composição de solos semelhante, diferenciando-se por ocorrerem em relevo forte ondulado com declives de 20 a 40%, em altitudes de 15 a 120m. A unidade abrange 70,9 km^2, relativos a 2,7% da área do levantamento. A maior parte destas terras encontra-se ocupada com pastagens de braquiária e, secundariamente, apresentam fragmentos da cobertura original de floresta tropical subperenifólia.

É integrada pela associação de Latossolo Amarelo Distrófico típico (70%) + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico (20%), ambos textura argilosa, A moderado. Como inclusão, ocupando cerca de 10% da unidade, ocorre Argissolo Amarelo Distrófico latossólico, textura média/argilosa.

Unidade LAd4

Ocupa posições fisiográficas de morros com encostas convexas e plano-inclinadas em relevo montanhoso e forte ondulado, com declives de 40 a 50% e altitudes de 20 a 200m. Abrange 57,0 km^2, correspondendo a 2,2% da área do levantamento. A cobertura original de floresta tropical subperenifólia encontra-se preservada em grande parte da área, embora tenha sofrido corte seletivo, sendo o restante ocupado com pastagens.

É formada pela associação de Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (30%) + Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico (20%), ambos textura argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (20%), textura média/argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico abrúptico câmbico (20%), textura média/argilosa, fase endopedregosa, todos A moderado. São muito profundos, bem e acentuadamente drenados, originados de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes com retrabalhamento local. Como inclusão, ocupando cerca de 10% da unidade, ocorre Nitossolo Háplico Distrófico latossólico, textura argilosa/muito argilosa.

Unidade LAd5

Abrange 2,8 km^2, equivalendo a 0,1% da área do levantamento, ocorrendo em colinas baixas com encostas convexas, nas proximidades de Armação dos Búzios. O relevo é suave ondulado com declives de 3 a 8%, com altitudes de 2 a 30m e cobertura vegetal original de floresta tropical caducifólia, que na sua totalidade já sofreu alterações, sendo atualmente utilizada com áreas urbanas e vegetação secundária.

Os solos integrantes desta associação são Latossolo Amarelo Distrófico típico (50%), textura argilosa + Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (40%), textura média/argilosa, ambos A moderado. São muito profundos e bem drenados, originados de sedimentos argiloarenosos do Grupo Barreiras, de idade terciária, recobrindo paragnaisses da Unidade Búzios, de idade pré-cambriana. Como inclusão, ocupando cerca de 10% da unidade, ocorre Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura média/argilosa.

3.1.7.1.5.2 Latossolos Vermelho-Amarelos

Solos com matiz 5YR ou mais vermelho e mais amarelo que 2,5YR, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Esta classe é constituída por solos com horizonte B latossólico geralmente muito profundos (horizonte C abaixo de 200 cm de profundidade), bem e acentuadamente drenados e com sequência de horizontes do tipo A-Bw-C. São dominantemente cauliníticos, originados de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana, por vezes com contribuição coluvionar.

Apresentam horizonte A moderado, geralmente com espessura em torno de 10 a 20cm, cores bruno-avermelhadas, textura média a argilosa, com 430g/kg de argila. A estrutura é fraca e moderada pequena e média granular, consistência friável e muito friável quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte B plana e gradual. O teor de carbono orgânico é de 18g/kg, a CTC de 7,7cmol/kg de solo, sendo baixa a soma de bases, de 2,2 cmol/kg, com saturação de 29%, e o alumínio trocável de 1,3cmol/kg com saturação de 37%. O pH é de 4,8 sendo, portanto, fortemente ácidos.

O horizonte B tem espessura superior a 200cm, cores vermelho-amareladas (matiz 5YR), textura argilosa, com 410 a 580g/kg, e relação silte/argila entre 0,1 e 0,2. Estrutura fraca média e grande em blocos, friável e muito friável quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado. Apresenta grande homogeneidade vertical com transições graduais e difusas entre os subhorizontes. O grau de saturação por bases é de 8%, e a saturação por alumínio situa-se em torno de 81%, portanto, com caráter álico. A fração argila é de muito baixa atividade, de 6cmol/kg de argila. Os teores de ferro variam em torno de 60g/kg de TFSA e a relação SiO2/Al O3 (Ki) situa-se entre 1,4 e 1,5.

A classe de solo integrante de associação é-Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico. Estes solos ocorrem em 39,9km (1,5% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas meias-laranjas e morros com encostas convexas de relevo ondulado a montanhoso, com declives de 8 a 50% (componente das unidades de mapeamento LAd1, LAd2, LAd3 e LAd4). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia, sendo predominantemente utilizados com pastagens, apresentando também áreas expressivas de floresta.

Esta classe de solo não ocorre como solos dominantes em nenhuma unidade de mapeamento.

3.1.7.1.6 Luvissolos

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural ou B nítico, com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de um horizonte A fraco, moderado ou proeminente, ou de horizonte E.

3.1.7.1.6.1 Luvissolos Crômicos

Solos com caráter crômico na maior parte do horizonte B (inclusive BA). São pouco espessos, geralmente com *solum* de 40 a 90cm, bem drenados, de textura média/argilosa, com argila de atividade alta (valores de 34 a 57cmol /kg).

Apresentam horizonte A moderado seguido por um B textural pouco espesso, realçado pela cor vermelha ou avermelhada, usualmente com mudança textural plana e clara (relação textural entre 1,9 e 2,9), estrutura em blocos moderada e fortemente desenvolvida. Tem sequência de horizontes do tipo A-Bt-C, sendo originados de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, de idade pré-cambriana, sendo frequente a ocorrência de diques de diabásio de idade cretácea. Alguns destes solos poderiam ser classificados como Chernossolos, caso manifestassem horizonte A mais espesso, para conformar um horizonte A chernozêmico.

Esta classe de solo não ocorre como solos dominantes em nenhuma unidade de mapeamento. As classes de solo que ocorrem como associações são:

- Luvissolo Crômico Órtico léptico solódico;
- Luvissolo Crômico Órtico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Crômico: por apresentarem Caráter crômico, que ocorrem em solos que apresentam, na maior parte do horizonte B, excluído o BC, predominância de cores (amostra úmida) conforme definido a seguir: a) matiz 5YR ou mais vermelho com valor igual ou superior a 3 e croma igual ou superior a 4; ou b) matiz mais amarelo que 5YR com valor 4 ou 5 e croma 3 a 6.
- Léptico: quando apresenta contato lítico entre 50 e 100cm;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracterizam por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 32,6 km² (1,2% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas e morros, em relevo suave ondulado a forte ondulado com declives de 3 a 50% (componente das unidades de mapeamento PVe3, PVe4 e PVe7). Em função dos

fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subcaducifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila; sendo predominantemente utilizados com pastagens, ocorrendo também áreas de floresta.

3.1.7.1.7 Neossolos

Compreende solos pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico, com reduzido desenvolvimento pedogenético, em consequência da baixa intensidade de atuação dos processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas no material originário.

3.1.7.1.7.1 Neossolos Flúvicos

Solos derivados de sedimentos aluviais com o horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si.

Apresentam grande variabilidade espacial. Possuem sequência de horizontes do tipo A-C, em geral de textura média leve e arenosa, moderada e imperfeitamente drenados, com evidências de gleização em subsuperfície.

Na RH-VI esses solos têm horizonte A moderado, com espessura de 5 a 30cm, cores bruna, bruno-amarelado-escura e bruno-acinzentado muito escura (matizes da ordem de 10YR e 2,5Y, valores 3 ou 4 e cromas 2 ou 3), textura média e arenosa, com argila variando de 110 a 290g/kg. Possuem estrutura fraca e moderada pequena e média granular e blocos subangulares, de consistência friável a muito friável quando úmido e ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte C plana e clara, por vezes, abrupta. O teor de carbono orgânico varia de 8 a 35g/kg, a CTC de 7,4 a 14,9cmol /kg, a soma de bases varia de 2,0 a 8,1cmol /kg, com saturação de 19 e 54%, e alumínio trocável entre 0,4 a 2,2cmol /kg, com saturação entre 5 e 47%. O pH varia de 4,5 a 5,4 sendo, portanto, fortemente ácidos.

O horizonte C apresenta cores predominantes bruno-oliváceas, bruno-oliváceo-claras, brunas e bruno-amareladas (matizes 2,5Y e 10YR, valores 4 ou 5 e cromas de 3 a 6), textura arenosa e média, com teores variando de 60 a 250g/kg, e relação silte/argila entre 0,4 e 2,0. O grau de saturação por bases varia de 16 a 27% e a saturação por alumínio de 46 a 69%. As classes de Neossolo Flúvico ocorrentes na área são:

- Neossolo Flúvico Ta Distrófico gleico;

- Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Gleico: apresenta horizonte glei ou mosqueados de oxidação e redução.

Estes solos ocorrem em 52,7 km^2 (2,0% da área do levantamento), em posições fisiográficas de vales da planície costeira, situados no médio e alto curso do rio São João, em relevo plano, por vezes com microrrelevo, com declives de 0 a 1% (componente da unidade RUbd, e registrados como inclusão nas unidades GMa1, GXve1 e GXbd1). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical higrófila de várzea. São atualmente utilizados com pastagens e, secundariamente, ocupados por floresta alterada. Possuem elevado potencial agrícola, com limitações principalmente devido a restrições de drenagem interna e ao ocasional risco de inundação.

A unidade de mapeamento que apresenta Neossolos Flúvicos como tipo de solo dominante é a seguinte:

Unidade RUbd

Os solos componentes desta unidade são provenientes de sedimentos aluvionares, ocorrendo a montante da represa de Juturnaíba, muitas vezes em diques marginais ao rio São João, que se encontram retificado em muitos trechos. Situam-se em posição relativa mais elevada na planície costeira, apresentando deposição aluvionar grosseira, com camadas estratificadas de textura arenosa e média leve. Possuem relevo plano, por vezes com microrrelevo, com declives de 0 a 1%, em altitudes que variam de 5 a 55 metros, estando sujeitas a inundações, incrementadas pelo aporte de água proveniente das áreas escarpadas da Serra dos Órgãos.

Ocupa 52,7 km² (2,0% da área do levantamento), sendo bastante utilizada com pastagens. A vegetação original de floresta tropical higrófila de várzea recobre parte da área. Estas terras estão entre as que possuem o maior potencial para agricultura, tendo como principal limitação a restrição de drenagem, além do risco de inundação. Manifestam drenagem interna moderada e imperfeita, muitas vezes com lençol freático entre 50 e 150cm de profundidade.

Esta classe de solo não ocorre como solos dominantes em nenhuma unidade de mapeamento. Os solos componentes da associação são Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico (40%) +

Neossolo Flúvico Ta Distrófico gleico (25%), ambos textura média e média/arenosa + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (20%), textura argilosa/média, todos A moderado. Ocupando cerca de 15% da área ocorre a seguinte inclusão: Gleissolo Melânico Distrófico típico, textura média, A proeminente, Tb.

3.1.7.1.7.2 Neossolos Regolíticos

Solos com horizonte A sobrejacente ao horizonte C ou Cr, e apresentando contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm.

Compreende solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos e com sequência de horizontes do tipo A-C-R ou A-Cr-R. São bem e moderadamente drenados, por vezes pouco profundos (substrato rochoso entre 51 e 100cm de profundidade), e possuem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. São originados a partir da decomposição de gnaisses intermediários da Unidade Búzios e ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, de idade pré-cambriana; ocorrem também solos desenvolvidos de rochas alcalinas e intermediárias do Complexo Alcalino Cabo Frio-Atalaia, de idade terciária.

Estes solos são de pouca frequência na área em estudo (8,3 km², que representa 0,3% da área do levantamento). São eutróficos, com saturação por bases de 95 a 100%, de textura média ou argilosa, por vezes, cascalhenta. O horizonte A é chernozêmico, com espessura de 30 a 45cm; e, em geral, é seguido do saprólito (horizonte C).

As classes de solo de Neossolos Regolíticos ocorrentes são:

- Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico;
- Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico;
- Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico saprolítico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Chernossólico: por apresentar um horizonte superficial chernossólico;
- Léptico: apresentam contato lítico entre 50 e 100 cm;
- Saprolítico: Presença de C ou Cr dentro de 100 cm e sem ocorrência de contato lítico dentro de 200 cm da superfície;

Esta classe de solo não ocorre como solos dominantes em nenhuma unidade de mapeamento. Estes solos situam-se em posições mais dissecadas das encostas de morros e montanhas, em relevo forte ondulado e montanhoso com declives de 25 a 70% (são integrantes de associação nas unidades de mapeamento PVe7 e CXvd, e registrados como inclusão na unidade de mapeamento PVe2). Em geral, encontram-se sob cobertura vegetal de floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila, atualmente ocupados com floresta alterada. Por suas características de solum pouco espesso, textura, estrutura e consistência, assim como pela posição que ocupam na paisagem, esses solos são muito susceptíveis à erosão.

3.1.7.1.7.3 Neossolos Quartzarênicos

Solos com sequência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, tendo textura areia ou areia-franca até, no mínimo, a profundidade de 150cm ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo

Os solos são profundos, excessivamente drenados, de baixa fertilidade natural, podendo o horizonte A estar ausente em áreas desprovidas de vegetação, que estão localizadas mais próximas ao mar ou estão sujeitas à ação constante dos ventos. São derivados de sedimentos areno-quartzosos, não consolidados, de origem marinha, e idade quaternária.

O horizonte A é fraco ou moderado, com espessura de 10 a 40cm, com estrutura em grãos simples e fraca pequena granular. O horizonte C tem camadas pouco diferenciadas, de consistência solta e cores acinzentadas.

As classes de solo que ocorrem como componentes de associação são:

- Neossolo Quartzarênico Órtico gleico;
- Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

Abaixo segue detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Gleico: apresenta horizonte glei ou mosqueados de oxidação e redução
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem na região litorânea, situados em áreas de restinga, constituindo cordões litorâneos, em relevo plano com declives de 0 a 2% (componente das unidades de mapeamento

EKg1, EKg2, EKg3, ESo e RQo). A cobertura original é de floresta de restinga, restinga arbustiva e campo de restinga. Parte expressiva da área das cidades litorâneas estão sobre esses solos e os Espodossolos.

A unidade de mapeamento que apresenta Neossolos Quartzarênicos Órticos como tipo de solo dominante é a seguinte:

Unidade RQo

Ocorre em ambiente de restinga, na parte sul da área em estudo, nas proximidades da praia de Maçambaba, sendo constituída por cordões litorâneos, de relevo plano, declives de 0 a 2% e altitudes de 5 a 14m. A vegetação original de restinga arbustiva encontra-se relativamente preservada, sendo utilizada em alguns locais como áreas urbanas. Ocupa 1346 km², que representa 0,5% da área do levantamento.

Os solos integrantes dessa unidade são: Neossolo Quartzarênico Órtico típico (60%), mesodistrófico + Neossolo Quartzarênico Órtico gleico (30%), álico, ambos A fraco. Apresenta como inclusão (10%): Espodossolo Cárbico Hidromórfico arênico, álico.

3.1.7.1.8 Nitossolos

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico de argila de atividade baixa, textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos ou prismática moderada ou forte, com a presença de cerosidade e/ou superfícies de compressão, subjacente a horizonte A de qualquer tipo.

3.1.7.1.8.1 Nitossolos Háplicos

Solos com matiz mais amarelo que 2,5YR na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

Exibem sequência de horizontes do tipo A-B-C, são bem drenados, originados da decomposição de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, e também de gnaisses intermediários da Unidade Búzios, ambos de idade pré-cambriana. Por vezes exibem saprólito entre 50 e 100cm de profundidade.

Possuem horizonte A moderado com espessura de 10 a 20cm, cores que variam de bruna a bruno-avermelhado-escura (nos matizes 5YR a 10YR, valores de 3 e 4 e cromas de 2 e 3). A

textura é média e argilosa, o teor de argila varia de 250 a 500g/kg. Apresenta estrutura moderada e fraca pequena e média granular e blocos subangulares, consistência friável quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte B plana e gradual ou clara. O teor de carbono orgânico varia de 10 a 28g/kg, a CTC de 7,5 a 12,0cmol/kg de solo, soma de bases de 1,1 a 7,2cmol/kg, com saturação por bases de 14 a 66%, alumínio trocável entre 0 e 2,3cmol/kg com saturação de 0 a 66%. O pH geralmente varia de 3,9 a 6,1, sendo, portanto, moderadamente e fortemente ácidos.

O horizonte B exibe cores vermelho-amareladas e bruno-forte (matiz da ordem de 3,5YR a 7,5YR, valores de 3,5 a 5 e cromas de 6 a 8). A textura é argilosa ou muito argilosa, com argila variando de 380 a 740g/kg (com relação textural de 1,2 a 1,7), relação silte/argila entre 0,1 a 0,4, apresentam cerosidade comum e moderada ou forte. Estrutura moderada e forte média e grande em blocos, consistência friável e firme quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. Ocorre transição plana e clara ou difusa entre os subhorizontes. O grau de saturação por bases varia de 8 a 79% e a saturação por alumínio de 3 a 86%. A fração argila tem atividade variando de 6 e 25cmol/kg de argila. Os teores de ferro variam de 31 a 134g/kg de TFSA e a relação SiO2/Al O3 (Ki) situa-se entre 1,5 e 2,4.

As classes de Nitossolos Háplicos ocorrente3s são:

- Nitossolo Háplico Distrófico argissólico;
- Nitossolo Háplico Distrófico latossólico;
- Nitossolo Háplico Distrófico típico;
- Nitossolo Háplico Eutrófico argissólico saprolítico.

A seguir é apresentado o detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Argissólico: apresentam caráter argilúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo, que consiste no aumento de argila com a profundidade, com concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior do que 1,4.
- Tb: argila de atividade baixa.
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Latossólico:
- Saprolítico: Presença de C ou Cr dentro de 100cm e sem ocorrência de contato lítico dentro de 200cm da superfície;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 59,7km² (2,2% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas, morros e montanhas, em relevo normalmente ondulado e forte ondulado com declives de 8 a 60% (componente da unidade de mapeamento PVe7, e inclusão nas unidades PAd1, PAd2, PAd3, PAd6, PAd9, LAd1 e LAd4). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subperenifólia, floresta tropical subcaducifólia e floresta tropical caducifólia/caatinga hipoxerófila; sendo predominantemente utilizados com pastagens, acontecendo também áreas de floresta.

3.1.7.1.9 Organossolos

Compreende solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso. Apresentam horizonte O ou H hístico com espessura mínima de 40cm, dentro de 80cm da superfície do solo, ou com no mínimo 30cm de espessura se sobrejacente a contato lítico.

3.1.7.1.9.1 Organossolos Tiomórficos

Solos que tem horizonte sulfúrico e/ou materiais sufídricos dentro de 100cm da superfície do solo.

Esta classe é pouco frequente na área em estudo (12,2 km², que corresponde a 0,5% da área levantada). Ocorre em locais deprimidos do baixo curso do rio São João, originado de acumulações orgânicas sobre sedimentos fluviais ou fluviomarinhos, de idade quaternária. São solos de constituição orgânica, muito mal drenados, com lençol freático aflorante,

extremamente ácidos, apresentando elevada concentração de enxofre elementar ou de compostos deste elemento.

A classe de solo, registrada apenas como ocorrência na unidade EKg3, GMe e GMa2 é a dos Organossolos Tiomórficos Hêmico alumínicos, cuja especificação das características é feita abaixo.

- Hêmico: formado por material orgânico em estágio de decomposição intermediário entre o fíbrico e o sáprico;
- Alumínico: por apresentarem o caráter alumínico, caracterizado por teor de alumínio extraível >4cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio >50% e/ou saturação por bases <50% no horizonte B, ou no C quando não existe B.

3.1.7.1.10 Planossolos

Compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com o horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B plânico subjacente, adensado, com acentuada concentração de argila e permeabilidade muito lenta, constituindo, por vezes, um pã, responsável pela ocasional formação de lençol d'água suspenso.

3.1.7.1.10.1Planossolos Nátricos

Solos apresentando caráter sódico no horizonte B plânico. Esta classe de solo é pouco frequente na área em estudo (36,9 km², que corresponde a 1,4% da área do levantamento). Diferencia-se dos Planossolos por ter teores de sódio trocável em torno de 16-17% no horizonte B plânico. Foram registrados como: componente de associação na unidade SGe e inclusão nas unidades GXve2 e SXe.

As classes de solo e respectivos perfis são mostrados a seguir.

- Planossolo Nátrico Órtico arênico;
- Planossolo Nátrico Órtico típico;
- Planossolo Nátrico Sálico duripânico flúvico.

A seguir é feito o detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Arênico: apresentam textura arenosa desde a sua superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade
- Duripânico: quando existe presença de um duripan;
- Flúvico: apresentam caráter Flúvico por serem formados sobre sedimentos aluviais;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.1.10.2Planossolos Hidromórficos

Solos com horizonte glei coincidindo com o horizonte B plânico e, em adição, foram considerados os solos que são mal drenados. Compreende solos mal drenados, com sequência de horizontes do tipo A-Btg-C ou A-E-Btg-C, sendo comum a ocorrência de descontinuidades no material de origem, com mudança textural abrupta entre o horizonte A ou E e o horizonte B plânico. São desenvolvidos a partir de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos de idade pré-cambriana e, também, de sedimentos colúvio-aluvionares de idade quaternária, em ambas as situações apresentam cobertura de sedimentos arenosos, sendo frequente a influência marinha.

Essa mudança textural abrupta é uma característica distintiva marcante desses solos, que no campo pode ser constatada através de uma linha ou faixa muito estreita que separa o horizonte B textural dos horizontes sobrejacentes, comumente observada quando o solo está seco ou com teores baixos de umidade.

Tem horizonte A moderado, com espessura variando de 10 a 30 cm, cor dominante cinzento muito escura a bruno-acinzentada (matiz 10YR, com valores de 3 a 5 e cromas de 1 e 2). A textura é dominantemente arenosa, com argila entre 10 e 150g/kg, e a estrutura é fraca pequena e média granular e grãos simples. O teor de carbono varia de 5 até 18g/kg, a CTC está entre 2,9 e 12,9cmol/kg de solo, soma de bases de 2,3 a 9,3cmol/kg com saturação de 67 a 78, o alumínio trocável está ausente. O pH varia entre 5 e 5,7 sendo, portanto, fortemente e moderadamente ácidos.

O topo do horizonte Bt ocorre entre 15 e 60cm de profundidade. Este horizonte apresenta cor bruno-acinzentado muito escura a cinzenta (matiz 10YR, valores de 4 a 5 e cromas de 1 a 2), geralmente com mosqueados resultantes de condições de redução, textura média ou argilosa com teores de argila variando de 320 a 380g/kg (com relação textural entre 2,3 e 3,8). A

estrutura é moderada e forte média e grande em blocos angulares e prismática, consistência firme e muito firme quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. O grau de saturação por bases varia de 83 a 95% e a saturação por alumínio de 0 a 6%. A fração argila tem atividade que varia de 32 a 52cmol/kg de argila. A saturação com sódio atinge valores de até 11% e, eventualmente, ocorrem perfis salinos, evidenciando a influência marinha. Os perfis que possuem teor de sódio entre 6 e 15% são denominados de solódicos no 4º nível categórico.

As classes de Planossolos Hidromórficos ocorrentes são:

- Planossolo Hidromórfico Sálico solódico;
- Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico;
- Planossolo Hidromórfico Eutrófico flúvico solódico;
- Planossolo Hidromórfico Eutrófico salino solódico;
- Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico.

A seguir é feito o detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Sálico: por apresentarem Caráter sálico, pela presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano.
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Arênico: apresentam textura arenosa desde a sua superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem em 95,6 km² (3,6% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de várzeas da planície costeira e, menos frequentemente, colinas baixas com relevo muito arrasado, plano e suave ondulado com declives de 0 a 6% (componente das unidades de

mapeamento GXve2, SGd, SGe e SXe; e inclusão na unidade SXd). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subcaducifólia; sendo utilizados com pastagens e, em menor frequência, ocupado por áreas urbanas. Manifestam fortes limitações ao uso agrícola, principalmente por suas características físicas, com restrições de drenagem interna e limitações ao desenvolvimento radicular.

As unidades de mapeamento que apresentam Planossolos Hidromórficos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade SGd

Ocorre em áreas pouco amplas na parte norte da folha Araruama, em posição fisiográfica de várzeas estreitas da planície costeira, de relevo plano, com declives de 0 a 2% e altitudes que variam de 30 a 50 metros. A vegetação original de floresta tropical subcaducifólia, nas partes ligeiramente mais elevadas do terreno, e de campo tropical higrófilo de várzea, nas partes mais baixas, são representadas por poucos remanescentes, sendo a pastagem o uso predominante. Abrange 47,7 km², que representa 1,8% da área levantada.

Os solos componentes da associação são Planossolo Hidromórfico Distrófico flúvico (40%) + Planossolo Háplico Distrófico típico (25%), ambos textura média/argilosa, Tb, fase floresta tropical subcaducifólia + Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (20%), textura média e média/argilosa, fase campo tropical higrófilo de várzea, todos A moderado. Estes solos são provenientes de sedimentos colúvio-aluvionares do Quaternário. São imperfeitamente e mal drenados, e apresentam condição de drenagem restrita, tanto superficial como subsuperfícial. Foram identificadas as seguintes inclusões (15%): Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico flúvico, textura média, Ta + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico típico, textura muito argilosa.

Unidade SGe

Distribui-se por amplos sítios na parte central e sudeste da área em estudo, abrangendo 121,6 km² (4,6% do levantamento), sendo bastante utilizada com pastagens e, em menor proporção, ocupada com áreas urbanas. A vegetação original de floresta tropical subcaducifólia, nas partes mais elevadas do terreno, e de campo tropical higrófilo de várzea, nas partes mais baixas, são representadas por poucos remanescentes. Em função do relevo verificam-se problemas diferenciados de drenagem, as partes mais baixas estão sujeitas a inundações esporádicas,

enquanto os solos localizados em posição topográfica superior apresentam-se com restrições de drenagem interna.

Situam-se em posição fisiográfica de várzeas amplas da planície costeira e em colinas baixas com relevo muito arrasado, plano, com declives de 0 a 3% e altitudes que variam de 2 a 30 metros. Os solos componentes desta unidade sofreram influência marinha e tem sodicidade e, por vezes, salinidade. São provenientes de sedimentos colúvio-aluvionares do Quaternário, nas partes mais baixas do relevo, e derivados de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, do Pré-Cambriano, nas partes mais elevadas; em ambas as situações estes solos foram recobertos por sedimentos arenosos.

Os solos componentes da associação são Planossolo Hidromórfico Eutrófico flúvico solódico (25%), textura média, Ta + Planossolo Háplico Distrófico arênico solódico (20%), textura arenosa/argilosa, Tb + Planossolo Nátrico Sálico duripânico flúvico (20%), textura arenosa/média, Ta, todos fase floresta tropical subcaducifólia + Gleissolo Háplico Ta Eutrófico salino solódico (20%), textura argilosa e média/argilosa, fase campo tropical higrófilo de várzea, todos A moderado. Foram identificadas as seguintes inclusões (15%): Planossolo Nátrico Órtico típico, textura média/argilosa, Tb + Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico flúvico, textura média, Ta + Planossolo Háplico Eutrófico solódico, textura arenosa/argilosa, Tb.

3.1.7.1.11 Planossolos Háplicos

Outros Planossolos que não se enquadram nas classes anteriores. Diferencia-se do Planossolo Hidromórfico, entre outros aspectos, por manifestar drenagem imperfeita. Compreende solos imperfeitamente drenados, com sequência de horizontes do tipo A-Bt-C ou A-E-Bt-C, sendo comum a ocorrência de descontinuidades no material de origem. São desenvolvidos a partir de saprólitos de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos de idade pré-cambriana e, também, de sedimentos colúvio-aluvionares de idade quaternária, em ambas as situações tem cobertura de sedimentos arenosos.

Apresentam horizonte A moderado, com espessura variando de 10 a 35 cm, cor dominante cinzento muito escuras a bruno-acinzentadas (matiz 10YR, com valores 3 ou 4 e cromas 2 ou 3). A textura é dominantemente arenosa, com argila entre 80 e 110g/kg, e a estrutura é fraca pequena e média granular e grãos simples. O teor de carbono varia de 4 até 9g/kg, a CTC está

entre 2,9 e 5,8cmol/kg de solo, soma de bases de 2,1 a 4,8cmol/kg com valores de saturação de 62 a 83, o alumínio trocável situa-se entre 0 a 0,2cmol/kg, com saturação de 0 a 16%. O pH varia entre 5 e 6,3 sendo, portanto, fortemente e moderadamente ácidos.

O topo do horizonte Bt ocorre entre 30 e 80cm de profundidade. Este horizonte exibe cores bruno-acinzentadas a bruno-escuras (matizes 10YR a 2,5Y, com valores de 3 a 6 e cromas de 2 a 3), por vezes com mosqueados resultantes de condições de redução, textura argilosa com teores de argila variando de 400 a 520g/kg (com relação textural entre 4,1 e 6,5). A estrutura é moderada e forte média e grande em blocos angulares e prismática, consistência firme e muito firme quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. O grau de saturação por bases varia de 32 a 81% e a saturação por alumínio de 4 a 44%. A fração argila tem atividade que varia de 15 a 31cmol/kg de argila. A saturação com sódio atinge valores de até 14%. Os solos que apresentam teor de sódio entre 6 e 15% são denominados de solódicos no 4º nível categórico.

As classes de Planossolos Háplicos ocorrentes são listadas a seguir:

- Planossolo Háplico Distrófico arênico solódico;
- Planossolo Háplico Distrófico típico;
- Planossolo Háplico Eutrófico arênico solódico;
- Planossolo Háplico Eutrófico léptico;
- Planossolo Háplico Eutrófico solódico.

A seguir é feito o detalhamento das características que diferenciam estas classes de solos:

- Arênico: apresentam textura arenosa desde a sua superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracterizam por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Léptico: quando apresenta contato lítico entre 50 e 100cm;

Estes solos ocorrem em 116,2 km² (4,4% da área do levantamento), situados em posições fisiográficas de colinas baixas com relevo muito arrasado e, eventualmente, em várzeas da planície costeira, em relevo plano e suave ondulado com declives de 0 a 6% (componente das unidades de mapeamento PVd5, SGd, SGe, SXd e SXe; e inclusão na unidade PVe3). Em função dos fragmentos florestais remanescentes, infere-se que a fitofisionomia da cobertura vegetal primitiva é do tipo floresta tropical subcaducifólia; sendo utilizados com pastagens e, em menor frequência, com áreas urbanas. Possuem fortes limitações para o uso agrícola, principalmente por suas características físicas, com restrições de drenagem interna e limitações ao desenvolvimento radicular.

As unidades de mapeamento que apresentam Planossolos Háplicos como tipo de solo dominante são as seguintes:

Unidade SXd

Ocorrem em situação de colinas muito baixas com relevo muito arrasado (em posição relativa mais baixa que a unidade PAd6), v com declividade de 1 a 5% e altitudes que variam de 30 a 50 m. O material de origem resulta do produto de intemperização de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos, do Pré-Cambriano, recobertos por sedimentos arenosos. Atualmente as terras desta unidade são utilizadas com pastagens, restando poucos remanescentes da cobertura original de floresta tropical subcaducifólia. Esta unidade ocupa uma superfície de 7,9 km², correspondente a 0,3% da área do levantamento.

Os solos componentes da associação são Planossolo Háplico Distrófico típico (50%), textura média/argilosa, A moderado, Tb + Argissolo Amarelo Distrófico planossólico (40%), textura arenosa/muito argilosa, A proeminente. Estes solos são imperfeita e moderadamente drenados, e apresentam camadas de baixa permeabilidade em subsuperfície. Foram identificadas as seguintes inclusões (10%): Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico, textura média/argilosa, Ta + Planossolo Háplico Distrófico arênico solódico, textura arenosa/argilosa, Tb.

Unidade SXe

Ocupa uma superfície de 105,6 km², correspondente a 4,0% da área do levantamento. Ocorre na parte central e sudeste da área em estudo, em situação de colinas muito baixas com relevo muito arrasado e com influência marinha (em posição relativa mais baixa que a unidade PAd6), topografia plana e suave ondulada com declividade de 1 a 5%, e altitudes que variam de 5 a 50 m. O material de origem resulta do produto de intemperização de ortognaisses da Unidade Região dos Lagos do Pré-Cambriano, recobertos por sedimentos arenosos. Atualmente as terras desta unidade são utilizadas com pastagens e, em partes menores, com ocupação urbana e plantios de eucalipto, restando poucos remanescentes da cobertura original de floresta tropical subcaducifólia.

Os solos componentes da associação são Planossolo Háplico Eutrófico solódico (25%), textura média/argilosa, Ta + Planossolo Háplico Distrófico arênico solódico (20%), textura arenosa/argilosa, Tb + Planossolo Hidromórfico Eutrófico arênico (20%), textura arenosa/argilosa, Ta + Argissolo Amarelo Distrófico planossólico (20%), textura arenosa/muito argilosa, todos A moderado. Estes solos são imperfeita e moderadamente drenados, possuem níveis tóxicos de sódio e, por vezes, salinidade, e apresentam camada adensada em subsuperfície, o que limita o desenvolvimento radicular das plantas e propicia a formação de lençol freático suspenso no período das chuvas. Foram identificadas as seguintes inclusões (15%): Argissolo Amarelo Eutrófico típico, textura média/argilosa + Planossolo Nátrico Órtico arênico, textura arenosa/argilosa, Tb + Planossolo Hidromórfico Eutrófico salino solódico, textura média, Ta.

3.1.7.1.12 Tipos de Terreno

Unidade SM

Referente aos mangues, esta unidade ocorre em pequenas áreas próximas à foz do rio São João e do rio das Ostras e abrange 3,6 km² (0,1% da área levantada). Apresenta predomínio de vegetação de porte arbóreo e encontra-se muito impactado pela ação antrópica, em especial nas proximidades de Rio das Ostras, onde foi submetido a aterros e obras de drenagem visando a criação de novas áreas urbanas.

Unidade D1

Corresponde às dunas, montes de areias móveis de origem marítima depositados pela ação dos ventos dominantes, apresentando orientação NE/SW. Ocorrem na borda dos litorais sul e sudeste entre a praia de Maçambaba e as dunas do Peró, passando por Cabo Frio. Possuem relevo suave ondulado e ondulado, com declives de 3 a 20%, em altitudes de 2 a 18m. Abrange 7,2km, o que representa 0,3% da área do levantamento.

Unidade D2

Abrange 18,8 km², o que representa 0,7% da área do levantamento. Diferencia-se da unidade D1 por encontrar-se em processo de colonização por restinga arbustiva. São, portanto, dunas mais estáveis. Ocorrem próximas daquela unidade; apresentam relevo plano e suave ondulado, com declives de 0 a 8%, em altitudes de 2 a 18 m.

Unidade Pr

Refere-se às praias da região. Constituem depósito de areias acumuladas pelos agentes marinhos, que se estendem desde a linha de rompente até o terraço. Ocupam grande parte da linha da costa, sendo interrompidas nos sítios próximos a Arraial do Cabo, Cabo Frio e Armação dos Búzios. Esta unidade abrange 12,7 km (0,5% do total levantado).

Unidade Sl

Corresponde às salinas, por vezes desativadas, localizadas no entorno da lagoa de Araruama, que ocupam 43,5 km², relativos a 1,6% da área do levantamento.

3.1.7.1.13 Outras Áreas

Ilha: abrange algumas ilhas que não foram mapeadas, localizadas na parte leste e sudeste da área em estudo. Ocupa 1,5 km², relativos a 0,1% da área do levantamento.

Área urbana: corresponde às áreas edificadas das cidades e principais centros abrangendo 15,6 km², relativo a 0,6% da área do levantamento.

Corpo de água: corresponde às lagoas, represas e rios que ocorrem na área. Abrange 277,7 km², relativos a 10,3% da área do levantamento.

3.1.7.2 Caracterização dos solos (escala 1:250.000)

Nesta seção será caracterizada a pedologia da RH-VI que se encontra fora das Quadrículas de Silva Jardim e Rio das Ostras, conforme identificada na Figura 3.107, área esta que possui como

levantamento de solos mais detalhado o "Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro", na escala 1:250.000 (FILHO et al., 2003).

A legenda de identificação dos solos foi organizada em conformidade com o nível do mapeamento executado, razão porque as unidades de mapeamento são constituídas, na quase totalidade, por associações, compostas usualmente por duas ou três classes de solos. Os solos são classificados até o 4º nível categórico (subgrupo), sendo ainda caracterizadas a textura, o tipo de horizonte A e as fases de vegetação, relevo, rochosidade e pedregosidade. A Tabela 3.22 apresenta a legenda de solos da área objeto da caracterização pedológica desta seção e a quantificação das áreas ocupadas por cada unidade de mapeamento de solos dentro da bacia, na porção onde o mapa na escala 1:250.000 foi utilizada para a caracterização pedológica.

Tabela 3.22 - Legenda de identificação dos solos e respectivas áreas. 1:250.000

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos			
PAd1	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Coeso típico, ambos textura argilosa ou média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado (40-30-30%).	40,34	1,13
ARGISSOLOS VERMELHOS Eutróficos			
PVe4	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, ambos textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (60-40%).	29,83	0,84
PVe8	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa/muito argilosa ou argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, textura média/argilosa ou argilosa + NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, textura argilosa ou argilosa/muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (50-30-20%).	22,46	0,63
PVe9	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, ambos textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo montanhoso e forte ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA, relevo escarpado e montanhoso (50-30-20%).	4,69	0,13
ARGISSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos			
PVAd1	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrúptico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico câmbico ou típico, ambos textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado (50-50%).	14,43	0,40
PVAd2	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrúptico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico câmbico ou típico,	9,95	0,28

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	ambos textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo forte ondulado (50-50%).		
PVAd4	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura média/argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado e forte ondulado (50- 50%).	0,70	0,02
PVAd5	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrúptico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico ou abrúptico, ambos textura média/argilosa ou média/muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo suave ondulado e ondulado (50-50%).	52,67	1,47
PVAd6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média/argilosa ou média/muito argilosa + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico ou abrúptico, textura média/argilosa, ambos A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo ondulado e suave ondulado (50- 50%).	4,16	0,12
PVAd15	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura média/muito argilosa ou argilosa/muito argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado (40-30-30%).	22,30	0,62
PVAd17	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e ondulado (40-30-30%).	14,69	0,41
PVAd21	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura média/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (30-30- 20-20%).	103,12	2,89
	CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos		
CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, fase não rochosa ou rochosa, relevo montanhoso e escarpado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura argilosa, relevo montanhoso e forte ondulado, ambos A moderado ou A proeminente, fase floresta tropical perenifólia (80-20%).	86,32	2,42
CXbd6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa, todos A moderado ou A proeminente, fase floresta tropical perenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (50-30-20%).	20,58	0,58
CXbd8	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (50-30-20%).	94,92	2,66
CXbd9	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico	0,39	0,01

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa, todos A moderado ou A proeminente, fase floresta tropical perenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso (60-20-20%).		
CXbd10	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, ambos textura argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso e forte ondulado (60-20-20%).	36,55	1,02
	ESPODOSSOLOS CÁRBICOS hidromórficos		
EKg1	ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico ou típico + ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO Hidromórfico arênico ou típico, ambos textura arenosa, A moderado ou A proeminente + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico ou gleico, A moderado ou A fraco, todos fase campo de restinga e restinga arbóreo-arbustiva, relevo plano (50-30- 20%).	11,73	0,33
	GLEISSOLOS MELÂNICOS		
GMa	GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico ou incéptico, A húmico ou A proeminente + GLEISSOLO TIOMÓRFICO Húmico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Alumínico típico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, ambos textura argilosa, A moderado, todos fase campo tropical higrófilo de várzea, relevo plano (40- 20-20-20%).	4,70	0,13
	GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Eutróficos		
GXve2	GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico salino solódico ou típico, textura argilosa ou média, A moderado + GLEISSOLO MELÂNICO Eutrófico solódico ou típico, textura argilosa ou muito argilosa, A húmico ou A chernozêmico, ambos fase campo tropical hidrófilo de várzea + GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico sálico* ou típico, textura argilosa ou muito argilosa, A húmico ou A proeminente, fase campo halófilo de várzea, todos relevo plano (40-40-20%).	4,70	0,13
	GLEISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos		
GXbd1	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, A moderado, fase floresta tropical perenifólia de várzea e campo tropical higrófilo de várzea + GLEISSOLO MELÂNICO Distrófico típico + GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico, ambos textura muito argilosa ou argilosa, A húmico ou A proeminente, fase campo tropical higrófilo de várzea e floresta tropical perenifólia de várzea, todos em relevo plano (60-20- 20%).	14,53	0,41
	LATOSSOLOS VERMELHO AMARELOS Distróficos		
LVAd9	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado e forte ondulado (60-40%).	1,95	0,05
LVAd10	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e ondulado (50-50%).	54,12	1,52

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
LVAd12	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou argissólico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico ou argissólico, ambos textura argilosa ou muito argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou latossólico, textura argilosa/muito argilosa ou média/argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e ondulado (40-30-30%).	21,11	0,59
LVAd19	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico ou típico, textura média/argilosa ou argilosa/muito argilosa, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso (40-30-30%).	36,64	1,03
LVAd26	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa ou média, todos A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso (40-30-30%).	77,00	2,16
	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Distróficos		
RUbd2	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleico ou típico, textura média ou média/arenosa, fase floresta tropical perenifólia de várzea + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura média ou argilosa, campo tropical higrófilo de várzea e floresta tropical perenifólia de várzea, ambos A moderado, fase relevo plano (80-20%).		
	NEOSSOLOS FLÚVICOS Tb Eutróficos		
RUbe2	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico gleico ou solódico, textura argilosa/arenosa ou muito argilosa/arenosa, fase floresta tropical subperenifólia de várzea + GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico solódico ou típico, textura argilosa ou muito argilosa, floresta tropical subperenifólia de várzea e campo tropical higrófilo de várzea + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico solódico ou gleico, textura argilosa/arenosa ou muito argilosa/arenosa, floresta tropical subperenifólia de várzea + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico ou solódico, textura argilosa ou muito argilosa, floresta tropical subperenifólia de várzea e campo tropical higrófilo de várzea, todos A moderado, relevo plano (30-30-20-20%).	38,79	1,09
RUbe3	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico gleico ou típico + NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico gleico ou típico, ambos textura média ou argilosa, fase floresta tropical subperenifólia de várzea + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, campo tropical higrófilo de várzea e floresta tropical subperenifólia de várzea, todos A moderado, fase relevo plano (40-20-20- 20%).	1,83	0,05
	NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos		
RLd	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, fase rochosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico léptico ou típico, ambos textura média ou argilosa, A moderado, fase floresta tropical perenifólia, relevo escarpado e montanhoso (80-20%).	10,02	0,28

Unidade de mapeamento	Associação de solos	Área	
		km²	%
	PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Distróficos		
SGd1	PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico típico, textura arenosa/argilosa ou média/argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia de várzea + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa ou muito argilosa, fase campo tropical higrófilo de várzea, ambos A moderado, fase relevo plano (70-30%).	11,34	0,32
SGd2	PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico típico ou arênico + PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Alumínico* típico, ambos textura arenosa/argilosa ou arenosa/média, A moderado, fase floresta tropical subcaducifólia de várzea, relevo plano (80-20%).	18,40	0,52
	OUTRAS ÁREAS		
	Ilha	0,13	0,00
	Corpo de água	22,47	0,63
	Área urbana	0,97	0,03
	ÁREA TOTAL	3.571,40	100,00

A seguir são descritas as principais classes de solos, que são definidas em função das descrições morfológicas, análises físicas, químicas e mineralógicas dos perfis de solo representativos das unidades de mapeamento.

3.1.7.2.1 Argissolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B textural, com baixa atividade da fração argila, subjacente a horizonte A ou E. São solos em geral profundos e bem drenados, com sequência de horizontes A, Bt, C ou A, E, Bt, C. À exceção das regiões serranas, de clima mais úmido e frio, em que apresentam ocorrência muito restrita, distribuem-se por todo o estado, em condições ambientais bastante diversas. São subdivididos, em nível categórico subsequente, em função de diferenças de coloração do horizonte B textural, conforme descrito a seguir, para as classes de ocorrência mais expressiva no estado do Rio de Janeiro.

3.1.7.2.1.1 Argissolos Amarelos

Esta classe é constituída por solos com matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Inclui os solos anteriormente classificados como Podzólicos Amarelos, e parte dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, de cores amareladas e argila de baixa atividade. Com frequência ocorrem associados a Argissolos Vermelho-Amarelos, em relevo desde montanhoso a suave ondulado, e mais raramente plano, quando geralmente estão relacionados a sedimentos terciários da Formação Barreiras e congêneres. Nesse caso, apresentam baixos teores de ferro, em geral inferiores a 70 g/kg de Fe2O3 (pelo ataque

sulfúrico), com predomínio de caulinita na fração argila, e horizonte B bastante adensado (coeso), principalmente em sua parte superior. Os solos com essas estão em geral associados a Latossolos Amarelos, dos quais diferenciam-se basicamente pelo maior gradiente textural que apresentam. Devido ao alto gradiente textural e ao frequente adensamento do topo do horizonte B, restringindo a infiltração da água das chuvas, apresentam um elevado potencial erosivo, mesmo em áreas de declive pouco acentuado, requerendo, portanto, adoção de práticas conservacionistas para sua utilização.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos PAd1 e PAd3 em 40,34 km², 1,13 % da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000.

As classes de Argissolos Amarelos ocorrentes na forma de associações de solos são as seguintes:

- ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico;
- ARGISSOLO AMARELO Distrófico câmbico ou típico;
- ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico ou abrúptico;
- ARGISSOLO AMARELO Coeso típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Abrúptico: quando apresentam mudança textural abrupta, que consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte subjacente B;
- Câmbico: quando apresentam caráter câmbico, ou seja, apresentam características intermediárias para Cambissolos;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.1.2 Argissolos Vermelhos

Os solos desta classe distinguem-se por apresentarem cores em matiz 2,5YR ou mais vermelho nos primeiros 100 cm do horizonte B. Correspondem aos antigos Podzólicos Vermelho-Escuros, conforme o esquema de classificação anteriormente adotado no Brasil. São os solos

dominantes nas elevações de relevo forte ondulado dessa região, assim como nas áreas mais íngremes, referentes às serras residuais e bordas de superfícies elevadas. Quase invariavelmente de caráter eutrófico, encontram-se em geral associados a Argissolos Vermelho-Amarelos, sob vegetação predominante de floresta tropical subcaducifólia, ou menos frequentemente caducifólia. Apresentam horizonte B de textura argilosa ou muito argilosa, com estrutura em blocos bem desenvolvida, associada com cerosidade pelo menos moderada, e elevado gradiente textural, embora solos de caráter abrupto sejam menos comuns. Apesar da boa fertilidade natural que apresentam são pouco utilizados com agricultura; o uso com pastagem é generalizado, com ocorrência bastante frequente de áreas desnudas e mesmo alguma erosão em sulcos.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos PAd1 e PAd3 em 56,98 km^2 (1,60 %) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000.

A classe de Argissolos Vermelhos ocorrente na forma de associações de solos é ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.1.3 Argissolos Vermelho-Amarelos

Os Argissolos Vermelho-Amarelos distinguem-se pela dominância de cores de matiz 5YR ou mais vermelhas, e mais amarelas do que 2,5YR, nos primeiros 100 cm do horizonte B. Correspondem, em grande parte, aos solos anteriormente denominados Podzólicos Vermelho-Amarelos. Com grande expressão territorial no estado, apresentam características bastante diversificadas, com ocorrência de solos de caráter eutrófico, distrófico ou mesmo álico (saturação por Al maior ou igual a 50%), em relevo que varia de suave ondulado a montanhoso, sob vegetação original de floresta tropical subcaducifólia ou subperenifólia, e mais raramente caducifólia. É comum a presença de solos com características intermediárias para Latossolos, com os quais encontram-se muitas vezes associados na paisagem, em geral sob o domínio da vegetação de floresta subperenifólia. Nessas áreas, são geralmente distróficos ou álicos, além

de bastante espessos. Em condições de clima mais seco, por outro lado, tendem a apresentar melhor fertilidade natural, com ocorrência muito expressiva de solos eutróficos, que em geral tendem a ser menos profundos que aqueles, com frequência associados a Argissolos Vermelhos. São predominantemente cauliníticos, comumente bem drenados, com horizonte A moderado e textura média/argilosa ou média/muito argilosa.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos PVe4 e PVe8, PVe9, PVe12, PVAd1, PVAd2, PAd4, PVAd5, PVAd6, PVAd15, PVAd17, PVAd21 em 222,02 km² (6,22 %) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.00.

As classes de Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrentes na forma de associações de solos são as seguintes:

- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico;
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou abrúptico;
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico ou latossólico;
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Abrúptico: quando apresentam mudança textural abrupta, que consiste em considerável aumento no conteúdo de argila dentro de uma pequena distância vertical, menor ou igual a 8cm, na zona de transição entre o horizonte A, ou E, e o horizonte subjacente B;
- Latossólico: quando apresentam caráter latossólico, ou seja, apresentam características intermediárias para Latossolos;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.2 Cambissolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente subjacente a horizonte A de qualquer tipo (excluído o A chernozêmico quando o horizonte Bi apresentar argila de atividade alta e alta saturação por bases), ou sob horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. São solos pouco evoluídos, de características bastante variáveis,

mas em geral pouco profundos ou rasos e com teores de silte relativamente elevados. Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Bi, C, com modesta diferenciação entre eles. Devido a seu desenvolvimento ainda incipiente, as características desses solos são em geral bastante influenciadas pelo material de origem. São os solos dominantes nas regiões serranas. São encontrados também com expressão bem menor em áreas de relevo plano relacionadas a algumas planícies fluviais. Para distinção desses solos em segundo nível categórico são empregados critérios relativos ao tipo de horizonte superficial, conforme descrito a seguir.

3.1.7.2.2.1 Cambissolos Háplicos

Caracterizados pela ausência de horizonte hístico ou A húmico, estes solos apresentam grande distribuição espacial no Estado do Rio de Janeiro. Ocorrem preferencialmente nas regiões de maior altitude, sob floresta tropical perenifólia, em relevo montanhoso e forte ondulado, ocupando em geral as áreas côncavas das encostas íngremes, associados a Latossolos Vermelho-Amarelos ou Latossolos Amarelos, dos quais se diferenciam basicamente pela pouca espessura do horizonte B (inferior a 50 cm), ou ainda por apresentarem quantidades mais elevadas de silte ou de minerais intemperizáveis. São também dominantes nas áreas íngremes das escarpas serranas, onde em geral ocorrem ao lado de Neossolos Litólicos e afloramentos de rocha. Em ambas as situações são predominantemente distróficos, por vezes com teores de alumínio em níveis tóxicos, mas que não excedem 4 cmolc/kg, e apresentam fração argila de baixa atividade. Ocorrem ainda em áreas de altitudes um pouco menores, no ambiente de domínio da floresta tropical subperenifólia, também em relevo movimentado, associados a Latossolos ou mesmo Argissolos, onde apresentam também baixa saturação por bases e argila de baixa atividade. Já nas áreas de clima mais seco, a ocorrência de Cambissolos Háplicos é bastante restrita.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos CXve, CXbd4, CXbd6, CXbd8, CXbd9, CXbd10 em 238,18 km^2 (6,69 %) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000, além de participarem como componentes minoritárias da associação com RLd.

As classes de Cambissolos Háplicos ocorrentes na forma de associações de solos são as seguintes:

- CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico;

- CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico léptico;
- CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico léptico;
- CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico solódico;
- CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Léptico: quando apresenta contato lítico entre 50 e 100 cm;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.3 Espodossolos

Esta classe compreende solos minerais com horizonte B espódico, até a profundidade máxima de 400 cm, imediatamente abaixo de horizonte E, ou mesmo sob o horizonte A. Embora com menor frequência, é possível a ocorrência de horizonte H ou O com espessura inferior a 40 cm à superfície. São, portanto, solos com nítida diferenciação de horizontes, em geral com sequência do tipo A, E, Bh, C (pode ocorrer também horizonte Bhs ou Bs). Pelo esquema de classificação anterior, eram reconhecidos como Podzóis ou Podzóis Hidromórficos. Estão relacionados aos sedimentos arenosos de origem marinha que constituem os cordões litorâneos, dispostos em faixas subparalelas ao longo da costa. São em geral hidromórficos, de textura arenosa ao longo de todo o perfil, com horizonte B espódico precedido por horizonte E álbico. Em sua maior parte, são recobertos por vegetação de restinga do tipo campestre ou arbóreo-arbustiva. Como regra geral ocorrem em associação com Neossolos Quartzarênicos, estes com expressão territorial bem inferior. Pastagem natural de baixa qualidade e pequenos plantios de coco são os tipos de utilização dominantes; e nas últimas décadas tem crescido a pressão de ocupação urbana, relacionada ao turismo de veraneio nos trechos mais próximos do litoral. São

individualizados, em segundo nível categórico, em função de características do horizonte B espódico, conforme segue.

3.1.7.2.3.1 Espodossolos Cárbicos

Estes solos caracterizam-se pela presença exclusiva de horizonte Bh, indicando acúmulo, principalmente, de carbono orgânico e alumínio no horizonte B espódico (perfil 14). Em nível categórico subsequente (grande grupo) distinguem-se em Hidromórficos, referentes aos solos que se encontram saturados com água até pelo menos 100 cm da superfície, na maioria dos anos, e que apresentam evidências de hidromorfismo (indicado pela ocorrência de horizonte hístico, não registrada no estado, ou pela presença de mosqueados relacionados a redução e oxidação de ferro ou manganês nos primeiros 50 cm de profundidade); Hiperespessos, com horizonte Bh abaixo de 200 cm, que ocorrem apenas como inclusão; e em Órticos, caso não apresentem estas características.

Estes solos ocorrem como componente principal da associação de solos EKg1 em 11,73 km² (0,33 %) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000.

As classes de Espodossolo Cárbico ocorrente na forma de associações são:

- ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico arênico.
- ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromórfico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Hidromórfico: que apresentam excesso de água durante a maior parte do ano;
- Arênico: apresentam textura arenosa desde a sua superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.3.2 Espodossolos Ferrocárbicos

Diferencia-se da classe anterior apenas em função das características do horizonte B espódico, que indicam acúmulo de ferro, exclusivo ou não, evidenciado pela presença de horizonte Bhs ou Bs (acompanhados ou não de horizonte Bh). À semelhança dos Espodossolos Cárbicos, com os quais encontram-se associados nos ambientes de restinga do estado, são individualizados também, em nível de grande grupo, como Hidromórficos, Hiperespessos e Órticos, segundo os

mesmos critérios. Os primeiros tendem a ocorrer em áreas sob restinga de pequeno porte, e os últimos sob vegetação de porte florestal, onde a presença de Espodossolos Ferrocárbos Hiperespessos é apenas esporádica.

A classe Espodossolo Ferrocárbico ocorrente na forma de componente minoritários em associações de solos é a ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO Hidromórfico.

3.1.7.2.4 Gleissolos

Sob esta denominação estão compreendidos solos minerais, hidromórficos, com horizonte glei ocorrendo a 50 cm de profundidade ou menos, ou até 125 cm, se em sequência a horizonte A ou E, neste caso excluídos os solos de textura arenosa nos primeiros 150 cm a partir da superfície ou até um contato lítico. Podem também apresentar horizonte hístico, desde que não atenda aos requisitos para distinção da classe dos Organossolos. São solos relativamente recentes, pouco evoluídos, em geral originados de sedimentos de idade quaternária, apresentando, portanto, grande variabilidade espacial. Em segundo nível categórico são subdivididos em função da presença de tiomorfismo ou salinidade, ou pelo tipo de horizonte superficial. Na RH-VI ocorrem as classes descritas a seguir.

3.1.7.2.4.1 Gleissolos Melânicos

Os solos desta classe distinguem-se por apresentarem horizonte superficial do tipo A chernozêmico, A proeminente ou A húmico, ou ainda horizonte hístico, desde que com menos de 40 cm de espessura; equivalem ao conceito de Glei Húmico, conforme o esquema de classificação anteriormente adotado no Brasil. São solos em geral mal ou muito mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano e sequência de horizontes do tipo A, Cg ou H, Cg. Ocorrem em áreas de várzea, distribuídas por todo o estado, mas principalmente nas em grandes baixadas. Originalmente encontravam-se recobertos por vegetação de campos ou florestas de várzea, hoje preservados apenas em poucos locais. Atualmente são utilizados principalmente com pastagens e algumas lavouras de arroz, milho e olerícolas, em áreas menores. Apresentam características bastante diversificadas, com ocorrência de solos distróficos, eutróficos ou mesmo álicos, com fração argila de baixa ou alta atividade.

Estes solos ocorrem como componente principal da associaçãos de solos GMa em 4,70 km² (0,13%) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000 e como componente nas associações GXve2, GXbd1.

As classes de Gleissolos Melânicos ocorrentes na forma de associações de solos são as seguintes:

- GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico incéptico;
- GLEISSOLO MELÂNICO Alumínico típico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Alumínico: por apresentarem o caráter alumínico, caracterizado por teor de alumínio extraível >4cmolc/kg de solo, além de apresentar saturação por alumínio >50% e/ou saturação por bases <50% no horizonte B, ou no C quando não existe B;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.4.2 Gleissolos Háplicos

Muito semelhantes aos Gleissolos Melânicos, dos quais se diferenciam por apresentarem horizonte superficial menos desenvolvido, do tipo A moderado, ou mesmo A fraco, os solos dessa classe (perfil 19) apresentam características e padrão de ocorrência muito semelhantes àqueles, apenas com uma tendência geral a se encontrarem em áreas relativamente menos encharcadas, mas ainda com fortes Levantamento de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro restrições de drenagem, distribuídas em várzeas e planícies aluvionares.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos GXve1 e GXbd1 em 39,71 km² da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000. (1,11 %) e como componente minoritário nas associações RUbd2, RUbe3, GMa, SGd1.

As classes de Argissolos Amarelos ocorrentes na forma de associações de solos são as seguintes:

- GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico salino solódico;
- GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico salino típico;

- GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico;

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Salino: apresentam caráter salino, que é devido à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade que interfere no desenvolvimento da maioria das culturas, expresso por condutividade elétrica do extrato de saturação igual ou maior que 4dS/m e menor que 7dS/m (a 25º C), em alguma época do ano;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.5 Latossolos

Sob esta denominação estão compreendidos solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte A diagnóstico. São solos em avançado estádio de intemperização, muito evoluídos, em resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São normalmente muito profundos, com espessura do solum em geral superior a dois metros, de elevada permeabilidade e comumente bem a acentuadamente drenados. Apresentam sequência de horizontes do tipo A, Bw, C, com reduzido incremento de argila em profundidade. Em segundo nível categórico diferenciam-se em função das características de cor do horizonte B.

3.1.7.2.5.1 Latossolos Vermelho-Amarelos

Nesta classe estão reunidos os Latossolos que apresentam, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, cores de matiz 5YR ou mais vermelho, e mais amarelo que 2,5YR (perfis 23, 24 e 25). De acordo com o esquema de classificação anteriormente adotado no Brasil, correspondem à parte dos solos sob igual denominação, ou reconhecidos como Latossolos Variação Una. Embora não se constitua uma regra geral, observa-se clara tendência dos solos das regiões mais frias e úmidas apresentarem menores teores de bases e saturação com alumínio mais elevada (domínio de caráter álico). A presença de horizonte superficial mais desenvolvido

e rico em matéria orgânica, do tipo A proeminente ou mesmo A húmico, é também típica dessas áreas de maior altitude, onde ocorrem associados de forma preferencial a Cambissolos, além de não ser incomum apresentarem horizonte B latossólico menos espesso (Latossolos moderadamente a pouco profundos), enquanto nas superfícies em nível altimétrico inferior há uma tendência a estarem associados a Argissolos. Devido ao relevo em geral movimentado em que ocorrem, além da baixa fertilidade natural, a pastagem é o tipo de uso dominante nesses solos, verificando-se também a presença de pequenas lavouras de café.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos LVAd10, LVAd12, LVAd19 e LVAd26 em 190,82 km². (5,34 %) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000 e como componente minoritário nas associações PVAd15, PVAd17, PVAd21, CXbd4, CXbd6, CXbd4, CXbd4, CXbd10.

A classe de Latossolo Vermelho-Amarelo que ocorre na área é LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, ocorrente na forma de associações de solos.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.5.2 Latossolos Amarelos

Esta classe compreende Latossolos de cores brunadas e amareladas, de matiz mais amarelo que 5YR na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (perfis 20 e 21). Neste conceito estão englobados os solos que anteriormente recebiam idêntica denominação, e também parte dos antigos Latossolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Variação Una. À semelhança dos Latossolos de cor vermelho-amarelada, aos quais estão associados na paisagem, na maior parte das vezes de forma indissociável, distribuem-se sob condições climáticas variadas, com vegetação original de floresta tropical, desde perenifólia a subcaducifólia. Em geral apresentam relevo movimentado, predominantemente forte ondulado e montanhoso, com áreas menores de topografia ondulada, o que, ao lado da baixa fertilidade natural, constitui um importante fator restritivo para seu aproveitamento agrícola. Podem apresentar alguma coesão no topo do horizonte B, característica esta de grande relevância em termos de manejo, por restringir a infiltração de água bem como a penetração de raízes. Além disso, apresentam tendência à

formação de crosta superficial no solo exposto, o que dificulta a emergência de plântulas, aspectos que devem ser considerados na utilização com agricultura intensiva, tanto para culturas de ciclo curto ou perenes, sendo recomendável o emprego de plantio direto para implantação de lavouras anuais, além de subsolagem em algumas áreas.

Estes solos ocorrem não ocorrem como componente principal das associações de solos, mas como componente minoritários nas associações LVAd9, LVAd10, LVAd12, LVAd19 e LVAd26, CXbd4, CXbd9

As classes de Latossolos Amarelos que ocorrem são:

- Latossolo Amarelo distrófico típico
- Latossolo Amarelo distrófico argissólico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Argissólico: apresentam caráter argilúvico dentro de 150 cm a partir da superfície do solo, que consiste no aumento de argila com a profundidade, com concentração de argila no horizonte B, expressa por gradiente textural (B/A) igual ou maior do que 1,4;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.5.3 Latossolos Vermelhos

Anteriormente denominados Latossolos Vermelho-Escuros, os solos dessa classe caracterizam-se por possuírem horizonte B latossólico de cor avermelhada, em matiz 2,5YR ou mais vermelho, na maior parte dos primeiros 100 cm desse horizonte (perfil 22). Ocorrem em relevo que varia de forte ondulado a montanhoso e sob vegetação original de floresta tropical subperenifólia. Apresentam perfis que variam de pouco profundos (espessura do solum igual ou inferior a dois metros) a muito profundos, com o horizonte C em geral situado abaixo de 130 cm de profundidade. São dominantemente cauliníticos, com ocorrência menor de goethita, e quantidades reduzidas de gibsita.

A classe LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico que ocorre como componente minoritária na associação CXbd10.

3.1.7.2.6 Luvissolos

São solos minerais, não hidromórficos, caracterizados por apresentarem horizonte B textural ou B nítico com argila de atividade alta e alta saturação por bases, sob horizonte A de qualquer tipo, exceto A chernozêmico. A sequência de horizontes é do tipo A-Bt-C ou mais comumente A-E-Bt-C, com horizonte A fraco, moderado ou proeminente. Correspondem aos solos anteriormente classificados como Brunos Não Cálcicos e alguns Podzólicos Ta eutróficos. No estado do Rio de Janeiro estes solos frequentemente ocorrem associados com Argissolos, em relevo ondulado ou mais acidentado, sob vegetação de floresta tropical subdcaducifólia, ou mesmo caducifólia. Apresentam, em geral, horizonte B textural realçado pela cor vermelha ou avermelhada, que caracteriza os Luvissolos Crômicos, em seguida o horizonte A moderado, eventualmente sob um horizonte E.

3.1.7.2.6.1 Luvissolos Crômicos.

Os Luvissolos Crômicos são caracterizados pela ocorrência do caráter crômico na maior parte do horizonte B, os solos dessa classe ocorrem em áreas pouco expressivas no estado. Situam-se em posições fisiográficas de colinas e morros, com relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado e caracterizam-se por apresentarem mudança textural abrupta, ou pelo menos gradiente muito acentuado. O material de origem está relacionado a gnaisses intermediários da Unidade Búzios, referidos ao Pré-Cambriano, em que é frequente a ocorrência de diques de diabásio de idade cretácea.

As classes de LUVISSOLOS CRÔMICOS que ocorres são os LUVISSOLO CRÔMICO Órtico solódico e LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, ocorrente na forma de componentes minoritárias da associação PVe12.

Estes solos ocorrem como componente minoritária da associação de solos PVe12.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.7 Neossolos

Nesta classe estão compreendidos solos pouco desenvolvidos, constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, e caracterizados pela ausência de um horizonte B diagnóstico. São reconhecidas, em segundo nível categórico, as seguintes classes:

3.1.7.2.7.1 Neossolos Litólicos

Nesta classe estão compreendidos solos muito rasos, que pelo sistema de classificação anteriormente adotado no Brasil eram denominados Solos Litólicos. São constituídos por um horizonte A, ou horizonte hístico pouco espesso, assente diretamente sobre a rocha, ou sobre um horizonte C, ou mesmo um exíguo horizonte B (com insuficiência de requisitos para caracterizar qualquer tipo de B diagnóstico), seguidos por contato lítico dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo. Devido à proximidade do substrato rochoso e ao pequeno desenvolvimento pedogenético, é comum possuírem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. Ocorrem nas áreas íngremes de algumas serras situadas em cotas mais baixas, em associação com Argissolos e afloramentos rochosos, onde, ao contrário dos mencionados acima, quase sempre álicos, tendem a apresentar maior fertilidade natural e vegetação mais seca, representada pela floresta tropical subcaducifólia, ou mesmo caducifólia. Dadas as condições topográficas, que tornam o acesso bastante limitado, ou mesmo impraticável, as áreas desses solos têm em grande parte permanecido intocadas, como refúgio de flora e fauna nativas, em muito contribuindo para a beleza natural da paisagem do Rio de Janeiro.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos da unidade de mapeamento RLd em 10,02 km² (0,28) da porção da bacia onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000.

A classe de NEOSSOLO LITÓLICO que ocorre é NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, ocorrente na unidade de mapeamento RLd.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

3.1.7.2.7.2 Neossolos Flúvicos

Esta classe compreende solos minerais desenvolvidos a partir de depósitos fluviais ou lacustres recentes, referidos ao Quaternário, anteriormente denominados Solos. Caracterizam-se por apresentarem estratificação de camadas, sem relação pedogenética entre si; a sequência de horizontes é do tipo A-C, eventualmente com um horizonte Bi de espessura inferior a 10 cm. Devido à posição topográfica em que ocorrem, é comum apresentarem evidências de gleização em subsuperfície, porém sem atender aos requisitos para distinção de horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm de profundidade. Ocorrem em áreas de dimensões restritas, ao longo das planícies fluviais dos rios principais. Embora ocorram em relevo favorável à mecanização, e em geral com bom potencial nutricional, a possibilidade de inundação nas áreas de ocorrência desses solos constitui uma limitação importante para sua utilização agrícola.

As classes de Neossolos Flúvicos que ocorrem são:

- Neossolos Flúvicos Tb distrófico gleico;
- Neossolos Flúvicos Tb distrófico típico;
- Neossolos Flúvicos Tb eutrófico gleico;
- Neossolos Flúvicos Tb eutrófico solódico;

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Gleico: apresenta horizonte glei ou mosqueados de oxidação e redução;
- Solódico: quando apresentam caráter solódico, que se caracteriza por apresentar saturação por sódio (100 x Na/T) entre 6 e 15%, em alguma parte da seção de controle;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem como componente principal das unidades de mapeamento RUbd2, RUbe2 e RUbe3 em 113,80 km² (3,19 %) da porção da RH-VI onde foi utilizado o mapa na escala 1:250.000.

3.1.7.2.8 Nitossolos

Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, que apresentam horizonte B nítico com argila de baixa atividade, subjacente a horizonte A de qualquer tipo. São em geral profundos e bem drenados, com sequência de horizontes A, Bt, C, com baixo gradiente textural. Pouco expressivos no estado, como regra geral ocorrem associados a Argissolos, normalmente apresentando características intermediárias para os solos desta classe, em relevo que varia de ondulado a forte ondulado, sob vegetação original de floresta tropical subcaducifólia. Apresentam textura argilosa ou argilosa/muito argilosa, com predomínio de caulinita na fração argila. Quando em relevo menos movimentado têm bom potencial para exploração agrícola, mas apesar da boa fertilidade natural (eutróficos), são pouco utilizados com agricultura, predominando o uso com pastagem. A área de ocorrência mais expressiva desses solos localiza-se no noroeste fluminense, na serra do Portela, em relevo ondulado e forte ondulado, em associação com Argissolos Vermelhos, dos quais se diferenciam basicamente pelo baixo gradiente textural. Apresentam ambos alta fertilidade natural., com boas condições para uso agrícola nas áreas de topografia menos acidentada. Não obstante a intensa cor vermelha que apresentam, os teores de óxido de ferro obtidos pelo ataque sulfúrico são inferiores a 150 g/kg; correspondem, portanto, aos antigos Podzólicos Vermelho-Escuros, conforme o esquema de classificação anteriormente adotado no Brasil.

A classe de NITOSSOLO que ocorre é NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico, ocorrente na forma de associações de solos.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Eutrófico: quando apresentam saturação por bases igual ou superior a 50%;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem como componente minoritária na associação de solos PVe8.

3.1.7.2.9 Planossolos

Esta classe compreende solos minerais com horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, ou em seguida a horizonte E, caracterizados por mudança textural abrupta, de tal forma marcante que no solo seco é comum formar-se uma fratura de separação entre o horizonte

B plânico e o sobrejacente. Apresentam, portanto, sequência de horizontes A-Bt-C, ou mais tipicamente A-E-Bt- C, e condições de drenagem imperfeita ou má, evidenciada pela ocorrência de cores neutras de redução no horizonte B, de densidade aparente relativamente elevada e em geral policrômico. Caracterizam-se pela dominância de cores gleizadas no horizonte B plânico e ausência de caráter sódico. Ocorrem principalmente em posição ligeiramente mais elevada do que estes, ou ainda em estreitos fundos de vale entremeados a colinas suaves, de baixa amplitude topográfica, onde predominam Argissolos, em geral de caráter abrupto, alguns com características intermediárias com aqueles (planossólicos). Embora em algumas dessas áreas possam apresentar caráter solódico, predominam, no entanto, solos de baixa fertilidade natural, distróficos ou álicos, por vezes alumínicos, e com argila de baixa atividade. As condições de drenagem restrita, evidenciadas no caráter hidromórfico desses solos, aliada à baixa capacidade de retenção de água da camada superficial, em geral com baixos teores de argila, e certa limitação à penetração de raízes no horizonte B, resultando em acentuada deficiência hídrica em períodos de estiagem, mesmo de curta duração, constituem fatores que dificultam a exploração agrícola desses solos, em geral recobertos por pastagens, que substituiu a vegetação nativa de floresta subcaducifólia, atualmente preservada apenas em pequenos sítios.

As classes de PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS que ocorres são:

- PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico típico;
- PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Distrófico arênico.

A descrição das características que diferenciam estas classes de solos é feita a seguir.

- Distrófico: quando apresentam saturação por bases inferior a 50%;
- Arênico: apresentam textura arenosa desde a sua superfície até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade;
- Típico: quando não apresentam nenhuma das características diferenciais listadas acima.

Estes solos ocorrem como componente principal das associações de solos SGd1 e SGd2 em 29,74 km² (0,83 %).

3.1.7.2.10 Tipos de Terreno

Dunas

Compreendem superfícies de topografia ondulada constituídas por sedimentos arenosos de origem marítma remobilizados pela ação dos ventos. Encontram-se no todo ou em parte estabilizadas, colonizadas por uma vegetação pioneira, que é responsável direta por sua fixação, adaptada à aridez do terreno extremamente arenoso, a acentuadas oscilações de temperatura e à incidência de fortes rajadas de vento. Esses terrenos são assim muito suscetíveis à erosão eólica quando desprovidos de sua cobertura vegetal.

3.1.7.2.11 Outras Áreas

Ilha: refere-se a ilhas costeiras, lagunares ou fluviais não discriminadas quanto à representatividade de seus solos, devido à pequena dimensão territorial, considerada neste trabalho como área mínima mapeável, ou em razão da dificuldade de acesso e falta de padrões fisiográficos expressos em fotografias aéreas e imagens de satélite que permitissem correlação com alguma unidade de mapeamento identificada no estado.

- Área Urbana: corresponde às áreas edificadas das cidades e principais centros distritais, cujos limites foram obtidos das cartas planialtimétricas 1:50.000 do IBGE, dos anos 1976 e 1980, com pequenos ajustes cartográficos;
- Corpo de Água: refere-se às lagoas, represas e rios de maior dimensão, passíveis de representação cartográfica na escala 1:250.000.

3.1.7.3 Análise por UPH

As Tabela 3.23 e Tabela 3.24 apresentam a quantificação das áreas da ocorrência das unidades de mapeamento por UPH. Nestas tabelas são listadas todas as unidades de mapeamento ocorrentes nos dois mapas utilizados, mantendo-se a denominação das mesmas na forma original. Desta forma a Tabela 3.23 apresenta inicialmente a listagem das unidades de mapeamento do mapa na escala 1:100.000 e, posteriormente, a Tabela 3.24 as unidades de mapeamento do mapa na escala 1:200.000. Nestas tabelas, as porcentagens nas últimas colunas referem-se à porcentagem de ocorrência da unidade de mapeamento dentro da área da UPH coberta pelo mapa com escala indicada.

Posteriormente é apresentada a Tabela 3.25.que apresenta a quantificação das áreas da ocorrência dos tipos de solo por UPH (até o segundo nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos). A finalidade desta tabela é informar quais são os tipos de solos

predominantes em cada UPH, sendo que esta informação é relevante para demais etapas deste trabalho, permitindo determinar diversos parâmetros que influenciam a infiltração de água no solo, o escoamento superficial da água, potencial de erosão do solo e outros parâmetros físicos e hidrológicos.

A fim de melhor significar a influência de cada tipo de solo no comportamento hidrológico da bacia, na Tabela 3.26 são descritas características físico-hídricas importantes e relacionadas ao comportamento hídrico-hidrológico da bacia.

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 3.108.

Na UPH VI-b ocorrem predominantemente Gleissolos, como os Gleissolos Melânicos (213,811 km^2 ou 29,043%) e Gleissolos Háplicos (105,128 km^{2}ou 14,280%), seguido por Argissolos Amarelos, com 147,513 km^{2}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 km^2 ou 34,151 %) e Argissolos Vermelho-Amarelos (117,673 km^{2}ou 16,824 %), seguidos por uma quantidade significativa de solos mal drenados como os Gleissolos Háplicos (192,561 km^2 ou 27,531 %) e os Planossolos Hidromórficos (38,332 km^2 ou 5,480 %).

Na UPH VI-d ocorrem solos mal drenados como os Gleissolos Melânicos (122,029 km^2 ou 29,043%) e os Gleissolos Háplicos (33,767 km² ou 7,184%) e os Planossolos Hidromórficos (66,080 km^{2}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 km^2 ou 37,222%) e os Argissolos Amarelos (12,793 km^2 ou 21,932%), embora também ocorra uma área expressiva de solos mal drenados como os Gleissolos Melânicos (12,429 km^{2}ou 21,308%).

Na UPH VI-e predominam os solos bem drenados Argissolos Vermelho-Amarelos (67,364 km^2 ou 30,581%), Argissolos Vermelhos (40,240 km² ou 18,268%) e Argissolos Amarelos (15 km^2 ou 7,243%) e solos moderadamente drenados como os Neossolos Flúvicos (54,239 km^2 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 km^2 ou 36,763), Argissolos Vermelhos (49,762 km^2 ou 14,278%) e Espodossolos Cárbicos (38,140 km^2 ou 10,943%).

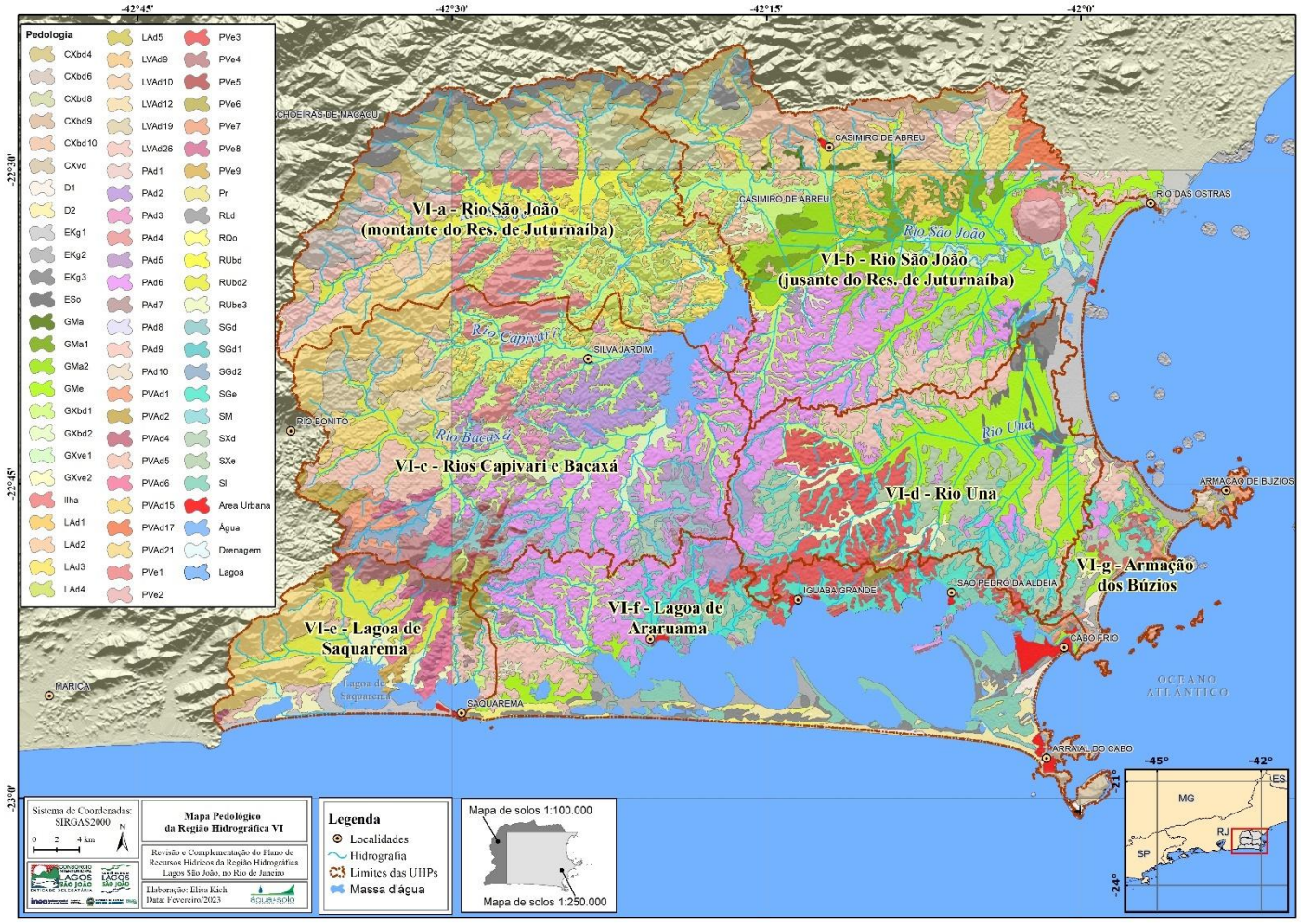


Figura 3.108 - Mapa de classificação pedológica da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 3.23 - Quantificação das áreas da ocorrência das unidades de mapeamento por UPH (Mapa de Solos na Escala 1:100.000).

SÍMBOLO	UPH															
	VI-a		VI-b		VI-c		VI-d		VI-d		VI-e		VI-f		TOTAL	
	ÁREA															
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
PAd1			9,50	1,62											9,50	0,37
PAd2					48,54	9,78									48,54	1,87
PAd3					26,65	5,37									26,65	1,03
PAd4	44,13	15,37			29,93	6,03	7,54	1,62							81,61	3,15
PAd5			2,31	0,39	12,04	2,43	2,58	0,56					19,88	3,01	36,81	1,42
PAd6	8,10	2,82	104,16	17,76	107,73	21,71	42,02	9,04	3,73	5,55	0,18	0,66	78,42	11,89	344,35	13,30
PAd7	0,11	0,04	0,27	0,05	13,85	2,79	0,65	0,14	0,65	0,97	0,85	3,12	4,79	0,73	21,16	0,82
PAd8			0,01	0,00	0,13	0,03					0,02	0,08	0,74	0,11	0,90	0,03
PAd9			31,27	5,33			57,58	12,39	8,40	12,50	12,22	45,03	24,30	3,68	133,78	5,17
SG							2,02	0,43	2,03	3,01		0,00	0,00	0,00	4,05	0,16
SX																0,00
PVe2																0,00
PVe3									6,23	9,27		0,00	33,36	5,06	39,59	1,53
PVe4									1,94	2,88		0,00	4,12	0,63	6,06	0,23
PVe5					4,27						1,10	4,05			5,37	0,21
PVe6					4,88						6,61	24,34	6,41	0,97	17,90	0,69
PVe7									13,54	20,14			5,86	0,89	19,41	0,75
CXvd													9,89	1,50	9,89	0,38
EKg1			37,31	6,36			9,83	2,11					0,00	0,00	47,13	1,82
EKg2							10,20	2,19	9,50	14,12	0,39	1,43	18,81	2,85	38,90	1,50
EKg3			2,09	0,36			6,00	1,29	0,19	0,29			19,33	2,93	27,61	1,07
ESo			2,85	0,49			11,29	2,43							14,14	0,55

SÍMBOLO	UPH															
	VI-a		VI-b		VI-c		VI-d		VI-d		VI-e		VI-f		TOTAL	
	ÁREA															
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
GMa1			34,22	5,84				0,00							34,22	1,32
GMa2	0,22	0,08	67,33	11,48				0,00							67,55	2,61
GMe		0,00	107,55	18,34			122,03	26,25	12,43	18,48	0,02	0,06	15,37	2,33	257,39	9,94
GXbd1	60,73	21,15	72,49	12,36	164,34	33,12	10,59	2,28			5,26	19,37	23,39	3,55	336,80	13,01
GXbd2	3,69	1,28	7,26	1,24	21,78	4,39					0,39	1,44	3,10	0,47	36,21	1,40
GXve1			16,35	2,79											16,35	0,63
GXve2			0,38	0,07			23,18	4,99	1,71	2,54					25,27	0,98
LAd1	1,31	0,46	29,75	5,07	0,20	0,04									31,26	1,21
LAd2	12,53	4,36	15,57	2,66	4,55	0,92									32,66	1,26
LAd3	47,76	16,63	5,20	0,89	16,83	3,39									69,79	2,70
LAd4	45,84	15,96	3,07	0,52	6,55	1,32									55,45	2,14
LAd5							2,80								2,80	0,11
RUbd	45,89	15,98	6,80	1,16		0,00									52,70	2,04
RQo						0,00					0,08	0,28			0,08	0,00
SGd					26,57	5,35	4,24	0,91					4,30	0,65	35,11	1,36
SGe					0,02	0,00	61,84	13,30					59,77	9,06	121,62	4,70
SXd					7,11	1,43							0,75	0,11	7,86	0,30
SXe			4,66	0,79			85,66	18,42					15,93	2,42	106,24	4,10
AM			6,86	1,17				0,00						0,00	6,86	0,26
D1							2,25	0,48	2,25	3,35			4,71	0,71	9,20	0,36
D2													18,65	2,83	18,65	0,72
Praia							2,47	0,53	2,46	3,66	0,04	0,14	1,76	0,27	6,73	0,26
Salina							0,14	0,03	0,14	0,20		0,00	43,33	6,57	43,60	1,68

SÍMBOLO	UPH															
	VI-a		VI-b		VI-c		VI-d		VI-d		VI-e		VI-f		TOTAL	
	ÁREA															
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
Área Urbana			0,45	0,08	0,24	0,05					0,22	0,82			0,92	0,04
Drenagem	0,68	0,24	2,58	0,44					0,47	0,70			13,93	2,11	17,66	0,68
Corpo de ÁGUA	16,17	5,63	16,17	2,76					1,58	2,35			228,50	34,65	262,41	10,13
Ilha			0,45	0,08											0,45	0,02
Total	287,16	100,00	586,47	100,00	496,21	100,00	464,90	100,00	67,25	100,00	27,15	100,00	659,39	100,00	2.589,21	100,00

Tabela 3.24 - Quantificação das áreas da ocorrência das unidades de mapeamento por UPH (Mapa de Solos na Escala 1:250.000).

SÍMBOLO	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	%
PAd1	37,66	12,69									2,68	1,24			40,34	1,13
PVe4					13,81	5,96					16,02	7,41			29,83	0,84
PVe8					10,64	4,59					11,82	5,47			22,46	0,63
PVe9											4,69	2,17			4,69	0,13
PVAd1					14,43	6,23									14,43	0,40
PVAd2					9,95	4,30									9,95	0,28
PVAd4											0,70	0,33			0,70	0,02
PVAd5					38,47	16,61					14,21	6,57			52,67	1,47
PVAd6											4,16	1,92			4,16	0,12
PVAd15			22,30	9,39											22,30	0,62
PVAd17			14,69	6,18											14,69	0,41

SÍMBOLO	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	%
PVAd21					54,82	23,66					48,30	22,34			103,12	2,89
CXve															0,00	0,00
CXbd4	59,67	20,10	26,66	11,22											86,32	2,42
CXbd6	20,55	6,92	0,03	0,01											20,58	0,58
CXbd8	70,18	23,64	24,75	10,42											94,92	2,66
CXbd9	0,39	0,13													0,39	0,01
CXbd10			36,55	15,39											36,55	1,02
EKg1											11,73	5,42			11,73	0,33
EKg2															0,00	0,00
GMa			4,70	1,98											4,70	0,13
GXve2			0,55	0,23							24,62	11,39			25,17	0,70
GXbd1			8,09	3,41	6,44	2,78									14,53	0,41
LVAd9			1,95	0,82											1,95	0,05
LVAd10	16,62	5,60	30,23	12,73	7,26	3,13									54,12	1,52
LVAd12	0,81	0,27	8,87	3,73	11,43	4,94									21,11	0,59
LVAd19	2,61	0,88	2,12	0,89	31,90	13,77									36,64	1,03
LVAd26	67,00	22,57	10,01	4,21											77,00	2,16
LVAd21															0,00	0,00
RUbd2	21,35	7,19	17,44	7,34											38,79	1,09
RUbe2					20,76	8,96					52,41	24,24			73,17	2,05
RUbe3											1,83	0,85			1,83	0,05
RLd			10,02	4,22											10,02	0,28
SGd1			9,00	3,79	2,34	1,01									11,34	0,32

SÍMBOLO	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	%
SGd2			9,00	3,79	9,40	4,06									18,40	0,52
Ilha											0,13	0,06			0,13	0,00
Corpo de água											22,47	10,39			22,47	0,63
Área urbana			0,53	0,22							0,45	0,21			0,97	0,03
Total	296,84	100,00	237,48	100,00	231,66	100,00	0,00		0,00		216,21	100,00			982,19	27,50
Total das 2 áreas	584,00		823,95		727,87		464,90		67,25		243,36		659,39		3571,4	100,00

Tabela 3.25 - 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

Tabela 3.26 - Descrição de características físico-hídricas importantes e relacionadas ao comportamento hídrico-hidrológico da bacia.

Tipo de solo	Características físico-hídricas
Argissolos Amarelos	Estes solos caracterizam-se por serem solos bem drenados, profundos, cuja principal característica é a variação da textura do solo ao longo do perfil, sendo que nos horizontes superficiais a textura é média, e nos horizontes subsuperficiais é argilosa e que ocorrem em relevo ondulado e forte ondulado. São solos que tem uma baixa taxa de infiltração de água no solo (por causa do aumento do teor de argila), baixa capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais, alto potencial de gerar escoamento superficial e consequentemente, alta suscetibilidade à erosão hídrica. Devido às condições de solo e topografia, as terras dessa unidade são muito susceptíveis à erosão Devido ao alto gradiente textural e ao frequente adensamento do topo do horizonte B, restringindo a infiltração da água das chuvas, apresentam um elevado potencial erosivo, mesmo em áreas de declive pouco acentuado, requerendo, portanto, adoção de práticas conservacionistas para sua utilização
Argissolos Vermelhos	Estes solos caracterizam-se por serem solos bem drenados, profundos, cuja principal característica é a variação da textura do solo ao longo do perfil, sendo que nos horizontes superficiais a textura é média e nos horizontes subsuperficiais é argilosa ou muito argilosa e que ocorrem em relevo ondulado a montanhoso. São solos que tem uma baixa taxa de infiltração de água no solo (por causa do aumento do teor de argila), baixa capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais, alto potencial de gerar escoamento superficial e consequentemente, alta suscetibilidade à erosão hídrica. Diferenciam-se dos Argissolos Amarelos ocorrentes na bacia por apresentarem um maior gradiente textural e por ocorrerem em relevo mais acidentado e, por isso, serem ainda mais propensos à erosão hídrica. Elevado gradiente textural, embora solos de caráter abrupto sejam menos comuns. Apesar da boa fertilidade natural que apresentam são pouco utilizados com agricultura; o uso com pastagem é generalizado, com ocorrência bastante frequente de áreas desnudas e mesmo alguma erosão em sulcos.
Argissolos Vermelho-Amarelos	Estes solos caracterizam-se por serem solos bem drenados, profundos, cuja principal característica é a variação da textura do solo ao longo do perfil, sendo que nos horizontes superficiais a textura é média e nos horizontes subsuperficiais é argilosa ou muito argilosa e que ocorrem em relevo suave ondulado a forte ondulado. São solos que tem uma baixa taxa de infiltração de água no solo (por causa do aumento do teor de argila) baixa capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais, alto potencial de gerar escoamento superficial e consequentemente, alta suscetibilidade à erosão hídrica. Diferenciam-se na dos Argissolos Vermelho-Amarelos ocorrentes na bacia por poderem apresentar uma mudança textural abrupta e, nestas situações, serem muito propensos à erosão hídrica. Quando ocorrem em relevo forte ondulado.
Cambissolos Háplicos	Estes solos caracterizam-se por serem solos bem drenados, moderadamente profundos, não apresentando variação da textura do solo ao longo do perfil, de textura média ou argilosa Ocorrem em relevo forte ondulado e montanhoso. São solos que apresentam uma média a alta taxa de infiltração de água no solo e baixa a alta capacidade de retenção de água no solo e médio potencial de gerar escoamento superficial. São suscetíveis à erosão hídrica devido a ocorrerem em relevo declivoso.
Espodossolos Cárbicos e Ferrocárbicos	São solos imperfeitamente e mal drenados, de textura arenosa ao longo de todo o perfil. Relevo plano a suave ondulado.
Gleissolos Melânicos e Háplicos	São solos minerais, hidromórficos (mal drenados a muito mal drenados) e grande variabilidade espacial que correm em relevo plano em áreas de várzeas e planícies aluvionares. Não apresentam gradiente textural e podem apresentar características bastante diversificadas em termos de grau de hidromorfismo e textura (média a argilosa)

Tipo de solo	Características físico-hídricas
Latossolos Amarelos	Solos minerais, não hidromórficos, são normalmente muito profundos com reduzido incremento de argila em profundidade. De elevada permeabilidade e comumente bem a acentuadamente drenados, relevo em geral movimentado, forte ondulado e montanhoso. Podem apresentar alguma coesão no topo do horizonte B, característica esta de grande relevância em termos de manejo, por restringir a infiltração de água bem como a penetração de raízes
Latossolos Vermelho-Amarelos	Ocorrem em relevo que varia de forte ondulado a montanhoso.
Neossolos Flúvicos	Caracterizam-se por apresentarem estratificação de camadas, sem relação pedogenética entre si grande variabilidade espacial. Possuem sequência de horizontes do tipo A-C, em geral de textura média leve e arenosa, moderada e imperfeitamente drenados.
Neossolos Quartzarênicos	Textura areia ou areia-franca até, no mínimo, a profundidade de 150cm ou até um contato lítico. Os solos são profundos, excessivamente drenados.
Neossolos Litólicos	Solos muito rasos com horizontes assentes diretamente sobre a rocha (contato lítico) dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo. É comum possuírem elevados teores de minerais. Primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. Bem e moderadamente drenados. Poosições mais dissecadas das encostas de morros e montanhas, em relevo forte ondulado e montanhoso
Planossolos Hidromórficos	Solos hidromórficos caracterizados por mudança textural abrupta, com horizonte arenoso acima de um horizonte argiloso. Posição fisiográfica de várzeas amplas da planície costeira e em colinas baixas com relevo muito arrasado, plano, com declives de 0 a 3%. Imperfeitamente ou mal drenados. Baixa capacidade de retenção de água da camada superficial, em geral com baixos teores de argila, e certa limitação à penetração de raízes no horizonte B, resultando em acentuada deficiência hídrica em períodos de estiagem Com acentuada concentração de argila e permeabilidade muito lenta, constituindo, por vezes, um pã, responsável pela ocasional formação de lençol d'água suspenso. Várzeas estreitas da planície costeira, de relevo plano. Em função do relevo verificam-se problemas diferenciados de drenagem, as partes mais baixas estão sujeitas a inundações esporádicas, enquanto os solos localizados em posição topográfica superior apresentam-se com restrições de drenagem interna. Posição fisiográfica de várzeas amplas da planície costeira e em colinas baixas com relevo muito arrasado, plano, com declives de 0 a 3%

3.1.8 Uso e ocupação do solo

O uso e a ocupação do solo referem-se ao modo como o espaço geográfico é ocupada pelos seres humanos e suas atividades. Sua análise em um contexto de recursos hídricos permite apontar e descrever os vetores de pressão e impactos sobre os elementos naturais da paisagem que afetam diretamente a quantidade e a qualidade da água. Estes levantamentos são essenciais ainda para a análise das mudanças na superfície terrestre e das interações existentes entre o meio biofísico e socioeconômico, sobretudo em áreas em que estes processos ocorrem com grande dinamismo.

A avaliação do uso e ocupação do solo da RH-VI foi realizada a partir da utilização das informações disponibilizados pelo projeto MapBiomas além de estudos específicos sobre essa temática elaborados e divulgados pelos centros de pesquisa regionais. O projeto Mapbiomas, através da Coleção 7 publicada em agosto de 2022, oferta o mapeamento anual da cobertura e uso do solo perfazendo o período de 1985 a 2021 com resolução espacial de 30 metros. As imagens de uso e ocupação da terra para a RH-VI são mostradas na Figura 3.109 utilizando os códigos de legenda referenciados pelo Projeto MapBiomas. A Tabela 3.27 apresenta as relações das áreas associadas a cada classe de uso do solo para toda a RH-VI, elencando também os valores referentes ao ano de 2001 para comparação.

Tabela 3.27 - Áreas relativas a cada classe de uso do solo para a RH-VI em 2021 e 2001.

Classe de Uso do Solo	2021		2001		Diferença
	Área (km²)	Área (% do total)	Área (km²)	Área (% do total)	Área (% do total)
Pastagem	1612,09	44,24%	1757,02	48,20%	-8,25%
Formação Florestal	877,04	24,07%	827,72	22,71%	5,96%
Mosaico de Usos	405,33	11,12%	391,03	10,73%	3,66%
Rio, Lago e Oceano	311,87	8,56%	315,06	8,64%	-1,01%
Área Urbanizada	238,48	6,55%	167,23	4,59%	42,60%
Campo Alagado e Área Pantanosa	111,04	3,05%	89,41	2,45%	24,19%
Restinga Arborizada	32,12	0,88%	32,46	0,89%	-1,06%
Outras Áreas Não Vegetadas	25,53	0,70%	23,95	0,66%	6,62%
Praia, Duna e Areal	12,99	0,36%	20,56	0,56%	-36,82%
Aquicultura	10,88	0,30%	15,39	0,42%	-29,29%
Outras Lavouras Temporárias	2,59	0,07%	2,76	0,08%	-6,24%
Mangue	1,79	0,05%	1,21	0,03%	47,95%
Mineração	1,09	0,03%	1,04	0,03%	4,04%
Afloramento Rochoso	0,71	0,02%	0,52	0,01%	38,08%
Silvicultura	0,01	0,00%	0,11	0,00%	-88,85%

Classe de Uso do Solo	2021		2001		Diferença
	Área (km²)	Área (% do total)	Área (km²)	Área (% do total)	Área (% do total)
Apicum	0,00	0,00%	0,04	0,00%	-87,78%

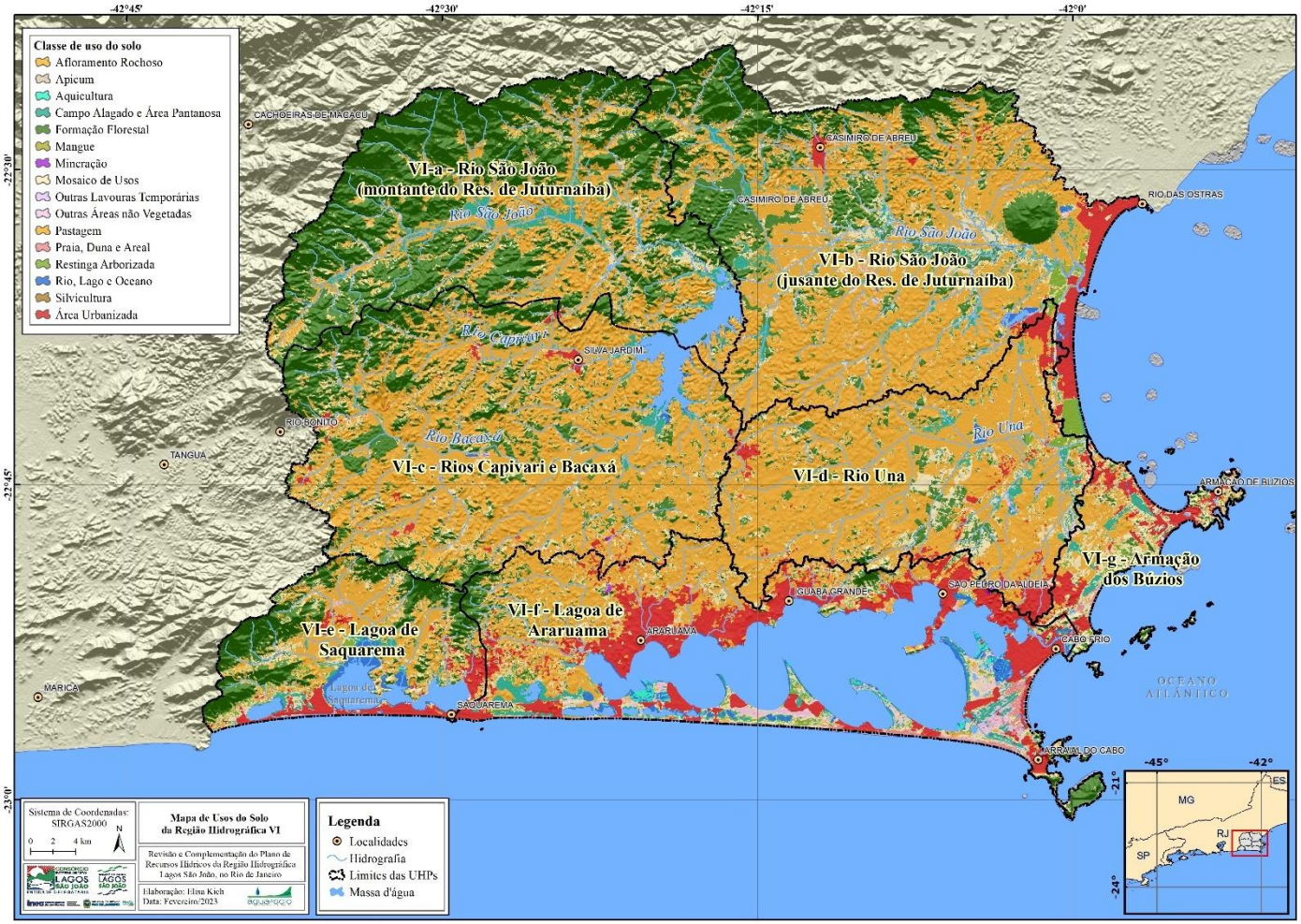


Figura 3.109 - Mapa de uso e ocupação do solo da RH-VI.
Fonte: MapBiomas (2022).

Em linhas gerais, no que tange a análise de toda a RH-VI, nota-se uma clara concentração da população urbana nas proximidades do mar e das lagunas. Em 20 anos as áreas identificadas como urbanizadas tiveram um aumento de 43% - antes representando 4,59% de toda a área da Região Hidrográfica para cerca de 6,55% em 2021. A expansão dessas áreas na RH-VI, em torno das grandes lagoas e ao longo da linha costeira entre Maricá e Rio das Ostras, representa uma ameaça para os manguezais e restingas presentes nessas localidades.

Na RH-VI as áreas de pastagem apresentam o maior somatório de áreas, ocupando cerca de 44% do território. No entanto, na avaliação histórica das últimas décadas estes campos vêm diminuindo - entre 2001 e 2021 a diferença apresentada foi de uma redução de aproximadamente 8%. Os resultados encontrados vão de encontro com a tendência e avaliações apresentados para a RH no PERHI-RJ (2014).

Apesar disso, a avaliação das áreas de pastagem deve ser realizada com cautela, uma vez que é grande a possibilidade de que a metade das terras mapeadas como pastagem no mapa apresentado (Figura 3.109) não esteja sendo efetivamente utilizada para a pecuária, principalmente aquelas próximas de perímetros urbanos (INEA, 2014). Em geral, o estado do Rio de Janeiro apresenta terras com vegetação herbácea que a priori aparentam-se a áreas de pastagem, porém sem uso efetivo para pecuária. Esta fisionomia, que abrange as pastagens denominadas pelo IBGE como "naturais" (mantidas sem cultivo e manejo regular), de modo geral permanece herbácea com uso frequente de queimadas antes do período chuvoso, seguida pela rebrota espontânea do capim, evitando-se, assim, a regeneração das florestas (INEA, 2014). Em comparação, no Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2022a) as áreas de pastagens naturais somente entre os municípios inseridos totalmente na RH-VI somavam 468 km² enquanto as pastagens plantadas equivaliam a 271 km².

É possível que as áreas de pastagem representadas sejam na prática de uso agrícola, tal como identificado no PERHI-RJ (INEA, 2014). O produto do MapBiomas elenca para o ano de 2021 apenas 2,59 km² de áreas de lavouras temporárias. Contudo, quando avaliado os dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2022a) mais uma vez somente considerando os municípios integralmente inseridos na RH-VI as lavouras permanentes somavam 51,8 km² enquanto as lavouras temporárias representavam 29,5 km² especialmente concentrada no município de Silva Jardim.

O antigo Plano de Recursos Hídricos da Região dos Lagos e do Rio São João (CBHLSJ, 2005) elencou a citricultura (laranja e limão) como a principal lavoura na RH-VI. O cultivo é seguido pela cana-de-açúcar, arroz, mandioca, banana, coco, feijão, inhame, mamão, maracujá e milho. À montante do reservatório de Juturnaíba, as lavouras irrigadas são principalmente olericulturas e cítricos, enquanto arroz, cítricos e cana-de-açúcar encontra-se à jusante. Em especial, os municípios de Cabo Frio e Araruama destacam-se entre os municípios com os maiores quantitativos de áreas para cana-de-açúcar.

As formações florestais representam a segunda maior classe de uso do solo presente na RH-VI, representando 24% do território. Estas áreas estão particularmente concentradas nas Unidades de Conservação existentes na RH-VI (detalhamento será apresentado no item Áreas Protegidas). No comparativo de 2001 a 2021 estas áreas apresentaram uma expansão de 49 km², um aumento de 5,96%.

Como auxílio à visualização do processo de expansão das áreas antrópicas na RH-VI, o mapa da Figura 3.110 apresenta a distribuição das regiões onde houve uma mudança de áreas então consideradas naturais para antrópicas. A metodologia de avaliação considerou como área natural as formações florestais, mangues, campos alagados, praias dunas e areais, afloramentos rochosos, apicuns, corpos hídricos em geral e áreas de restinga arborizada.

É possível observar a configuração de vários fragmentos de áreas que foram antropizadas distribuídos ao longo de toda a RH-VI. Algumas localidades se destacam com um aglomerado maior destes pontos como (i) nas proximidades do encontro do rio São João com o reservatório de Juturnaíba; (ii) nos limites entre os municípios de Silva Jardim e Casimiro de Abreu ao longo do rio da Aldeia Velha, do Rio Indaiaçu e do Rio Lontra; (iii) na região do Pântano do Trimumu na bacia do Rio Una; (iv) nas intermediações da APA do Pau Brasil em Armação dos Búzios; e (v) nas proximidades do PE da Costa do Sol entre a Lagoa de Araruama e o centro de Arraial do Cabo.

Figura 3.110 - Mapa das áreas de expansão de uso antrópico da RH-VI.
Fonte: MapBiomas (2022).

A Tabela 3.28 abaixo apresenta os valores das áreas por classe de uso do solo em cada UHP da RH-VI. Os parágrafos que seguem buscam discutir em maior profundidade os dados obtidos relativos ao ano de 2021, dados mais atualizados disponíveis, bem como a comparação com período referente a 20 anos antes.

Tabela 3.28 - Classes de Uso do Solo por UHP da RH-VI.

Classe de Uso do Solo	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g
	Áreas (km²)						
Pastagem	166,85	423,64	455,09	330,76	70,14	140,48	25,14
Formação Florestal	354,77	211,75	168,44	30,83	72,68	31,87	6,71
Mosaico de Usos	54,19	91,03	72,85	53,45	35,80	65,86	32,15
Rio, Lago e Oceano	15,85	7,48	16,76	1,10	34,85	234,36	1,47
Área Urbanizada	0,24	30,75	8,34	24,52	21,51	132,15	20,97
Campo Alagado e Área Pantanosa	24,60	26,57	9,79	13,39	7,05	23,91	5,73
Restinga Arborizada		8,94		5,56	5,33	8,23	4,06
Outras Áreas não vegetadas	0,41	2,06	1,51	2,20	0,85	17,03	1,48
Praia, Duna e Areal		0,13			0,92	10,73	1,21
Aquicultura						10,88	0,00
Outras Lavouras Temporárias	0,11	2,11			0,36		
Mangue		1,79					
Mineração			0,15	0,56		0,38	
Afloramento Rochoso	0,06	0,11	0,02	0,40	0,06		0,06
Silvicultura			0,01				
Apicum						0,00	

Classe de Uso do Solo	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g
	Áreas (%)						
Pastagem	10%	26%	28%	21%	4%	9%	2%
Formação Florestal	40%	24%	19%	4%	8%	4%	1%
Mosaico de Usos	13%	22%	18%	13%	9%	16%	8%
Rio, Lago e Oceano	5%	2%	5%	0%	11%	75%	0%
Área Urbanizada	0%	13%	3%	10%	9%	55%	9%
Campo Alagado e Área Pantanosa	22%	24%	9%	12%	6%	22%	5%
Restinga Arborizada	0%	28%	0%	17%	17%	26%	13%
Outras Áreas não vegetadas	2%	8%	6%	9%	3%	67%	6%
Praia, Duna e Areal	0%	1%	0%	0%	7%	83%	9%
Aquicultura	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Outras Lavouras Temporárias	4%	82%	0%	0%	14%	0%	0%
Mangue	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Mineração	0%	0%	13%	52%	0%	35%	0%
Afloramento Rochoso	9%	16%	3%	56%	8%	0%	9%

Classe de Uso do Solo	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g
	Áreas (km²)						
Silvicultura	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
Apicum	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%

De todas as UHPs, somente a VI-a apresenta as florestas como o maior uso presente na região em termos percentuais. Na UHP VI-a (com 56% do território com florestas) está presente parte considerável da APA da bacia do rio São João - Mico Leão e a REBIO das Antas que representa uma grande importância no contexto dos recursos hídricos e principalmente na preservação da mata de restinga do bioma Mata Atlântica.

Ainda na UHP VI-a, apesar do aumento das áreas urbanas ter sido sútil em termos absolutos no comparativo de 2001 a 2021 (diferença de 0,1 km²), em termos percentuais esse valor é equivalente a 59%. Tais áreas encontram-se no limite da UHP com a UHP dos rios Capivari e Bacaxá, nas intermediações do centro urbano de Silva Jardim. Houve, ainda uma perda de vegetação entre a BR-101 e o Reservatório de Juturnaíba.

Na porção da UHP VI-b as classes de uso da terra predominantes são as formações florestais - essencialmente ao norte da UHP - e as pastagens mais concentradas na porção sul da região. As áreas urbanizadas com 31 km² referem-se ao centro do município de Casimiro de Abreu, ao distrito de Barra de São João do mesmo município e a uma pequena parte da sede municipal de Rio das Ostras. Nesta UHP a mudança da terra para usos antrópicos concentrou-se nas intermediações dos canais de irrigação criados oriundos do rio São João.

Na UHP VI-d do Rio Una aproximadamente 91% da ocupação do território se dá por usos antrópicos principalmente ligados à agropecuária. O trecho mais urbanizado está reunido no distrito de São Vicente de Paula em Araruama caracterizado por sua produção agrícola. No comparativo com as demais UHPs, a bacia do rio Una apresentou o maior crescimento proporcional das áreas urbanizadas (referente a 98% na comparação de 2001 a 2021). Os trechos de alteração de classes de usos considerados naturais para antrópicas são mais presentes nas intermediações do Pântano do Trimumu, da Base Aeronaval e do Pântano da Malhada.

Apesar das florestas na UHP VI-e da Lagoa de Saquarema aparecerem como a segunda classe de uso mais predominante - atrás somente das pastagens. Na UHP VI-e (com 28% do território com florestas) tem-se na porção leste a APA das Serras Do Mato Grosso - Tingui - Castelhanas e parte do Refúgio de Vida Silvestre das Serras de Maricá. Ao sul, entre as lagoas e o mar

concentram-se as áreas urbanas que em 2021 apresentam uma área de 21,51 km² - um aumento de 47% em relação ao anos de 2001.

A UHP da Lagoa de Araruama apresenta a maior quantidade de áreas urbanizadas de toda a RH-VI equivalente a 55%. A aquicultura também teve sua ocorrência identificada somente nesta UHP - apesar deste uso ter caído praticamente pela metade nos últimos 20 anos. Na região, também foram relacionados os maiores quantitativos de usos classificados como "rio, lago e oceano" e "praia, duna e areal". As áreas de pastagem na UHP apresentaram uma redução em relação a 2001 de cerca de 17%. Por outro lado, as áreas urbanizadas expandiram-se 30% em especial nos limites da Parque Estadual da Costa do Sol.

Por fim, na UHP VI-g também se nota uma predominância da pastagem e dos mosaicos de usos, representando juntas 60% do território da região. Houve uma expansão das áreas urbanizadas em 67% concomitantemente a uma redução das áreas de florestas em 27%. Um ponto conflitante de uso do solo desta UHP é a região da APA do Pau Brasil junto à RJ-102 onde concentra-se algumas porções de terra antes com uso natural e no presente antropizados.

3.1.9 Erosão

A erosão hídrica, um processo natural de escala temporal geológica, é a principal causa de degradação do solo em áreas tropicais e subtropicais. Ela é formada por alguns tipos de degradação do solo, entre elas a perda dos horizontes superficiais, os movimentos de massa, deposição e deformação do terreno (HERNANI et al., 2002). Ela é basicamente a desagregação e remoção de partículas do solo e rocha, sendo que o principal agente causador deste fenômeno é a chuva.

É possível avaliar a suscetibilidade, ou potencial erosivo de uma região através de modelos matemáticos preditivos, que aplicam variáveis físicas e climáticas como cobertura vegetal, tipo de solo, chuvas para determinar a perda de solo daquele local.

Entre as metodologias mais utilizadas está a USLE (*Universal Soil Loss Equation)*, uma equação de interpolação de diferentes parâmetros para determinação da perda de solo de um local. A metodologia, desenvolvida por Wischmeier e Smith entre os anos de 1958 e 1978 foi aperfeiçoada por diversos autores e passou a ser amplamente utilizada. Abaixo segue a

descrição da fórmula geral utilizada para classificação da erosão segundo a metodologia da USLE:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Equação 3.1-1

Onde: A é a perda de solo (ton/ha.ano); R é o fator da erosividade, índice de erosão pela chuva (MJ.mm/ha.h.ano); K é o fator da erodibilidade do solo, (ton.ha.h/ha.MJ.mm); L é o fator do comprimento de rampa (m); S é o fator do gradiente da declividade (%); C é o fator adimensional, relacionado à cobertura superficial ou uso/manejo e P é fator adimensional, refere-se às práticas conservacionistas.

Os parâmetros LS e CP são agrupados e os demais parâmetros são avaliados individualmente. A seguir são descritas as metodologias e os resultados do cálculo de erosão através da USLE para a RH-VI.

3.1.9.1 Fator de erosividade (R)

Este fator considera a capacidade da chuva erodir um local com solo desprotegido (WISCHMEIER, 1959). O fator proposto na metodologia USLE inicialmente leva em conta dados pluviográficos de medição contínua de chuvas, e tendo em vista a rotineira ausência destes dados foi adaptado para diversos locais utilizando coeficientes regionais.

Assim, adotou-se a equação regionalizada para a cidade de Campinas-SP (NETO e MOLDENHAUER 1992). Embora a equação seja regionalizada para Campinas, a variação entre estas e outras equações propostas na literatura é pequena. Ela já foi aplicada para regiões próximas à RH-VI (FERREIRA e FRANCISCO, 2009). Abaixo é apresentada a Equação 3.1-2 de cálculo do fator R com base na proposta de Lombardi Neto e Moldenhauer.

$$R = \sum EI = \sum \left(68{,}730 * \left(\frac{p^2}{P}\right)^{0{,}841} \right)$$

Equação 3.1-2

Onde: R é a erosividade anual da área (MJ.mm/ha.h.ano); EI é o índice médio de erosividade mensal (MJ.mm/ha.h.mês); p é a precipitação total média mensal (mm) e P é a precipitação total média anual (mm).

O fator (R) foi calculado para cada estação pluviométrica localizada dentro da RH-VI e seu entorno, com base nos dados coletados e descritos no item 3.1.2.3. Utilizou-se a precipitação mensal e anual registradas em cada estação. Os dados foram inseridos em um software de geoprocessamento e foi feita a interpolação pela ponderação do inverso da distância em toda a RH-VI.

O índice de erosividade anual pode ser avaliado com base na classificação proposta por Carvalho, que varia de fraca a muito forte (CARVALHO, 2008). Na Tabela 3.29 é apresentada a área pertencente à cada classe de erosividade dentro da RH-VI.

Tabela 3.29 - Pertecentural de área da RH-VI por classe de erosividade (R).

Classe de erosividade	Fator R	Área (%)
Erosividade fraca	R < 2452	0,00%
Erosividade moderada	2452 < R < 4905	1,70%
Erosividade moderada a forte	4905 < R < 7357	31,24%
Erosividade forte	7357 < R < 9810	58,47%
Erosividade muito forte	R > 9810	8,60%

3.1.9.2 Fator de erodibilidade do solo (K)

Este fator, que expressa a capacidade de cada tipo de solo em resistir à erosão hídrica, é estipulado de acordo com o tipo de solo presente em cada região e já está calculado e referenciado na bibliografia para os principais tipos de solo brasileiros (COELHO et al, 2020). Ele leva em consideração as características do solo como granulometria, estrutura, presença de carbono orgânico, permeabilidade, profundidade e presença ou ausência de uma camada compactada (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

O fator de erodibilidade do solo é obtido através do método direto, com avaliação do percentual de argila, areia, silte e cabono orgânico presente em amostra de solo coletado na região de interesse (LIMA, 2020).

Para a RH-VI, a classificação pedológica foi feita com base no Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos do Estado do Rio de Janeiro (FILHO et al., 2003), conforme classificações já apresentadas no item Pedologia. O fator de erodibilidade (K) para cada

tipologia de solo foi obtido através de revisão de literatura elaborada por Costa et al. (2005) para o estado do Rio de Janeiro, com base no mapa mencionado anteriormente.

Os valores de K identificados para a região variam de 0 a 0,045 ton.ha.h/ha.MJ.mm. Na Tabela 3.30 é apresentada a área da RH-VI com o fator K enquadrado em cinco classes de risco distintas (FRANCISCO, 2010).

Tabela 3.30 - Pertecentural de área da RH-VI por classe de risco do fator K

Classe de risco	Fator K	Área (%)
Muito baixa	K < 0,01	26,07%
Baixa	0,01 < K < 0,02	11,17%
Média	0,02 < K < 0,03	59,78%
Alta	0,03 < K < 0,04	2,98%
Muito alta	K >0,04	1,02%

3.1.9.3 Fator efeito da topografia (LS)

O fator de efeito da topografia (LS) é uma combinação da análise da distância em que ocorre o escoamento superficial (L) e a declividade do terreno (S). Ambas características afetam diretamente a taxa de erosão do solo e a sua interpretação combinada se torna mais conveniente como um único fator topográfico. Conceitualmente o fator expressa a perda de solo por unidade de área com qualquer declive em relação a uma área padrão com 22m de comprimento e 9% de declividade (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Desta forma, a erosão cresce a partir do tamanho e declividade do terreno.

Para bacias hidrográficas, recomenda-se o uso e do Índice de Capacidade de Transporte de Sedimentos como equivalente ao fator LS (MOORE e BURCH, 1986), onde utiliza-se o MDE da área para o cálculo do fator. Abaixo é apresentada a equação utilizada.

$$LS = \left(\frac{FA * CS}{22{,}13}\right)^{0,4} * \left(\frac{sen(\theta)}{0{,}0896}\right)^{1,3}$$

Equação 3.1-3

Onde: FA é o fluxo acumulado; CS é o tamanho da célula do MDE (m); e θ é a declividade (graus).

Para o cálculo do fator FS da RH-VI utilizou-se o MDE com resolução espacial de 30 m metros, obtido do STRM. Através dele foi gerado um arquivo com a informação de fluxo acumulado

que foi cruzado com o arquivo de declividade através da ferramenta "*Raster Calculator*". A Tabela 3.31 apresenta os resultados obtidos para a RH-VI.

Tabela 3.31 - Pertecentural de área da RH-VI por faixa do fator LS.

Fator LS	Área (%)
0 < LS < 2	64,65%
2 < LS < 5	12,00%
5 < LS < 10	9,89%
10 < LS < 15	6,23%
15 < LS < 20	3,60%
20 < LS < 30	2,68%
30 < LS < 40	0,62%
40 < LS < 50	0,19%
50 < LS < 100	0,14%
LS >100	0,01%

3.1.9.4 Fator de manejo e cobertura do solo e práticas conservacionistas (CP)

Este fator, que é uma combinação entres os fatores C e P, representa a erosão associada ao uso e cobertura do solo. O fator de cobertura e manejo do solo (C) representa a variação de erosão esperada ao comparar uma área qualquer cultivada em determinada condição de uso e manejo do solo e a de uma área mantida descoberta onde as operações de cultivo são realizadas. O fator de práticas conservacionistas (P) está relacionado ao manejo do solo que tem como objetivo a sua conservação, como plantio em contorno, plantio em faixas de contorno, terraceamento e alternâncias de capinas. (WISCHMEIER e SMITH, 1978).

Ambos os fatores estão diretamente relacionados e só devem ser trabalhados separadamente quando têm-se como objetivo definir formas mais adequadas da produção agrícola para reduzir os seus impactos ao meio físico (STEIN et al., 1987).

Devido à dificuldade da identificação de práticas conservacionistas na região e a dificuldade do geoprocessamento para obtenção destes dados, adotou-se o valor P como 1, valor máximo do parâmetro que indica a não existência destas práticas e representa a condição mais crítica de erosão (COSTA et al.,2005).

Para determinação do fator C, foi realizado um cruzamento entre os dados de uso e cobertura do solo previamente obtidos do MapBiomas (2021) conforme apresentado no item 3.1.8 e os dados de um levantamento realizado por Costa et al. (2005) para o estado do Rio de Janeiro.

Na Tabela 3.32 são apresentados os valores de C adotados para cada classe de uso do solo, com adaptações da tabela de referência.

Tabela 3.32 - Fator C para as classes de uso do solo da RH-VI (adaptado de COSTA et al.,2005).

Classe de uso do solo	Fator C
Afloramento Rochoso	0,010
Apicum (salinas/mangue)	0,005
Aquicultura (rios, lagos e lagoas)	0,000
Área Urbanizada	0,005
Campo Alagado e Área Pantanosa (área inundável)	0,005
Formação Florestal (floresta ombrófila densa)	0,0001
Mangue	0,005
Mineração (solo exposto)	1,000
Mosaico de Usos (área agrícola)	0,256
Outras Áreas não Vegetadas (solo exposto)	1,000
Outras Lavouras Temporárias (área agrícola)	0,256
Pastagem	0,029
Praia, Duna e Areal	0,005
Restinga Arborizada (vegetação de restinga)	0,0007
Rio, Lago e Oceano (rios, lagos e lagoas/oceano)	0,000
Silvicultura (reflorestamento)	0,008

A Figura 3.111 apresenta os resultados espacializados para todos os fatores calculados.

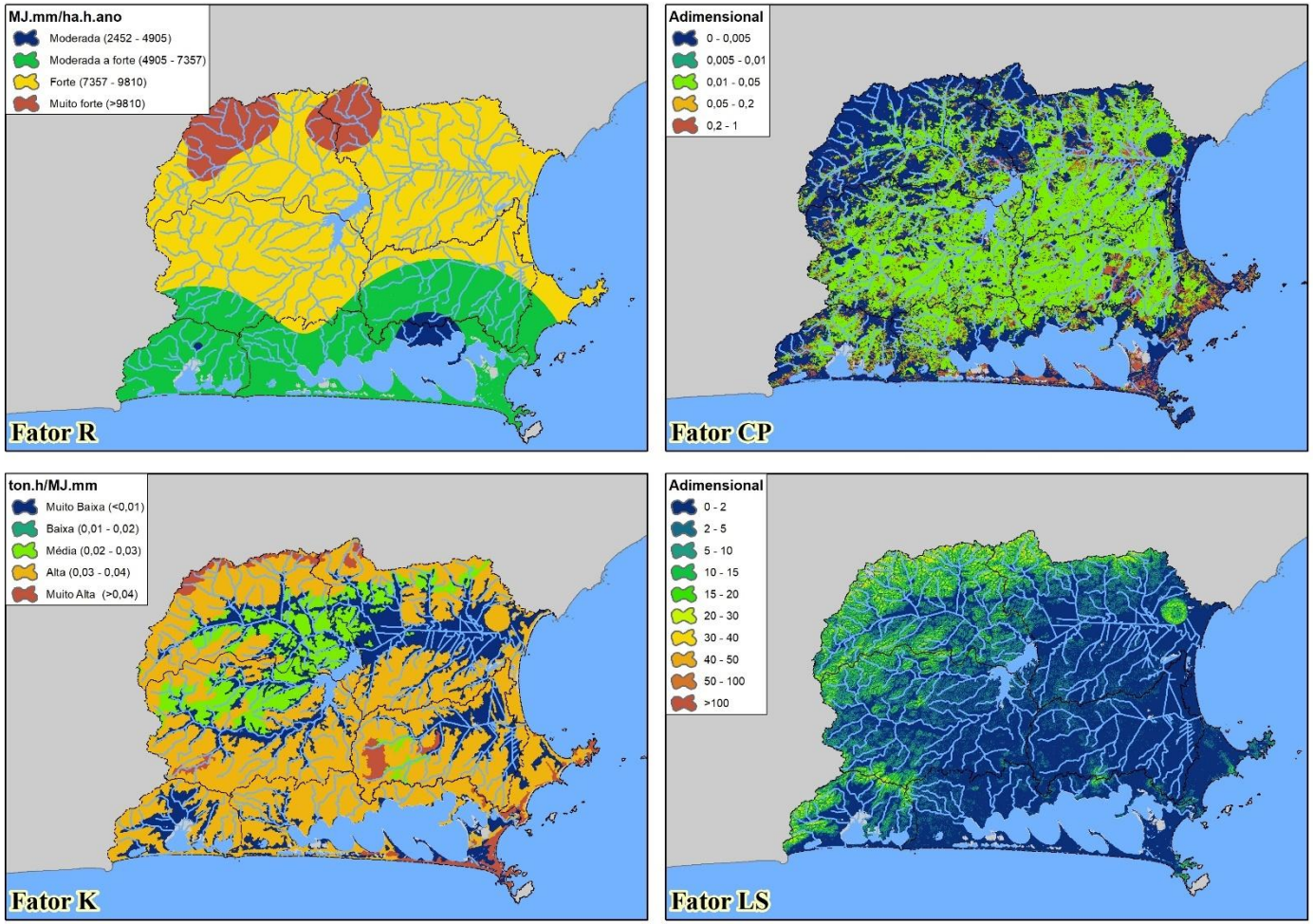


Figura 3.111 - Mapa dos fatores R, K, LS e CP da metodologia USLE para a RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.1.9.5 Estimativa da erosão potencial (A)

Com a obtenção dos quatro fatores mencionados acima, foi possível realizar o cálculo da variável A, que é a perda de solo (ton/ha.ano) estimada pelo método USLE para a região, conforme a Equação 3.1-1. O mapa gerado está apresentado na Figura 3.112. A simbologia adotada, proposta pela FAO (1980), classifica a vulnerabilidade entre muito baixa e muito alta, onde a perda de solo entre 0 e 5 ton/ha.ano equivale a um potencial muito baixo, enquanto uma perda de solo superior a 200 ton/ha.ano equivale a um potencial muito alto de erosão. A distribuição percentual da área da RH-VI em cada classe de vulnerabilidade com base na perda de solo calculada é apresentada na Tabela 3.33.

Tabela 3.33 - Distribuição da perda de solo potencial na Região Hidrográfica Lagos São João. .

Potencial de erosão	Perda de solo (ton/ha.ano)	Área (%)
Muito baixo	0 < A < 5	75.24%
Baixo	5 < A < 10	6.56%
Médio	10 < A < 50	11.54%
Alto	50 < A < 200	4.10%
Muito alto	A > 200	2.56%

Através dos dados da erosão potencial obtidos no cálculo do fator A para a RH-VI, observa-se que grande parte da área (mais de 75%) possui potencial muito baixo de erosão, com perda anual de 0 a 5 toneladas de solo por hectare. Os potenciais baixo e médio, com aproximadamente 6,5 e 11,5% na área da RH-VI respectivamente, estão distribuídos em todas as UHPs. Já as perdas de solo acima de 50 toneladas por hectare ao ano representam menos de 7%, e estão localizadas em áreas onde há uma combinação de declividade e uso do solo que propicie uma maior erosão. Conforme a Figura 3.112, as classes de erosão alta e muito alta estão localizadas em grande parte à noroeste da RH, com presença no limite norte e oeste e pontualmente em áreas próximas aos municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios.

Figura 3.112 - Mapa de suscetibilidade à erosão da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

3.2 Variáveis bióticas

Neste capítulo serão apresentados aspectos relacionados às variáveis bióticas para adequada avaliação da situação atual da Região Hidrográfica Lagos São João, considerando as temáticas vegetação e fauna.

3.2.1 Vegetação

3.2.1.1 Vegetação Terrestre

A RH-VI encontra-se integralmente na área de domínio ecológico do bioma Mata Atlântica. A 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. Distribuído ao longo de estados das regiões sul, sudeste, centro-oeste e nordeste. Esse bioma é composto de uma série de fitofisionomias, que propiciaram uma significativa diversidade ambiental e, como consequência, a evolução de um complexo biótico de natureza vegetal e animal altamente rico, assim como seus ecossistemas associados, como manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste.

Figura 3.113 -Praia das dunas em Cabo Frio, RJ
Fonte: César M. Silvério via Google (2018).

De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), que apresenta a classificação da vegetação do Brasil, as fitofisionomias predominantes na RH-VI são:

- Savana Estépica Arborizada - Principalmente em Armação de Búzios. Este subgrupo de formação é estruturado em dois nítidos estratos: um, arbustivo-arbóreo superior, esparso, e outro inferior gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica.

- Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas - Principalmente na região de Cabo Frio. É uma formação encontrada frequentemente revestindo tabuleiros, desde o Estado do Rio Grande do Norte até o Município de Cabo Frio (RJ). Esse tipo florestal é caracterizado pela espécie *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis, o pau-brasil, além de outros gêneros brasileiros tais como o Lecythis, Cariniana (jequitibá) e o Paratecoma peroba (Record) Kuhlm. (peroba-do-campo).

- Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas - Principalmente na região de Silva Jardim Casimiro de Abreu. Situada em áreas de terrenos sedimentares do terciário/ quaternário - terraços, planícies e depressões aplanadas não susceptíveis a inundações - entre 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, a partir dos 5 m até em torno de 100 m acima do mar; de 16º de latitude Sul a 24º de latitude Sul de 5 m até em torno de 50 m; de 24º de latitude Sul a 32º de latitude Sul de 5 m até em torno de 30 m;

- Floresta Ombrófila Densa Submontana - Principalmente na região de Silva Jardim Casimiro de Abreu. Situada nas encostas dos planaltos e/ou serras, entre 4º de latitude Norte e 16º de latitude Sul, a partir de 100 m até em torno dos 600 m; de 16º de latitude Sul a 24º de latitude Sul, de 50 m até em torno de 500 m; de 24º de latitude Sul a 32º de latitude Sul, de 30 m até em torno de 400 m.

- Floresta Ombrófila Densa Aluvial - Formação de mata ciliar que ocorre aos longos dos cursos de água e terraços. Apresenta com frequência um dossel emergente uniforme, porém, devido à exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta. Apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucos parasitas.

- Restinga arbórea, arbustiva e herbácea - Vegetação com influência marinha, sejam nas áreas mais altas e em dunas, onde apresentam características mais secas, ou áreas úmidas com influência equinocial das marés.

- Manguezal e Campos Salinos - Vegetação de ambiente salobro situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle L., Avicennia sp*., cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. Nesta comunidade, pode faltar um ou mesmo dois desses elementos.

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. As UHPs VI-a/VI-b e VI-d/VI-g foram aglutinadas na avaliação.

- 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 (ARAÚJO, 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.

Os remanescentes florestais da Mata Atlântica na região encontram-se distribuídos em expressivos fragmentos florestais secundários em estágio avançado de sucessão, localizados principalmente na porção serrana, nas colinas e nos maciços costeiros, especialmente nos municípios de Maricá, Saquarema e Silva Jardim (RIO DE JANEIRO, 2017). No entanto, quanto mais próximo da região costeira, maior a fragmentação da paisagem, sendo estas áreas de baixada ocupadas pelas atividades agropecuárias mais ao interior e por áreas urbanizadas nas proximidades do litoral

De acordo com o Plano da Bacia Hidrográfica da Região dos Lagos e do Rio São João (CBHLSJ, 2005), a cobertura vegetal nativa da região compreende:

- Campos de altitude nas áreas de altitude mais elevada no divisor dos municípios de Nova Friburgo, Silva Jardim e Cachoeiras de Macacu, área denominada Pedra do Faraó.
- Fragmentos florestais de mata aluvial em bom estado de conservação nas montanhas e serras de Silva Jardim, Rio Bonito, Casimiro de Abreu e Saquarema.
- Restinga, em especial nos arredores de Jaconé, na formação arbustiva aberta das dunas de Massambaba, Dama Branca (Arraial do Cabo) e Peró. Os dois remanescentes de mata de restinga (não inundada ou seca) mais bem preservados na região são encontrados em Jacarepiá, na extremidade oeste da restinga de Massambaba e na Estação de Rádio da Marinha, em propriedade da Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia.
- Savana estépica arborizada, nos morros costeiros de São Pedro de Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios. A característica principal desta formação é a grande quantidade de cactos que atingem até 4 metros de altura; caracteriza-se por mata baixa com média de 3m de altura nas vertentes mais expostas a umidade marinhe e aos ventos, composta de árvores com copas adensadas e troncos finos. Este tipo de vegetação, tecnicamente chamada de “Estepe Arbórea Aberta”, é exclusiva da RH-VI.

Em locais mais protegidos do vento, em grotões úmidos ou nas serras mais afastadas do mar, como por exemplo na Serra de Sapiatiba e das Emerências, a vegetação assume um porte mais robusto.

- Manguezais, na foz dos rios São João e das Ostras e ainda em alguns trechos das margens das lagoas de Araruama e Saquarema.
- Brejos espalhados por toda a região, em especial nas baixadas, bastante reduzidos.

As planícies costeiras são em geral formadas por sedimentos de diferentes origens, onde frequentemente ocorrem a vegetação denominadas restinga, que possui significado bastante diverso, está associado a estas feições. A restinga varia de herbáceas e rasteiras na beira da praia até florestais nos cordões arenosos mais antigos. A flora da restinga da região de Búzios/Cabo Frio é mais rica em espécies que as demais no Estado, contendo 26 das 32 espécies endêmicas conhecidas para as restingas do Rio (LACERDA et al., 1993).

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).

3.2.1.1.1 Áreas endêmicas

No campo da pesquisa em conservação aplica-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 foi nomeada pelo WWF/IUCN como um importante Centro de Diversidade Vegetal (CDV) da Região Neotropical devido à presença de vários táxons endêmicos e comunidades vegetais únicas, que estão relacionadas tanto a um clima seco quanto a um ambiente físico heterogêneo (BOHRER et al., 2009), de grande relevância para a manutenção de ecossistemas naturais no domínio de denominação genérica de Mata Atlântica (ARAÚJO, 1997; WALTER e GILLETT, 1997).

O Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio - CDVCF está situado no estado do Rio de Janeiro entre as coordenadas 22º30' –23º00' S e 41º52' –42º42' W e possui cerca de 1.562 km², abrangendo oito municípios do estado do Rio de Janeiro, sendo eles: Maricá, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios (BOHRER et. al, 2009). A Figura 3.114 apresenta sua localização.

O divisor topográfico do CDVCF é o Rio São João ao limite norte, abrangendo também as bacias do rio Una e das lagoas de Saquarema, Jaconé, Jacarepiá e Araruama, além de diversas lagoas de menor porte, perenes ou temporárias, que possuem relevante importância para os processos hidrológicos locais e na mantença das comunidades vegetais nas áreas mais baixas (BOHRER et. al, 2009). A altitude varia a partir do nível do mar até aproximadamente 500 metros, considerando que menos de 10% desta localidade encontra-se acima dos 100 metros (ARAÚJO, 2000).

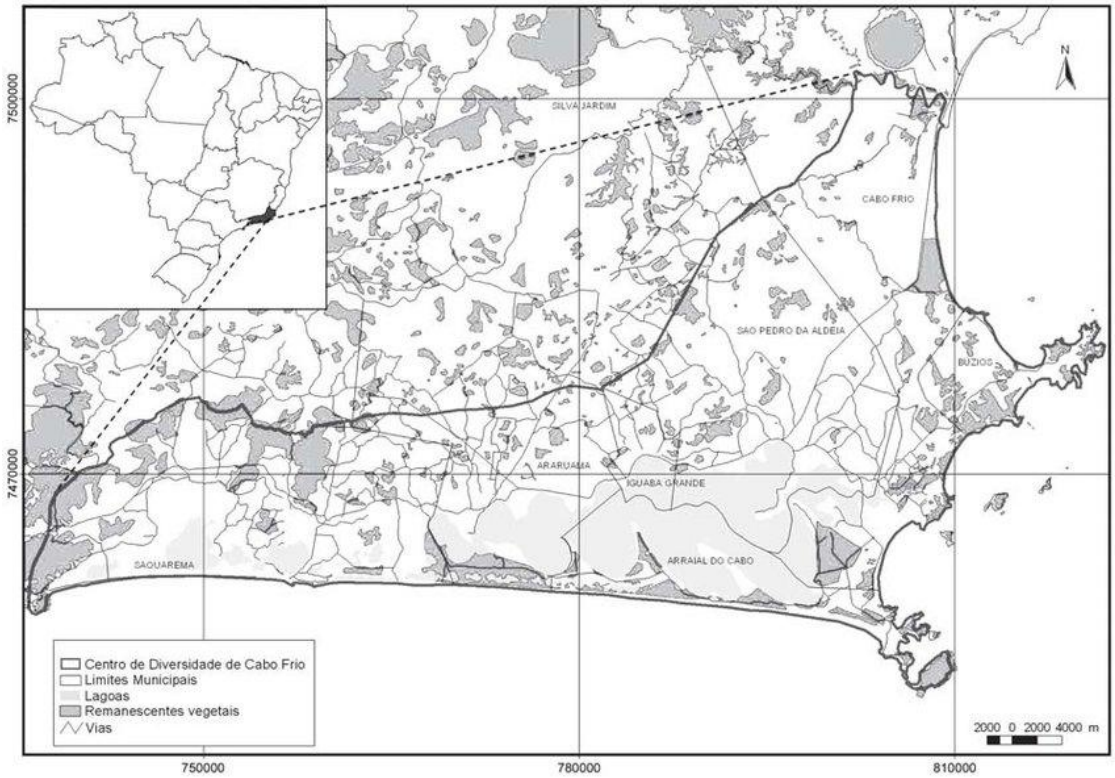


Figura 3.114 - Localização do Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil.
Fonte: Adaptado de Ribeiro e Lima, 2009.

Devido à grande heterogeneidade dos fatores de formação da restinga, esse local apresenta alto grau de espécies endêmicas relacionadas aos ecossistemas costeiros. De acordo com Bohrer et al. (2009), a fisionomia de restinga arbustiva é bastante heterogênea, incluindo áreas de

vegetação aberta em moitas de diversos tamanhos intercaladas com áreas de vegetação esparsa ou solo nu; áreas de vegetação de médio porte (2 - 3 m) e cobertura nas cristas das dunas, geralmente moldada pelo vento, com depressões entre dunas com areia exposta ou recoberta por vegetação herbácea com predominância das halófitas, que são espécies características de locais úmidos com influência salina (Espodossolos); e extensas áreas de vegetação contínua e densa de maior porte (2 - 4 m), tanto nas cristas como nas vertentes e nos baixos entre dunas.

Este engloba, principalmente, formações de restinga, de mata atlântica do tipo arbustiva/arbórea que recobre os maciços litorâneos compreendidos entre os municípios de Arraial do Cabo e Armação dos Búzios, bem como mangues e ambientes inundáveis, como os brejos e as margens das lagoas.

A região abriga 65% das espécies indicadas por Araújo (2000) como endêmicas ao estado do Rio de Janeiro, uma porcentagem muito maior que qualquer outra região de restinga. A região é mais rica em espécies do que as demais do Rio de Janeiro, possuindo cerca de 57% das espécies dispersas sobre 12% da área total no estado. Contém 26 das 32 espécies endêmicas conhecidas para as restingas do Rio de Janeiro (CBHLSJ, 2005).

No estudo proposto por Coe et al. (2013), a região de Cabo Frio apresenta peculiaridades geoecológicas, sendo considerada um enclave fitogeográfico no litoral do Rio de Janeiro. Este enclave seria explicado pelo clima semiárido local de Cabo Frio, ligado, entre outros fatores, à presença de uma ressurgência costeira e ao regime de ventos da região. Conforme já apresentado nos itens anteriores.

3.2.1.1.2 Espécies Ameaçadas

Em um estudo realizado no CDVCF com execução de um inventário florestal e definição de padrões de distribuição geográfica com espécies arbóreas de Fabaceae, foram listados 81 táxons subordinados a 41 gêneros, que comparado com outras áreas estudadas dentro do domínio genérico da Mata Atlântica (Cairuçu, Caratinga, Itatiaia e Macaé de Cima) revelou-se de uma diversidade taxonômica bastante elevada e superior às demais (Ribeiro & Lima 2009). A Tabela 3.34 a seguir mostra as espécies da família Fabacea encontradas.

Tabela 3.34 - Lista de Espécies arbóreas da família Leguminosae de interesse conservacionista no CDVCF (RIBEIRO e LIMA, 2009).

Espécies Categorias	Categorias
Andira legalis (Vell.) Toledo	Endêmica SE
* *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.	Vulnerável (VU)
* *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Em perigo (EN)
Chloroleucon tortum (Mart.) Pittier	Endêmica RJ
* *Grazielodendron riodocensis* H.C. Lima	Vulnerável (VU)
Inga maritima Benth.	Endêmica SE
Machaerium firmum (Vell.) Benth.	Endêmica RJ
Machaerium fluminense Rudd	Endêmica SE
* *Machaerium obovatum* Kuhlm. & Hoehne	Vulnerável (VU)
* *Melanoxylon brauna* Schott	Vulnerável (VU)
* *Swartzia glazioviana* (Taub.) Glaz.	Em perigo (EN)

**incluídas na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL 2022) e categorizadas de acordo com avaliação no workshop (MACHADO et al., 2005).*

Figura 3.115 - Ramo florido de pau-brasil (Paubrasilia echinata).
Fonte: Haroldo Cavalcante de Lima via Flora do Brasil(2020).

Figura 3.116 - 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).

Em levantamento realizado por Calvente *et al.* (2005), na Região dos Lagos, verificou-se grande diversidade de riqueza de espécies da família Cactaceae, que ocorrem com amplas variações no espectro de morfológico e das variações ambientais. Possui 17 espécies distribuídas em 11 gêneros. Um dos primeiros estudos taxonômicos da família Cactaceae realizados na planície arenosa da APA da Massambaba chegou a identificar o número relevante de 13 táxons em 10 gêneros. Com destaque aos gêneros *Opuntia* e *Rhipsalis* que predominam em abundância, sendo também reconhecidas espécies *de Pereskia, Pilosocereus* e *Melacactus*, que integram alguns gêneros que possuem espécies endêmicas de identificação complexa, pois apresentam variações morfológicas no diversos ambiente da restinga (FREITAS, 1990).

Dentre os táxons encontrados destaca-se o *Pilosocereus ule*i (K.Shum) Byles & G.D.Rowley, ou cabeça-de-velho, espécie endêmica que ocorre em costões rochosos costeiros próximo ao nível do mar até 100 m de altitude (ZAPPI, 1994; MASTERPLAN, 2013), e que segundo a IUCN encontra-se em Perigo de Extinção (EN) com tendências para o declínio populacional em função de sua restrita distribuição (~200 km²) em uma ambiente que sofre perdas contínuas em sua extensão e da qualidade dos hábitats especialmente em função da avanço imobiliário (SANTIAGO e DESLANDES, 2011).

Figura 3.117 - O raríssimo Caxacubri-da-Praia (Pilosocereus ulei) que encontra-se em Perigo de Extinção (EN). Fonte: Filipi Miranda Soares via Biodiversity4all (2021).

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) elaborado na região das Salinas Peroanas, município de Cabo Frio/RJ, para implantação do Empreendimento Nova Cabo Frio Walter Park (MASTERPLAN, 2021) encontrou na área de estudo cinco espécies com risco de extinção, de acordo com o classificado pela lista de espécies ameaçadas do Centro Nacional de Conservação da Flora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A Tabela 3.35 abaixo aborda as espécies e sua classificação quanto ao risco de extinção.

Tabela 3.35 - Lista de espécies encontradas em risco de extinção em estudo ambiental na região das Salinas Peroanas, Cabo Frio. (MASTERPLAN, 2021).

Espécie	Risco De Extinção
Chloroleucon tortum	NT
Machaerium obovatum	VU
Neoregelia cruenta	LC
Pilosocereus arrabidae	LC
Swartzia glazioviana	VU

VU: vulnerável; LC: menos preocupante; NT:quase ameaçada

Destas, as espécies *Machaerium obovatum* e *Swartzia glazioviana* são endêmicas do CDVCF e até o momento foram registradas nas matas baixas e secas sobre os costões e colinas litorâneas, ou em pequenos redutos de restinga na área de entorno destas formações. O cacto *Pilosocereus ulei*, conhecido popularmente como cabeça-de-velho tem distribuição restrita à região dos morros litorâneos de Cabo Frio, sendo endêmico da região. Tal espécie ocorre em costões rochosos e áreas próximas ao nível do mar (MASTERPLAN, 2013). Vale ressaltar que tais espécies merecem atenção, pois, apesar de apresentar ampla distribuição, é uma espécie típica da restinga e seu habitat encontra-se altamente ameaçado pela expansão urbana.

3.2.1.2 Vegetação Aquática

A RH-VI é uma área repleta de corpos de águas doces e salgadas. Se caracteriza pela presença de rios, áreas alagadiças, lagoas, lagunas e extensa área marítma. As vegetações aquáticas estão intimamente ligadas aos habitats formados a partir dos diferentes corpos de água. Até o início do século passado, a vegetação aquática de habitats interiores da RH-VI sofreu menos impactos antrópicos que as terrestres. Isto porque as principais atividades humanas eram realizadas nos solos mais secos e elevados, poupando as vegetações de zonas alagadas (permanente ou não). No entanto, depois deste período, deram-se início a processos de saneamento que alteraram drasticamente o regime hidrológico da região, conferindo assim grande impacto à vegetação aquática.

A RH-VI é uma região com alto grau de endemismo. De acordo com o "Livro Vermelho da Flora Endêmica do Estado do Rio de Janeiro" (MARTINELLI et al., 2018), nos municípios que integram a região, são registradas centenas de espécies endêmicas do Rio de Janeiro, porém, estão associadas às formações vegetais terrestres (epífitas, floresta ombrófilas, restingas, entre outras) e nenhuma é aquática. Em contraponto, os corpos hídricos de toda a região, são vitais para a manutenção dos habitats onde estas espécies terrestres e endêmicas são encontradas.

As formações vegetais sob influência hídrica sofreram fortes reduções com a drenagem da planície de inundação. Anteriormente, havia um gradiente de umidade nas regiões alagadas próximo aos cursos d'água, o que permitia encontrar facilmente diversas plantas aquáticas nas bacias do Rio São João e Una, como *Eichhornia azurea*, *Cabomba aquática*, *Murures Utricaria foliosa, U. gibba*, *Salvinia minima, Nymphea ampla var. punchella* e *Hedychium coronarium.*

Nos brejais às margens dos rios são comuns, *Typha dominigensis*, várias espécies de Cyperaceae, entre outras (BRASIL, 2005).

Figura 3.118 - A taboa (Typha dominigensis) espécie muito comum em áreas alagadas e que é característica de ambientes intensamente assoreados
Fonte Javier Martin via Wikimidia (2009).

Na foz do Rio Una, há baixa energia oceânica o que permite formação do manguezal. Lá são encontradas espécies de mangue branco (*Laguncularia racemosa*), vermelho (*Rhizophora mangle*) e a siribeira de folhas foscas (*Avicennia schauriana*). Devido à retilinização de diversos afluentes e do Rio Una para a prática da agropecuária, a vazão do rio está drasticamente reduzida. 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).

Nos corpos lênticos de água doce de toda RH-VI ocorrem as Lemnoideae (Araceae), espécies de ervas aquáticas flutuantes que dependendo do nível de nitrogênio na água, decorrentes principalmente de lançamentos de efluentes e de adubos agrícolas, podem se proliferar de maneira que cobrem toda a superfície da água e causam eutrofização. Estas espécies servem como indicadores ambientais. Elas são conhecidas como lentilhas d'água e na região são registradas 15 espécies (LOURENÇO e BOVE, 2019).

Figura 3.119 - As lentilhas d'água (Lemna minor) que são potencialmente invasoras e prolíficas em cursos hídricos antropizados
Fonte: Eduard Garin via Biodiversity4all (2013).

Em Armação de Búzios, os brejos, corpos hídricos e área circundantes possuem em alguns pontos, uma vegetação herbácea característica de áreas inundadas com predominância de gramíneas e ciperáceas, além da ocorrência de *Typha sp., Acrosticum sp. e Blechnum sp*., entre outras (BOHRER et al., 2009).

A lagoa dulcícola de Jacarepiá, integra Área de Proteção Ambiental da Massambaba, localizada na UHP VI-f de Lagoa de Araruama. Ela é distrófica, rica em substâncias húmicas e com baixas concentrações de nutrientes essenciais à cadeia trófica. Na região limnética não há macrófitas, sendo encontradas apenas algumas espécies de fitoplânctons. Na região litorânea da lagoa, são encontradas diversas plantas aquáticas como *Borreria scabiosoides, Blechnum serrulatum, Cladium jamaicense, Utricularia gibba,* entre outras (BARROS, 2009).

As macroalgas marinhas apresentam fundamental papel ecológico, por serem uma das principais responsáveis pela produtividade primária das zonas litorâneas e por formarem ambientes propícios para alimentação, refúgio e reprodução de diversos outros organismos (ESTRADA, 2014).

Na costa litorânea da RH-VI, incluindo corpos d'água internos salinos como a Lagoa Araruama e de Saquarema, são encontrados uma grande diversidade de algas marinhas bentônicas, sendo uma das regiões mais importantes do Brasil, com ocorrência de 53% dos táxons registrados para todo território nacional (643 táxons) (HORTA et al. 2001; BRASILEIRO et al., 2009). Isto ocorre devido à alguns fatores inerentes à região, como o fenômeno da ressurgência que possibilita que táxons típicos de regiões temperadas se estabeleçam devido a temperaturas mais amenas. Mesmo estando em uma região tropical Yoneshigue (1985), considera a parte marinha da região uma barreira geográfica para distribuição de espécies de macroalgas. Quando o incremento de nutrientes, decorrentes da ressurgência, é muito grande, aumenta também a proliferação das algas. Esse fenômeno é muitas vezes notado nas praias que ficam tomadas por algas nesta região em alguns períodos do ano e que momentaneamente podem causar prejuízos ao turismo.

No estado do Rio de Janeiro, são registrados 441 táxons infragenéricos de algas marinhas (BRASILEIRO, 2009). Destes, 339 (77%) (76 Chlorophyta, 60 Ochrophyta e 203 Rhodophyta) são encontrados na RH-VI, sendo 78 táxons restritos a ela. Se comparado à ocorrência nacional, 20 táxons estão restritos à RH-VI, sendo duas espécies (*Pseudolithoderma moreirae* e *Gracilaria yoneshigueana*) endêmicas da região (BRASILEIRO et al., 2009) e uma espécie invasora, a *Caulerpa brachypus* (BATISTA, 2020).

Figura 3.120 - Exemplar do gênero Gracilaria.
Fonte: Patrícia G. Araújo via Repositório UFPE (2005).

Os municípios que apresentam maior riqueza são Armação dos Búzios (212 táxons), Arraial do Cabo (207 táxons) e Cabo Frio (155), enquanto que os com menor riqueza foram Casimiro de Abreu (13 táxons), Araruama (14) e São Pedro da Aldeia (22). Para Casimiro de Abreu, a baixa riqueza pode ser justificada pela falta de estudos na região, já para os outros dois municípios, a baixa riqueza pode ser justificada pela baixa disponibilidade de substrato consolidado, e pela alta temperatura, luminosidade e salinidade da Lagoa de Araruama, onde estes municípios foram amostrados (BRASILEIRO et al., 2009).

As algas marinhas e as substâncias extraídas delas são mercadorias muito importantes no mercado internacional, sendo utilizadas na culinária oriental, em componentes de alimento industrializados, cosméticos e fármacos. No Brasil pode-se extrair o ágar-ágar a partir de uma espécie do gênero *Pterocladia* e de espécies do gênero *Gracilaria.* No litoral da RH-VI são encontradas sete espécies de *Glacilaria* (*G. brasiliensis, G. blodgettii, G. cervicornis, G. domingensis, G. mammillaris, G. tepocensis, G. yoneshigueana*) (BRASILEIRO et al., 2009). *Gracilaria* é a única alga nativa que possui técnica de cultivo bem estabelecida, no entanto, não há estudos na região sobre efetividade de extrativismo sustentável ou cultivo das mesmas para fim comercial.

A carragenana, é outra substância importante extraída de algas marinhas. Ela é utilizada em doces, na indústria fotográfica, revestimento de filamentos de tungstênio, em sopas e molhos,

cremes, sabões, inseticidas e nas indústrias de laticínios, têxtil e de papel. Ela é extraída do gênero *Hypnea* (OLIVEIRA, 1997) e na RH-VI são encontradas cinco representantes deste gênero (*H. cenomyce, H. musciformis, H. spinella, H spinella e H. stellaris*). A espécie *Hypnea musciformi* também é uma importante matéria prima para a produção de agaróides (FILHO,1977).

Representantes da família Dictyotaceae são ricos em dipertenos que possuem atividades antifúngicas, antivirais e antitumorais (ESTRADA, 2014). No litoral da RH-VI são encontradas 14 espécies desta família (*Dictyopteris delicatula, D. jamaicensis, D. plagiogramma, Dictyota cervicornis, Dictyota ciliolata, Dictyota menstrualis, Dictyota mertensii, Lobophora variegata, Padina antillarum, P. boergesenii, P. gymnospora, P. gymnospora, Stypopodium zonale, Zonaria tournefortii*) (BRASILEIRO et al., 2009).

Figura 3.121 - A espécie Dictyota menstrualis (Hoyt) Schnetter, Hörnig & Weber-Peukert que possui registro de usos populares para combate à dores de cólicas menstruais, possui grande potencial como anti-inflamatório e antinociceptivo periférico (anulação/redução de estímulos sensoriais que causam dor) com potência semelhante à dipirona (ALBUQUERQUE, 2013).
Fonte: Thomas Irvine via Biodiversity4all (2022).

O gênero *Ulva* é eficiente na produção de aditivos agrícolas e em controles virais e microbianos (PAULERT et al. 2009; MENDES et al. 2010), já sendo cultivado em outras regiões tropicais

e subtropicais do mundo. Ele está representado na RH-VI por oito espécies (*Ulva clathrata, U. chaetomorphoides. U. compressa, U. fasciata, U. flexuosa, U. lactuca, U. linza* e *U. rígida*) (BRASILEIRO et al., 2009). Um estudo realizado em Paraty e em Angra dos Reis mostrou que a espécie nativa *U. flexuosa* tem sucesso de cultivo tanto no mar (balsas flutuantes) quanto em tanques, tendo capacidade de se produzir 9 toneladas de alga seca por hectare ao ano (ESTRADA, 2014) desta maneira, é possível que o mesmo se aplique para a RH-VI.

Espécies de *Sargassum* e *laminaria* são importantes produtoras de alginatos, um importante polissacarídeo utilizado na indústria alimentícia e farmacêutica. Na RH-VI são encontradas 11 espécies (e variações) destes gêneros (*Laminaria abyssalis, Sargassum cymosum, S. cymosum* var. *nanum, S. ilipendula, S. filipendula* var. *montagnei, S. filipendula* var. *pinnatum, S. furcatum S. stenophyllum, S. vulgare, S. vulgare* var. *foliosissimum e S. vulgare* var. *nanum*) (BRASILEIRO et al., 2009).

Com a grande diversidade de algas no litoral (mar e algumas lagunas) da RH-VI, a região, a princípio, apresenta grande potencial comercial de produção de algas marinhas nativas e seus derivados, sendo necessário estudos de viabilidade produtiva e sustentabilidade específicos para esse fim nesta região, uma vez que grande parte da área se encontra dentro de uma Unidade de Conservação.

3.2.2 Fauna

3.2.2.1 Fauna Terrestre

É fundamental aplicar um olhar para a gestão e conservação de áreas ambientais protegidas que identifique espécies vegetais com alto valor ecológico, especialmente aquelas com relações interespecíficas que garantem a sobrevivência da fauna local. Estas plantas são chamadas zoófilas e ofertam abundante produção primária de néctar, pólen e frutos sendo visitadas por aves, mamíferos e insetos.

Na região, as restingas abrigam a maior concentração de aves endêmicas. O caso mais emblemático é o da *Formicivora littoralis* que é considerada a única espécie de ave endêmica de restinga em todo o litoral do Brasil (GONZAGA e PACHECO, 1990) e só ocorre nos fragmentos de restinga dos municípios de Saquarema, Araruama, Arraial do Cabo, São Pedro

da Aldeia, Cabo Frio e Iguaba Grande e está criticamente ameaçado de extinção (CR) (IUCN, 2023).

Figura 3.122 - O endêmico passeriforme formigueiro-do-litoral (Formicivora littoralis) considerado como criticamente em perigo de extinção.
Fonte: Guilherme Serpa via Wikiaves (2022).

A RH-VI possui corredores ecológicos para espécies como o ameaçado de extinção Mico-Leão-Dourado, além de Guaxinins e inúmeras espécies de aves, tais como: o Pica-Pau dourado, a coruja buraqueira, a batuíra, o gavião da restinga, o sabiá da praia, o quero-quero, o anu branco, o maçarico, garças, socós e outros encontrados em brejais.

Figura 3.123 - Mico-Leão Dourado.
Fonte: Joël Sartore via National Geographic (2020).

É fundamental a iniciativa de conservação Projeto Mico-Leão Dourado para ampliar as populações de espécies ameaçadas de extinção que são encontradas dentro da RH-VI. Uma iniciativa da Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD) e seus parceiros com recursos do BNDES para a conservação do raro, endêmico e ameaçado primata através da restauração de 62 hectares de Mata Atlântica na Reserva Biológica Poço das Antas, no Município de Silva Jardim, Rio de Janeiro. Complementarmente existe a "Parceria: Restauração Florestal para a Conservação do Mico-Leão-Dourado", projeto será executado com recursos doados pela ExxonMobil com a finalidade de plantar 20 mil mudas de espécies nativas na região.

Figura 3.124 - O “micoduto”, como foi popularmente chamado, referindo-se ao viaduto vegetado com espécies frutíferas da mata atlântica destinado à passagem de animais silvestres sobre um trecho da rodovia federal BR-101 no Rio de Janeiro e que é uma conquista da Associação Mico-Leão-Dourado.
Fonte: Divulgação/Arteris Fluminense via Agência Brasil(2020).

A fauna da região abrange quase uma centena de espécies de mamíferos. Estes animais da mesofauna demandam consideráveis volumes de alimentos nos seus hábitats, de maneira que, sua presença em maior ou menor grau são importantes indicadores ecológicos do estágio sucessional das formações vegetais e dos ambientes ecológicos que integram. Um grande número de espécies de mamíferos está intimamente relacionado aos processos ecológicos de herbivoria, polinização e a dispersão de sementes, assim como fazem a predação de artrópodes que influenciam no equilíbrio destas populações e, consequentemente, nas espécies vegetais, como é o caso dos gambás que predam larvas de cigarra que habitam raízes. Na RH-VI podemos destacar:

- Roedores: capivaras (Hydrochoerus hydrochaeris), pacas (Cuniculus paca), esquilos caxinguelê (Sciurus aestuans), cutias (Dasyprocta aguti), pequenos ratos (Akodon cursor, Nectomys squamipes, Oligoryzomys nigripes) e o coelho nativo tapiti (Sylvilagus brasiliensis);
- Marsupiais: gambás (Didelphis virginiana e D. aurita), cuícas (Marmosa murina, M. paraguayana, Metachirus nudicaudatus, Chironectes minimus), entre outros;
- Artiodáctilos: veado mateiro (*Mazama americana*);
- Erinaceideos: ouriço cacheiro (*Erinaceus europeus*);
- Taiaçuídeos: caititu (*Pecari tajacu*);
- Bradipodídeos: a preguiça comum (*Bradypus variegatus*) e a preguiça de coleira (*Bradypus torquatus*);
- Myrmecophagideos: o tamanduá mirim (*Tamandua tetradactyla*)
- Dasípodos: duas espécies de tatus (Dasypus novemcinctus e D. septemcinctus)
- Quirópteros: aproximadamente 34 espécies registradas somente na restinga de Itapebussus (ALMADA, 2015) dentre nectarívoros, frugívoros, insetívoros, moluscivoros, piscívoros entre outros;

- Primatas: o macaco-prego-preto (Sapajus nigritus), o sauá (*Callicebus brunneus*), o sagui da serra (*Callithrix flaviceps*), o bugio (*Alouatta seniculus*) e o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*).

Figura 3.125 - 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 3.126 - O Veado-Mateiro (Mazama americana).
Fonte: Andres Piscitello via Biodiversity4all (2018).

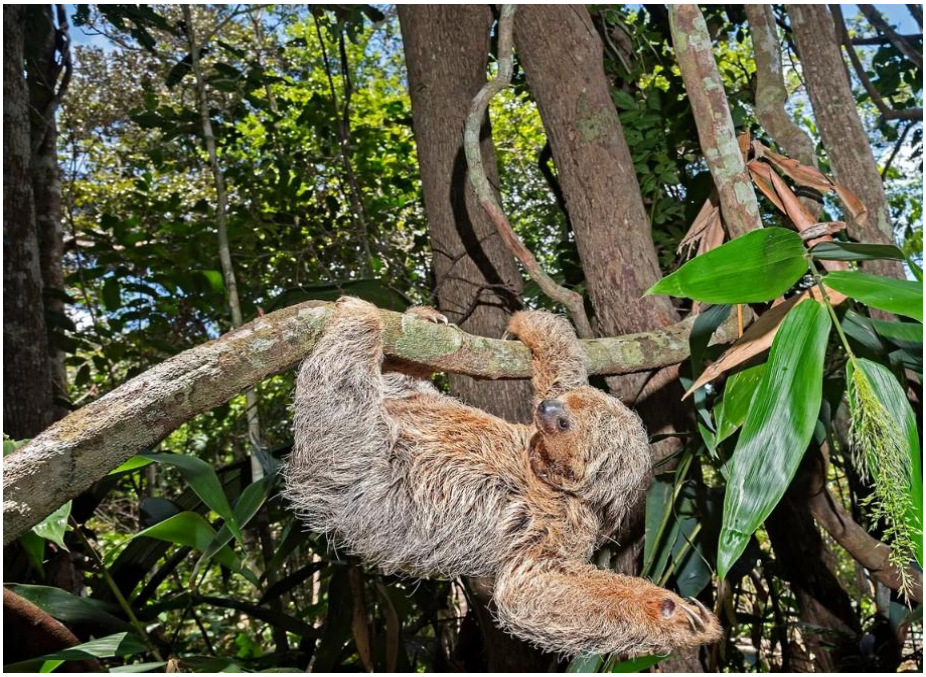


Figura 3.127 - A preguiça-de-coleira (Bradypus torquatus).
Fonte: Adriano Gambarini via NationalGeographic(2022).

Há registros de ocorrência de diversos mamíferos carnívoros que, estando no topo da cadeia alimentar, muitas vezes são indicadores biológicos do estado de conservação de ambientes, de modo que sua presença é fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Quatro grupos principais se destacam:

- Felídeos: a onça-parda (*Puma concolor*), o jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*);
- Mustelídeos: a irara (*Eira barbara*), o furão (*Galictis* cuja) e a lontra (*Lontra longicaudis*);
- Procionideos: o quati (*Nasua nasua*) e o guaxinim (*Procyon cancrivorus*);
- Canídeo: cachorro do mato (*Cerdocyon thous*).

Figura 3.128 - O jaguarundi (Puma yagouaroundi).
Fonte: Projeto Gatos do Mato – Brasil via ICMBio(2012).

Figura 3.129 - O cachorro do mato (Cerdocyon thous)
Fonte: Diego Carús via Biodiversity4all (2016).

3.2.2.2 Fauna Aquática

A RH-VI abriga grande diversidade de fauna aquática e semi-aquáticas (mamíferos, quelônios, aves, peixes, corais e invertebrados). Um dos fatores determinantes, é a grande variedade de habitats, desde rios caudalosos, regiões alagadiças, lagoas de água doce e de água salgada, mangues e estuários, além de um ambiente marinho com características abióticas propícias à alta diversidade.

O reservatório de Juturnaíba e os processos de retificação de parte do leito do rio São João realizadas entre 1950 e 1985, provocaram grandes alterações hidrológicas. Regiões que antes eram brejos, lagoas marginais e áreas de inundação, passaram a ser majoritariamente pastos (PINTO e SEIXAS-FILHO, 2016; SANTOS, 2019). Com isso, diversas espécies endêmicas perderam parte de seu habitat, principalmente as que ocupam poças ou áreas alagadas. Na UHP-VI-a e VI-b do rio São João e UHP VI-d do Rio Una são encontradas espécies exclusivas de água doce, assim como espécies marinhas e de mangue que ocupam a região de estuário na foz dos referidos rios.

Nas UHPs do rio São João (montante e jusante) e Rios Capivari e Bacaxá, estão presentes as Unidades de Conservação, APA Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, Rebio Poço das Antas, parte da REBIO União e diversas RPPNs. Os principais estudos de fauna associada a água doce foram executados dentro destas UCs. A ictiofauna desta região é muito diversa e possui grau de endemismo. Nelas, são encontrados peixes que vivem em rios com correntezas, em águas calmas, em pequenas poças sazonais e marinhos (na área estuarina). Os peixes endêmicos que vivem em poças sazonais, são característicos da região e são os mais ameaçados.

Atualmente, 102 espécies de peixes podem ser encontradas na bacia do rio São João, sendo 51 de água doce e 51 marinhos/estuarinos. Levantamentos pretéritos, indicavam a ocorrência de 89 espécies (BIZERRIL, 1995). Em estudos recentes, algumas dessas espécies não foram encontradas (Tabela 3.36), e outras não-nativas passaram a integrar a ictiofauna local (Tabela 3.37). Pescadores declaram que essas espécies foram introduzidas recentemente no reservatório, e que *Oreochromis niloticus* é cultivado desde 2015 em tanques rede no reservatório. Há a hipótese de que as espécies introduzidas estejam competindo com as nativas devido à sobreposição de nicho, pois originam-se em locais com alta competitividade e acabam tendo vantagem sobre as nativas (SANTOS, 2019).

Santos (2019) atualizou os dados acerca da diversidade ictiofaunística do baixo curso do rio São João e verificou que a área com maior riqueza de espécies de água doce, foi a montante do Reservatório de Juturnaíba. Neste trecho foram registradas 42 espécies (36 nativas), sendo desta forma, o trecho com menor abundância de espécies exóticas, e único local onde se registrou algumas espécies de pequeno porte, como o endêmico e ameaçado *Bryconamericus tenuis* (SANTOS, 2019; BIZERRIL e ARAÚJO, 1992). Também é o único trecho que atualmente

foram registradas as espécies migradoras *Leporinus copelandii e Brycon insignis* (SANTOS, 2019).

A piabanha (*Brycon insignis*) é uma espécie extremamente exigente em termos de qualidade de habitat (SANTOS, 2019) e havia sido registrada anteriormente no Reservatório de Juturnaíba (MENDONÇA, 2004). A ausência ou diminuição desta espécie na represa serve como indicador inadequabilidade do habitat para a espécie. Sua presença à montante do reservatório está provavelmente relacionada à maior preservação, com uma planície alagável e a presença de mata ciliar que são fundamentais para o ciclo de vida da espécie.

Tabela 3.36 - Espécies de peixes nativas de água doce do baixo curso do Rio São João que possuem registro no passado e não foram encontradas por Santos (2019), e seus estados de conservação (IUCN, 2023; BRASIL, 2022).

Taxa	Estado de conservação
Acentronichthys leptos	LC
Ancistrus sp	-
Atlantirivulus janeiroensis	LC
Glanidium melanopterum	LC
Hisonotus notatus	LC
Homodiatus sp.	-
Ituglanis parahybae	LC
Leptolebias cruzi	LC
Microcambeva barbata	NT
Microglanis nigripinnis	DD
Nematolebias whitei	CR
Ophthalmolebias constanciae	CR
Rinelocaria sp.	-
Schizolecis guntheri	LC
Scleromystax barbatus	LC
Spintherobolus broccae	EN
Trichomycterus sp	LC

Tabela 3.37 - Espécies de peixes de água doce não-nativas, não registradas no passado, e locais onde foram encontradas no baixo curso do Rio São João por Santos (2019).

Taxa	Área preservada a montante da represa	Reservatório de Juturnaíba	Área superior retilinizada	Área com o curso natural	Área inferior retilinizada	Área estuarina
Apistogramma trifasciata	X	X				
Astronotus ocellatus		X				
Cichla kelberi	X	X	X	X	X	X

Taxa	Área preservada a montante da represa	Reservatório de Juturnaíba	Área superior retilinizada	Área com o curso natural	Área inferior retilinizada	Área estuarina
Cichlasoma dimerus	X	X	X	X		
Clarias gariepinus	X	X	X	X	X	X
Colossoma macropomum		X	X	X	X	X
Coptodon rendalli		X				
Hoplerythrinus unitaeniatus	X	X	X	X	X	X
Hoplosternum littorale	X	X	X	X	X	X
Metynnis lippincottianus		X	X	X	X	X
Nannostomus beckfordi	X		X		X	X
Oreochromis niloticus	X	X	X		X	X

Na RH-VI foram registradas pelo menos 13 espécies de peixes que merecem especial atenção por estarem ameaçados (internacionalmente ou regionalmente) ou por serem endêmicos da região (Tabela 3.38). O *Nematolebias catimbau* por exemplo só ocorre em um pequeno córrego que drena para a Lagoa de Saquarema, o rio Catimbau e está criticamente ameaçado (IUCN, 2023).

Tabela 3.38 - Espécies de peixes de água doce ameaçados e/ou endêmicos da RH- VI. Legenda: Endêmica da Bacia do Rio São João - END (BSJ); Endêmica de Saquarema - (END (SQ) Endêmica do Brasil - END (BR); Endêmica do Sudeste do Brasil - END (SBR); Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR.

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Aspistor luniscutis	VU	
Brycon insignis	EN	
Brycon opalinus	VU	
Bryconamericus tenuis	EN	END (BSJ)
Genidens barbus	EN	
Hisonotus notatus		END (BSJ)
Leptolebias Cruzi		END (BSJ)
Microcambeva barbata	NT	END (SBR)
Nematolebias catimbau	CR	END (SQ)
Nematolebias papilliferus	CR	END (BSJ)
Nematolebias whitei	CR	END (BR)

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Ophthalmolebias constanciae	CR	END (BSJ)
Spintherobolus broccae	EN	

Na RH-VI são encontradas dezenas de espécies de anfíbios. Na Restinga da Massambaba são registradas duas espécies endêmicas (*Rhinella pygmaea* e *Xenohyla truncata*) deste pequeno fragmento, sendo a última, uma espécie ameaçada (NT –IUCN).

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). Em 2014 sua captura e comercialização foi proibida, o que levou a diversos conflitos. Desde 2018, sua captura voltou a ser permitida dentro de UCs que possuem plano de gestão local (FONSECA et al., 2022). A captura do caranguejo-uça (*Ucides cordatus*) também faz parte da cultura local fazendo desta espécie, alvo humano.

O jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris - Daudin, 1802*) é um importante predador das águas doces da RH-VI. Ele é encontrado em algumas localidades como por exemplo a lagoa de Jacarepiá (BARROS, 2009), que significa em Tupi-Guarani "amontoados de jacarés" (TIBIRIÇÁ, 1985). Atualmente, seu avistamento não é comum, mas ainda pode ser encontrado em algumas localidades da UHP VI-b, VI-f e VI-g.

No que diz respeito aos mamíferos aquáticos ou semi-aquáticos que ocorrem nos corpos de águas doce das UHPs rio São João (Montante e jusante do reservatório de Juturnaíba), rios Capivari e Bacaxá e rio Una, cerca de seis espécies são relatadas: *Lontra longicaudis*, *Holochilus brasiliensis, Procyon cancrivorus, Nectomys squamipes, Chironectes minimus e Hydrochoerus hydrochaeris* (PESSÔA et al. 2010). Destas, destaca-se a lontra (*Lontra longicaudis*), animal de habitat terrestre e aquático (água doce) que está classificado pela IUCN como provavelmente ameaçado (NT) e que foi encontrada apenas nas Reservas Biológicas União e Poço das Antas.

Figura 3.130 - A Cuíca-d'Água (Chironectes minimus) é o único marsupial aquátivo, possuindo membranas interdigitais que lhe conferem excelentes habilidades de natação e pesca
Fonte: Brandy Conrad via Biodiversity4all (2016).

A diversidade de aves aquáticas, semiaquáticas ou dependentes desse ambiente, é grande na RH-VI, para toda a região são encontradas centenas delas, e muitas são sazonais ou migratórias. As regiões alagadas de brejos e mangues concentram diversos representantes desse grupo taxonômicos e muitas espécies transitam entre os ambientes de água doce e salgada. A área mais estudada é a marinha e estuarina. No caso das aves aquáticas ou semiaquáticas, foram encontradas pelo menos 19 espécies (marinhas e dulcícolas) que merecem especial atenção por estarem ameaçadas (internacionalmente ou regionalmente) ou por serem endêmicos da região (Tabela 3.39).

Tabela 3.39 - Espécies de aves aquáticas ou semiaquáticas ameaçadas e endêmicas da RH-VI. Legenda: Endêmica da Mata Atlântica - END (MA); Endêmica do Rio de Janeiro - END (RJ); Pouco Preocupante - LC; Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR; Provavelmente Ameaçada - PA; Status de conservação no Estado do Rio de Janeiro - (*).

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Anhinga anhinga	VU; *VU	
Aramides saracura	LC	END (MA)
Ardenna grisea	NT	
Baryphthengus ruficapillus	LC	END (RJ)
Cairina moschata	LC; *VU	
Ciconia maguari	LC; *VU	
Conopophaga melanops	LC	END (RJ)

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Heliornis fulica	LC; *VU	
Laniisoma elegans	NT; *PA	END (RJ)
Myrmotherula minor	VU; *VU	END (MA)
Pilherodius pileatus	LC; *PA	
Philohydor lictor	LC; *PA	
Platalea ajaja	LC; *PA	
Phoenicoparrus andinus	VU	
Procellaria aequinoctialis	VU	
Procellaria conspicillata	VU	
Sporophila angolensis	LC; *VU	
Thalassarche chlororhynchos	EN	
Thalassarche melanophris	NT	

Figura 3.131 - O albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico (Thalassarche chlororhynchos) espécie considerada em Perigo de extinção (IUCN) e que encontra abrigo nos costões rochosos e pequenas ilhas do litoral norte-fluminense.
Fonte: Bianca Vieira via Wikiaves (2014).

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. Nestas regiões são encontradas espécies de espojas marinhas, quinidários, poliquetas, briozoários, moluscos, e peixes recifais. Cabe destacar que muitas destas espécies também são encontradas nas lagoas adjacentes como a de Araruama e Saquarema.

As esponjas são muito sensíveis à qualidade da água e desempenham importante papel ecológico no ecossistema marinho. Suas estruturas abrigam diversos invertebrados, e a bioerosão causadas por elas pode mudar a topografia local. Elas também são fontes de substâncias químicas bio-ativas de grande interesse para a indústria farmacêutica. Na região, mais de 20 espécies produzem essas substâncias. As espécies que se destacam são: *Arenosclera brasiliensis, Amphimedon viridis, Cliona celata, Scopalina ruetzleri, Polymastia janeirensis e Tedania ignis.* Na região, são registradas 63 espécies de esponjas marinhas, das quais, oito são endêmicas do Brasil e duas são exóticas (BATISTA, 2020).

Os cnidários são animais exclusivamente aquáticos, com maioria das espécies sendo marinha. A região de Cabo frio possui aproximadamente dez espécies de corais e a Baía de Arraial do Cabo possui uma diversidade muito alta, sendo considerada um oásis coralíneo. Os corais, fornecem abrigo e alimento para outros animais e são a base da vida marinha, mas eles são muito sensíveis à variação de temperatura e qualidade da água. Na região são encontrados 34 cnidários, dos quais cinco são endêmicos do Brasil, dois são exóticos, duas são invasores e três são ameaçados de extinção (BATISTA, 2020).

Os poliquetas (anelídeos) são os principais estruturadores de substratos bentônico e desempenham um papel fundamental reciclagem, reorganização, bioturbação e incorporação de matéria orgânica aos sedimentos. Na região são encontradas 117 espécies de poliquetas, sendo 11 espécies endêmicas do Brasil e uma invasora.

Os briozoários são invertebrados aquáticos que formam colônias e podem causar prejuízos econômicos relacionados à manutenção de embarcações devido às incrustações. Na região são encontradas 37 espécies deste grupo, sendo quatro endêmicas do Brasil.

Os moluscos são o segundo maior filo do reino animal e incluem espécies tradicionalmente comercializadas pelo Homem, como mexilhões, lulas e polvos. Eles ocupam diferentes níveis das teias tróficas e alguns representantes como a espécie *Echinolittorina lineolata* são importantes controladoras da abundância de microalgas no mediolitoral em costões rochosos de Arraial do Cabo. Na região, são registradas cerca de 181 espécies deste grupo, sendo três endêmicas do Brasil.

Um dos grupos mais diversos do ambiente marinho, são os crustáceos. Estes animais exploram diversos nichos. É um grupo que tem intrínseca relação com a cultura alimentar dos povos litorâneos. Na RESEXMar de Arraial do Cabo e seu entorno (contando com as lagunas da região) são encontradas 12 espécies de camarões (MACEDO, 2018). O camarão-rosa (*Penaeus paulensis* e *Penaeus brasiliensis*) é pescado tanto na pesca industrial quanto na artesanal. As lagostas cavaquinhas também são espécies alvo da pesca artesanal da região. Antes da criação da RESEXMar de Arraial do Cabo espécies deste grupo sofriam grande pressão para a comercialização de espécies ornamentais para o mercado de aquariofilia. Na região, são registradas 51 espécies de crustáceos, não há registros de espécies ameaçadas nem endêmicas, mas há registro de três espécies exóticas.

Os equinodermos são indivíduos de grande importância ecológica na comunidade marinha, pois ocupam vários níveis tróficos. Além disso, podem afetar direta ou indiretamente espécies de importância econômica como caranguejos, siris, moluscos e corais. Espécies como o ouriço-do-mar e estrelas-do-mar são consideradas espécies chave, pois flutuações acentuadas de suas populações podem causar desiquilíbrios consideráveis no ambiente marinho. Também são consideradas como boas espécies bioindicadora, devido a sua sensibilidade às alterações das condições ambientais. Algumas espécies possuem importância econômica tanto para consumo direto como para fabricação de medicamentos ou substâncias inibidoras de incrustação biológica. Na região costeira, são registradas 36 espécies de equinodermos, sendo 10 ameaçadas de extinção no Brasil e uma invasora.

As ascídias são reconhecidamente um dos principais grupos da comunidade bentônica e podem afetar os cultivos de ostras e mexilhões ao competirem pelos alimentos e impedirem o crescimento dessas espécies. Na região, são encontradas 37 espécies de ascídias (BATISTA,

2020). Não são encontradas espécies endêmicas, mas a presença de cinco espécies invasoras é preocupante.

Os peixes constituem a maior biomassa de consumidores dos ambientes marinhos e lagunares. Eles são alvo de pesca e do mercado ornamental. Na área marinha da RH-VI as espécies mais comuns e afetadas pela pesca de garoupa e badejo são os *Epinephelus marginatus* (garoupa verdadeira), *Mycteroperca acutirostris* (badejo saltão), *E. morio* (garoupa São Tomé), *M. bonaci* (badejo quadrado), *M. interstitialis* (badejo amarelo) e *M. microlepis* (badejo branco). Na região foram registradas mais 296 espécies de peixes recifais, dentre eles, 33 são endêmicos do Brasil e 34 estão ameaçados de extinção em algum nível.

Em toda área marinha da RH-VI há polos onde são encontradas a espécie de cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (FRERET-MEURER, 2010; FRERET-MEURER e OLIVEIRA, 2012; FRERET-MEURER et al., 2018; BRASIL, 2020b). Eles vivem em locais de águas com menor hidrodinamismo e com substrato para se fixarem. Essa espécie consta na lista de espécies ameaçadas de extinção nacional como vulnerável (Brasil, 2022) e internacional como próxima a ameaça (IUCN, 2023). Desde 2021 populações de cavalos-marinhos vem sendo encontradas na Lagoa de Araruama (FRERET-MEURER et al., 2022b). A população surpreende por seu tamanho e por apresentar atividade reprodutiva. Ainda não existem dados consistentes que expliquem a entrada desses animais na área, contudo Freret-Meurer et al. (2022b) informa que a população encontrou na lagoa uma área apropriada para a população. Eles são animais que despertam atenção da população e possuem grande potencial de atração turística e sensibilização ambiental, desde que sua observação seja feita de uma maneira controlada e com orientação. (Tabela 3.40).

Tabela 3.40 - Espécies ameaçadas, endêmicas, exóticas ou invasoras de corpos d'agua salgado da RH-VI, geralmente associadas aos costões rochosos. Legenda: Endêmica do Brasil - END (BR); Exótica - EXO; Invasora - INV; Ameaçada no Brasil - AM (BR); Ameaçada no Rio de Janeiro - AM (RJ); Quase ameaçada - NT; Vulnerável - VU; Em Perigo - EN; Criticamente em Perigo - CR. (BATISTA, 2020)

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Porifera		
Borojevia brasiliensis		END (BR)
Clathrina conifera		END (BR)
Clathrina cylindractina		END (BR)
Ernstia quadriradiata		END (BR)
Guitarra sepia		END (BR)

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Paraleucilla magna		EXO
Polymastia janeirensis		END (BR)
Sycettusa hastifera		EXO
Tedania brasiliensis		END (BR)
Vosmaeropsis recruta		END (BR)
Cnidaria		
Bunodosoma caissarum		END (BR)
Carijoa riisei		EXO (BR)
Cerianthomorphe brasiliensis	AM (BR)	
Chromonephthea braziliensis		EXO (BR)
Leptogorgia punicea		END (BR)
Millepora alcicornis	AM (BR)	
Porites branneri		END (BR)
Phyllogorgia dilatata	AM (RJ)	END (BR)
Siderastrea stellata		END (BR)
Tubastraea coccinea		INV
Tubastraea tagusensis		INV
Mussismilia hıspida		END (BR)
Annelida		
Branchiomma luctuosum		INV
Clymenella brasiliensis		END (BR)
Clymenella dalesi		END (BR)
Laonice branchiata		END (BR)
Lumbriclymene noemia		END (BR)
Magelona crenulata		END (BR)
Magelona posterelongata		END (BR)
Magelona variolamellata		END (BR)
Nothria benthophyla		END (BR)
Sigalion cirrifer		END (BR)
Sigambra grubei		END (BR)
Terebellides anguicomus		END (BR)
Bryozoa		

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Bugulina carvalhoi		END (BR)
Celleporina diota		END (BR)
Disporella pila		END (BR)
Hippopodina viriosa		INV
Licornia diadema		EXO (BR)
Reteporellina evelinae		END (BR)
Schizoporella errata		EXO (BR)
Virididentula dentata		EXO (BR)
Mollusca		
Eualetes tulipa		INV
Felimare lajensis		END (BR)
Isognomon bicolor		EXO (BR)
Onchidoris brasiliensis		END (BR)
Perna perna		INV
Tambja brasiliensis		END (BR)
Arthropoda: Crustacea		
Amphibalanus amphitrite		EXO (BR)
Balanus trigonus		EXO (BR)
Megabalanus coccopoma		EXO (BR)
Equinodermata		
Asterina stellifera	AM (BR)	
Astropecten brasiliensis	VU	
Astropecten cingulatus	AM (BR)	
Eucidaris tribuloides	AM (BR)	
Isostichopus badionotus	AM (BR)	
Luidia ludwigi	AM (BR)	
Luidia clathrata	AM (BR)	
Lytechinus variegatus	VU	
Narcissia trigonaria	AM (BR)	
Ophiothela mirabilis		INV
Oreaster reticulatus	VU	

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Chordata: Tunicata		
Ascidia sydneiensis		INV
Ciona robusta		INV
Clavelina oblonga		INV
Rhodosoma turcicum		INV
Styela plicata		INV
Vertebrata: Chondrichthyomorphi e Teleostomi		
Acanthurus bahianus		END (BR)
Aetobatus narinari	NT	
Ariosoma opistophthalmus		END (BR)
Barbulifer enigmaticus		END (BR)
Balistes capriscus	VU	
Balistes vetula	NT	
Calamus mu		END (BR)
Chromis aff. enchrysura		END (BR)
Clepticus brasiliensis		END (BR)
Elacatinus figaro	VU	END (BR)
Emblemariopsis signifer		END (BR)
Epinephelus itajara	CR	
Epinephelus marginatus	VU	
Epinephelus morio	VU	
Gobionellus stomatus		END (BR)
Gymnura altavela	CR	
Halichoeres brasiliensis		END (BR)
Halichoeres penrosei		END (BR)
Halichoeres sazimai		END (BR)
Hippocampus erectus	VU	
Hippocampus patagonicus	VU	
Hippocampus reidi	VU	
Hyporthodus nigritus	EN	
Hyporthodus niveatus	VU	
Lutjanus analis	NT	
Lutjanus cyanopterus	VU	
Lutjanus synagris	NT	

Taxa	Estado de conservação	Endemismo
Lythrypnus brasiliensis		END (BR)
Malacoctenus aff. triangulatus		END (BR)
Mycteroperca bonaci	VU	
Mycteroperca interstitialis	VU	
Opistognathus cuvieri		END (BR)
Opistognathus aff. Aurifrons		END (BR)
Paraclinus arcanus		END (BR)
Paraclinus rubicundus		END (BR)
Paraclinus spectator		END (BR)
Paralichthys brasiliensis		END (BR)
Prognathodes brasiliensis		END (BR)
Pseudobatos horkelii	CR	
Pseudobatos percellens	VU	
Pomatomus saltatrix	VU	
Pontinus corallinus		END (BR)
Rhomboplites aurorubens	VU	
Scarus trispinosus	EN	END (BR)
Scarus zelindae		END (BR)
Serranus aliceae		END (BR)
Sparisoma amplum		END (BR)
Sparisoma axillare		END (BR)
Sparisoma tuiupiranga		END (BR)
Starksia brasiliensis		END (BR)
Stegastes fuscus		END (BR)
Stegastes fuscus		END (BR)
Stegastes variabilis		END (BR)
Thalassoma noronhanum		
Tomicodon australis		END (BR)
Zapteryx brevirostris	VU	

Cabe destacar também que na região marinha, ocorrem diversas outras espécies ameaçadas que não estão necessariamente associadas à região costeira, como o tubarão cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*) (VU - IUCN), Tubarão-de-pala (*Sphyrna tiburo*) (EN - IUCN), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) (CR - IUCN), tartaruga-cabeçuda (*Caretta*

caretta) (VU - IUCN), entre outras (BRASIL, 2020b). Ocorrem também, aproximadamente 22 espécies de cetáceos (baleias e golfinhos), como golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), que não é ameaçado, mas é importante atrativo para o turismo da região, e as baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*), franca (*Eubalaena australis*), de bryde (*Balaenoptera edeni*) e também o maior animal do mundo a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*).

3.2.3 Atividade de Pesca

A pesca na RH-VI é realizada principalmente nas lagoas e mar. A pesca de Cabo Frio é a terceira maior do estado do Rio de Janeiro e possui o maior porto de desembarque da Região dos Lagos, que é utilizado por embarcações de pequeno e grande porte. Na região sob influencia dos mananciais da RH-VI ocorre majoritariamente pescas artesanal, mas em áreas marinhas adjacentes também ocorre a pesca industrial. Em alguns municípios como Cabo Frio, Arraial do cabo e Saquarema são praticadas tanto a pesca no mar quanto em lagoa. O desembarque do pescado é realizado majoritariamente em trapiches, píeres, pontes, cais e diretamente na praia. A pesca em águas interiores da RH-VI também é largamente difundida, no entanto, é mais expressiva em Juturnaíba e em Barra do São João (situada na foz do Rio São João).

A comunidade pesqueira que vivia no entorno da lagoa de Juturnaíba sofreram diretamente os impactos da construção do reservatório e tiveram que se adaptar ao longo do tempo à essas alterações. Exemplo disso, foi a introdução de algumas espécies exóticas que acabam impactando a fauna local. Algumas espécies marinhas nativas, como o robalo, que subiam o rio para desovar são cada vez mais escassas e acabam sofrendo pesca predatória a vertedouro da barragem.

A pesca predatória e o assoreamento do rio, decorrente da urbanização, são os principais impactos que afetam as espécies de pesca. Em alguns locais, inclusive dentro da Reserva Biológica Poço das Antas e seu entorno, são registradas pescas ilegais com rede de espera e com explosivos, o que é altamente prejudicial (BRASIL, 2005).

Em alguns trechos do rio São João, principalmente nos municípios de Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito, há pequenas captações de água para criadouros de peixes (FONSECA, 2022). A produção não é muito alta e geralmente ela é feita tendo como principal finalidade as atividades de “pesque-pague”.

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). Muitos pescadores moradores da região utilizam embarcações maiores (oito a quinze metros de comprimento e motor potente) e saem para pescar em mar aberto. Estes, além das técnicas de pesca supracitadas, também utilizam em menor escala a pesca de tarrafa e espinhel (SILVA, 2012). As entidades representativas dos pescadores da foz do rio São João são a Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João (ALA), em Casimiro de Abreu, a Associação dos pescadores do rio São João (APSJ) e Capatazia da Colônia de Pescadores Z-4 de Cabo Frio, em Cabo Frio.

Figura 3.132 - O caranguejo-uçá (Ucides cordatus) que é fundamental para a manutenção do ecossistema do mangue e também para a geração de renda de muitas famílias.
Fonte: Luis Cadena via Biodiversity4all (2022).

Na lagoa de Araruama, a maior lagoa hipersalina do mundo, encontram-se seis municípios com mais de cinco mil famílias (em torno de 20 mil pessoas) que dependem direta ou indiretamente dos recursos da lagoa para sobreviverem (SILVA, 2014).

A pesca na Lagoa de Araruama é realizada apenas com pequenas embarcações (de tamanho igual ou inferior a 8 metros), sem cabine habitável, onde geralmente trabalham dois a cinco pescadores. Devido a isto, apresenta menos heterogeneidade de pescadores. Cada um dos seis municípios do entorno da lagoa possui colônia de pescadores próprias, sendo elas: Colônia de pescadores de Araruama - Z-28, de Arraial do Cabo - Z-05, de Cabo Frio - Z-04, de Iguaba Grande - Z-29, de São Pedro da Aldeia - Z-06 e de Saquarema - Z-24 (SILVA, 2014). As formas de pesca frequentemente utilizadas são a rede fina de camarão, rede de espera e caceio, linha de mão de superfície e o puçá.

Nestas colônias, há mais de seis mil pescadores cadastrados. Os principais pescados da Lagoa de Araruama são a tainha, a perumbeba, a carapeta, a corvina, o parati, a ubarana, o robalo, a caratinga, o carapicu e o camarão. O canal do Itajurú é o único local onde os peixes do mar podem entrar na lagoa e este canal apresenta grande tráfego de embarcações, principalmente de turismo, o que atrapalha a entrada dos peixes na laguna (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. A pesca é realizada majoritariamente sem embarcação, principalmente com linha de mão, tarrafa, pulsá, molinete e rede (LONGARAY et al, 2018; SILVA, 2014).

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. É uma região famosa pelo fenômeno da ressurgência, o que resulta em uma área extremamente rica em recursos pesqueiros. Esta UC é uma das áreas mais importantes da pesca artesanal do país, onde variadas modalidades de pesca são empregadas como a pesca de canoa, marisco do costão, zangarejo, puçá, tarrafa, cerco de traineira, pipa, cambão, linha, pesca subaquática, rede de armar, espinhel e sarrico. A diversidade de pescado é grande: anchova, a sardinha, o bonito, a lula, a tainha, o cação, o xerelete, o mexilhão, a ostra, a corvina, o polvo, a cavaca, a espada, entre outros. Antes da criação da RESEXMAR-AC, a pressão da pesca ornamental foi muito forte na região, chegando a extinção local da anêmona gigante Condylactis gigantea (GASPARINI et al., 2005).

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).

Para se beneficiar dos recursos pesqueiros da RESEXMAR-AC é necessário se enquadrar nos critérios da Portaria ICMBio 5/2017. O conselho deliberativo da UC é formado por representantes de diversos setores, dentre eles, encontra-se o Grupo de Trabalho (GT) da Pesca e GT da Maricultura, que por sua vez possui como integrantes, representantes da comunidade. Até 2020 o conselho deliberativo reconheceu 1.316 famílias para se beneficiarem dos recursos pesqueiros da unidade. Apesar de o direito à pesca ser regulamentado, os estoques dos recursos pesqueiros encontram-se em estado preocupante, tendo a maior parte das espécies em declínio. Isto está associado ao desordenamento do turismo, à pesca industrial, à pesca predatória e ineficiência de fiscalização destas atividades (BRASIL, 2020b).

Sobreposta à RESEXMAR-AC na área terrestre, encontra-se o Parque Estadual da Costa do Sol, uma unidade de proteção integral, que se por um lado evita a ocupação do solo por construções, por outro, gera restrições de uso de recursos pelos pescadores tradicionais. O Plano de Manejo da RESEXMAR-AC identifica que se deve ter um Termo de Compromisso com Instituto Estadual do Ambiente - INEA para a garantia dos usos tradicionais na área sobreposta.

Em Armação de Búzios a pesca possui particularidades. Ela é praticada por quilombolas utilizando canoas pequenas a remo e linha. Há na praia Rasa um pesqueiro, conhecido como “Buraca” que é o único local onde o principal e mais valorizado recurso pesqueiro (pescada amarela) da região é encontrado (SILVA, 2012).

Antes da facilidade de acesso à Região dos Lagos pela construção de rodovias e da ponte que liga Niterói à capital, o turismo na RH-VI era muito restrito e a principal atividade desenvolvida na região litorânea da RH-VI era majoritariamente a pesca. Esta atividade é muito antiga e tradicional e se manifesta também através de eventos culturais como o festival de lula na Praia Grande, em Arraial do Cabo, o festival do marisco na praia do Peró, em Cabo Frio, e o festival de camarão na praia do Siqueira, também em Cabo Frio (MANHÃES e ESTEVES, 2017). Ou seja, a pesca é fator limitante para o desenvolvimento da região e deve ser considerado uso prioritário para avaliação do gerenciamento dos recursos hídricos na RH-VI.

3.3 Áreas Protegidas

A avaliação das áreas protegidas dentro do Diagnóstico tem o objetivo de verificar a necessidade de proposições de programas e ações para garantir a preservação de tais ambientes. Assim, serão apresentadas neste capítulo as Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais, Unidades de Conservação e Sítios Arqueológicos.

3.3.1 Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais

O novo Código Florestal brasileiro (Lei Federal 12.651/12), estabelece diretrizes importantes para a proteção ambiental no país, incluindo a definição das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e das Reservas Legais. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são locais com características ambientais especiais que precisam ser preservados em virtude de sua importância para a manutenção dos recursos naturais, do equilíbrio ecológico e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012a). No que diz respeito às Reservas Legais, essas são áreas que devem ser mantidas com vegetação nativa dentro das propriedades rurais, visando à conservação da biodiversidade e à proteção dos recursos naturais (BRASIL, 2012a). No contexto do estado do Rio de Janeiro, a área de Reserva Legal deve corresponder a 20% da área do imóvel, conforme o código.

Além das diretrizes nacionais, é relevante considerar as especificidades definidas pelo Art.268 da Constituição Estadual de 1989 em relação às Áreas de Preservação Permanente no estado do Rio de Janeiro, algumas destas concordantes com a lei federal da época e que permanecem inalteradas (RIO DE JANEIRO, 1989).

O novo Código Florestal (Lei Federal 12.651/12) estabelece diversas classes de áreas que são consideradas APPs. São elas:

I. Áreas ao longo dos cursos d'água: São as áreas situadas nas margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes, com largura mínima estabelecida de acordo com a largura do curso d'água em questão. Essas áreas têm como objetivo proteger a qualidade e a quantidade de água, além de garantir a estabilidade das margens;

II. Áreas ao redor de lagoas e lagos naturais: São as áreas adjacentes às lagoas e lagos, com a finalidade de preservar a qualidade da água, a paisagem e a biodiversidade associada a esses ecossistemas;

III. Áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV. Áreas com raio mínimo de 50 (cinquenta) metros ao redor das nascentes e dos olhos d'água perenes, independentemente de sua situação topográfica;

V. Áreas em encostas ou parte destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% da linha de maior declive, possuem a função de proteger contra processos erosivos, deslizamentos de terra e contribuir para a estabilidade geológica do terreno;

VI. As restingas, desempenhando o papel como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII. Manguezais, em toda sua extensão;

VIII. As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX. As áreas de topo de morros, montes, montanhas e serras são definidas como aquelas com altura mínima de 100 metros e inclinação média superior a 25º. A delimitação dessas áreas é estabelecida a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação, sempre em relação à base. A base é definida pelo plano horizontal determinado por uma planície ou um espelho d'água adjacente, ou nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

X. Áreas situadas em locais com altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, independentemente de sua vegetação;

Com o propósito de identificar e representar as diversas categorias de Áreas de Preservação Permanente encontradas na Região Hidrográfica VI, foi desenvolvido a Figura 3.133 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. Em seguida, essas áreas foram delimitadas na região de estudo.

Em conformidade com as diretrizes dos órgãos federais e estaduais (Lei Estadual nº 1.130/87), foram estabelecidas as Faixas Marginais de Proteção (FMP), que correspondem às faixas de

terra situadas nas margens de rios, lagos, lagoas e reservatórios de água, essenciais para a proteção, defesa, conservação e operação dos sistemas fluviais e lacustres (INEA, 2010 e SERLA, 2003). Para determinar a largura das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos rios, adotaram-se larguras médias para todo o trecho principal, estabelecendo-se uma faixa mínima de 30 metros, com exceção da foz do Rio São João, onde foi delimitada uma faixa de 50 metros. A soma das áreas obtidas pode ser observada na Tabela 3.41 .

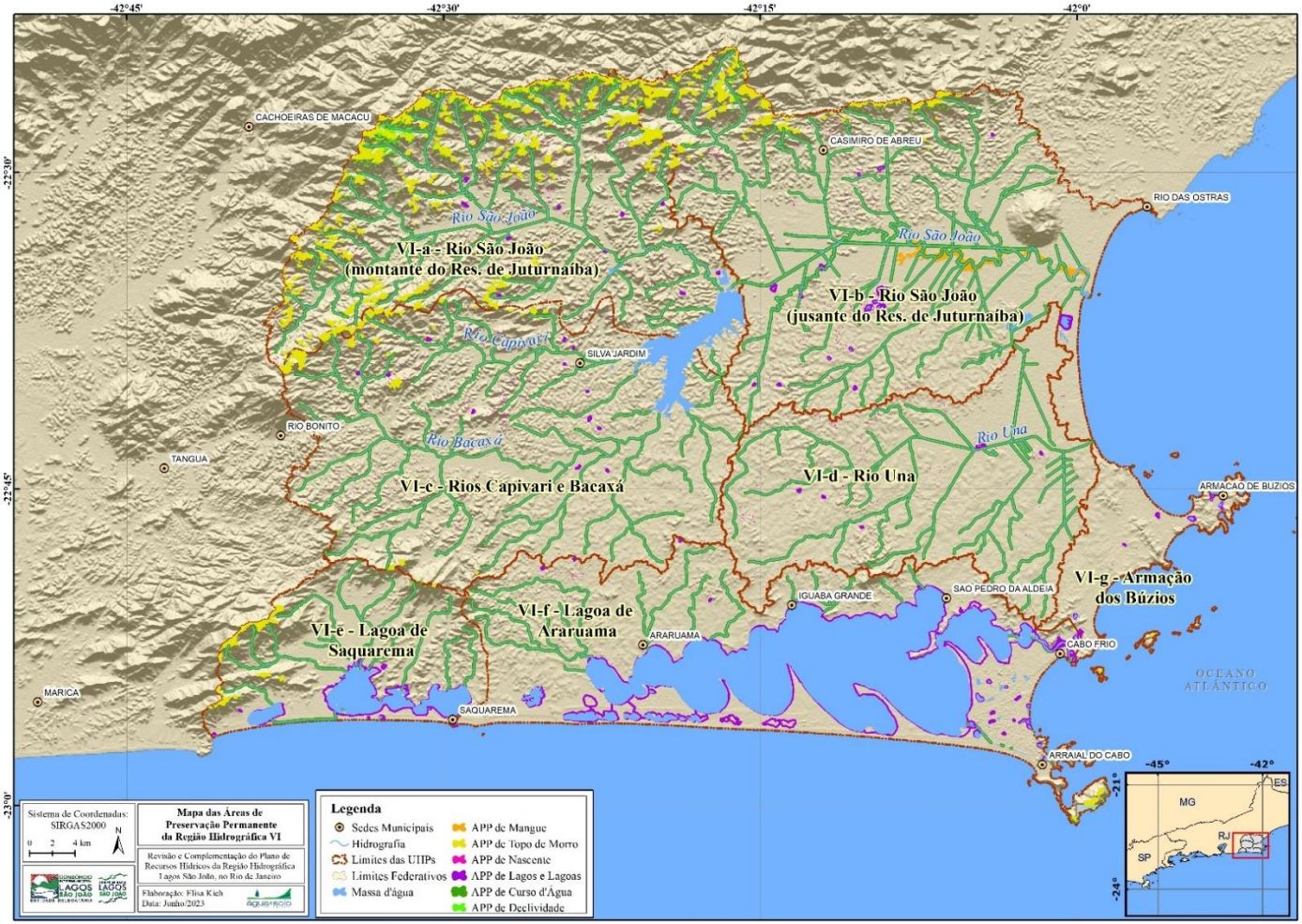


Figura 3.133 - Mapa das Áreas de Proteção Permanente na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.41 - Áreas de Preservação Permanente na Região Hidrográfica VI.

UHP	Declividade		FMP - Curso d'Água		FMP - Lagos e Lagoas		FMP - Nascente		Mangue		Topo de Morro		Total (área APP/área total)	
	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%	km²	%
VI-a	15,37	2,49%	19,50	3,16%	0,48	0,08%	7,20	1,17%		0,00%	53,01	8,58%	95,56	15,47%
VI-b	3,61	0,45%	31,08	3,85%	1,74	0,22%	4,60	0,57%	9,01	1,12%	18,50	2,29%	68,53	8,49%
VI-c	0,93	0,13%	20,38	2,78%	0,40	0,06%	2,56	0,35%		0,00%	7,21	0,98%	31,48	4,29%
VI-d		0,00%	13,95	3,01%	0,29	0,06%	1,28	0,28%		0,00%		0,00%	15,52	3,35%
VI-e	0,62	0,25%	6,13	2,45%	2,18	0,87%	0,30	0,12%		0,00%	4,80	1,92%	14,03	5,61%
VI-f	0,32	0,05%	7,12	1,05%	8,02	1,19%	0,26	0,04%		0,00%	1,05	0,15%	16,77	2,48%
VI-g	0,01	0,01%	0,00	0,00%	0,36	0,36%	0,01	0,01%		0,00%	0,18	0,17%	0,55	0,55%
Total	20,88	8,61%	98,15	40,48%	13,48	5,56%	16,21	2,53%	9,01	6,69%	84,73	34,95%	242,45	6,64%

Esta avaliação demonstra a existência de seis diferentes categorias de Áreas de Preservação Permanente (APPs) na RH-VI, totalizando uma extensão de 242,45 km², o que representa aproximadamente 6,6% da área total da RH-VI.

A UHP VI-a, montante do reservatório de Juturnaíba, abriga a maior porcentagem de áreas de preservação de acordo com a legislação em vigor. Essas áreas incluem terrenos com declividade superior a 45°, maior número de nascentes e áreas de topo de morro, estas últimas totalizando aproximadamente 9% da UHP, justificadas por suas características topográficas. As APPs representam cerca de 16% do total da área da UHP.

A UHP VI-b, jusante do reservatório de Juturnaíba, apresenta área de manguezais, abrangendo 9 km² próximos à foz do rio São João. Por sua vez, na UHP VI-f, que engloba a Lagoa de Araruama, é possível observar a maior porcentagem da categoria de faixa de proteção de áreas adjacentes às margens de lagos e lagoas, principalmente em relação à própria Lagoa de Araruama.

De forma geral, as faixas de proteção das margens dos rios, totalizando 98,15 km², e as áreas de topo de morro, com uma extensão de 84,7 km², representam aproximadamente 76% do total de áreas de preservação. Esses dados ressaltam a importância dessas áreas para a conservação dos recursos naturais e destacam a necessidade de sua proteção e uso sustentável conforme as disposições legais aplicáveis. É importante enfatizar que as Áreas de Preservação Permanente (APPs) podem tanto apresentar vegetação nativa quanto estar desprovidas dela. No caso das áreas sem vegetação nativa, é crucial promover o reflorestamento adequado para preservar sua condição permanente, exceto em situações excepcionais estipuladas por lei.

No que diz respeito às áreas de Reserva Legal, é estabelecido por legislação que se trata de uma "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, [...], com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;" (BRASIL, 2012a). Essas áreas podem ser utilizadas para fins de pesquisa, educação ambiental ou mesmo para atividades comerciais, desde que sejam realizadas de maneira sustentável e estejam sujeitas a um plano de manejo aprovado pelo órgão ambiental estadual competente.

Nas áreas destinadas à agricultura, as Reservas Legais desempenham um papel importante no controle natural de pragas, ao manter uma maior diversidade de habitats, além de atuarem como barreiras na propagação de doenças. Além disso, contribuem para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos (VALENTE e GOMES, 2005).

Nas áreas de Mata Atlântica, é necessário destinar no mínimo 20% de cada propriedade rural para Reserva Legal, sendo proibido o corte raso (IBAMA,1989). O uso dessas áreas é restrito, permitindo o manejo florestal sustentável, a extração de produtos florestais não-madeireiros e a criação de animais silvestres (manejo de fauna).

No entanto, a falta de planejamento e assistência nas áreas de conservação implementadas em propriedades rurais contribui para um modelo de utilização do espaço que não considera as questões ambientais e desrespeita a legislação de proteção ambiental. Isso evidencia que, mesmo estando respaldada pela lei, a conservação ou o uso sustentável das reservas legais não são práticas comuns entre os produtores rurais (MARTINS e SILVA, 2007).

Em outras palavras, o principal desafio relacionado às Reservas Legais reside no manejo adequado dessas áreas na paisagem rural. Não existem orientações técnicas claras sobre o nível de manejo adequado para cada situação.

3.3.2 Unidades de Conservação

A definição de áreas naturais protegidas representa uma importante metodologia de conservação de biomas, ecossistemas e espécies de fauna e flora, tendo em vista que estabelece os limites e regulamentação de uso e ocupação do território. Elas englobam as Unidades de Conservação (UCs), mosaicos e corredores ecológicos. O processo de definição de áreas protegidas leva em conta as características socioambientais do local e os objetivos de manejo e gestão definidos conforme o nível de proteção almejado para cada localidade.

As Unidades de Conservação (UC), instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei nº 9.985/2000), são áreas cujos espaços territoriais nos quais recursos ambientais com características naturais relevantes, incluindo as águas jurisdicionais, são legalmente instituídos pelo poder público, com limites definidos e objetivos de conservação específicos, sob regime especial de administração. Tais áreas podem ser federais, estaduais, municipais ou privadas, como o caso das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (BRASIL, 2000).

A RH-VI conta com um número significativo de UCs federais, estaduais e municipais. As UCs federais e estaduais estão cadastradas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) e são apresentadas na Figura 3.134, com transcrição da legenda da numeração na Tabela 3.42. Já a Tabela 3.43 e a Tabela 3.44 apresentam dados gerais das UCs federais e estaduais, e municipais presentes na RH-VI. Os dados incluem o decreto de criação da mesma, seu respectivo tamanho e a elaboração ou não do Plano de Manejo da UC, que é o principal documento de gestão da UC.

Na Região Hidrográfica VI existem atualmente um total de 55 Unidades de Conservação (atualizadas em março de 2021). Quando contabilizada a área total de todas as UCs existentes obtém-se uma área de 2889.01 km², dos quais 1902 km² estão inseridos na RH-VI. Este valor representa cerca de 52,13% da área total da Região Hidrográfica. Cabe destacar que algumas Unidades de Conservação estão sobrepostas, por isso, de modo a não superestimar as áreas das UCs foram retiradas as sobreposições mantendo a UC mais restritiva, o que justifica o valor inferior de 1902 km² em comparação à soma total das áreas relativas.

Das 55 UCs identificadas. 19 (35%) são Áreas de Proteção Ambiental (APAs), 15 (27%) são Reservas Particulares do Patrimônio Natural, 13 (24%) são Parques municipais, estaduais e nacionais e os demais dividem-se entre Área de Relevante Interesse Ecológico (4), Reserva Biológica (2), Reserva Extrativista (1) e Refúgio de Vida Silvestre (1). No que tange à jurisdição destas áreas, a maioria das UCs identificadas são municipais (32), com áreas menores, mas que juntos chegam a somar 54.724 hectares.

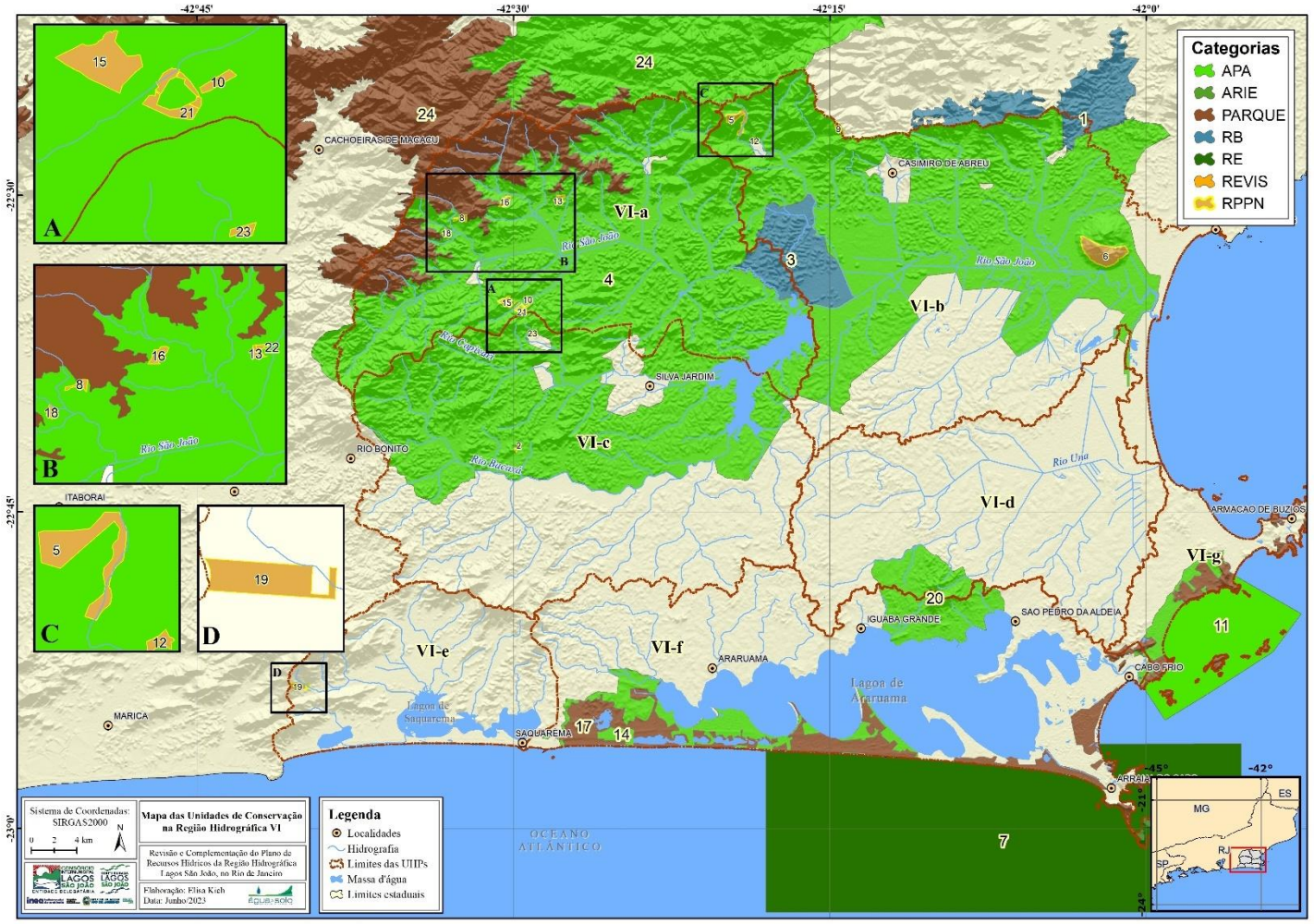


Figura 3.134 - Mapa das Unidades de Conservação Federais, Estaduais e as RPPN.
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.42 - Númeração, jurisdição, nome e categoria das UCs apresentadas no mapa acima.

Nº	Jurisdicao	Nome	Categoria
1	Federal	Reserva Biológica União	RB
2	Federal	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Neiva, Patrícia, Cláudia E Alexandra	RPPN
3	Federal	Reserva Biológica De Poço Das Antas	RB
4	Federal	Área De Proteção Ambiental Da Bacia Do Rio São João - Mico Leão	APA
5	Federal	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Serra Grande	RPPN
6	Federal	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Três Morros	RPPN
7	Federal	Reserva Extrativista Marinha Arraial Do Cabo	RE
8	Federal	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Mico Leão Dourado	RPPN
9	Federal	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Matumbo	RPPN
10	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Estância Rio Do Ouro	RPPN
11	Estadual	Área De Proteção Ambiental Do Pau Brasil	APA
12	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Fargo	RPPN
13	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Taquaral	RPPN
14	Estadual	Área De Proteção Ambiental De Massambaba	APA
15	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Rabicho Da Serra	RPPN
16	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Boa Esperança	RPPN
17	Estadual	Parque Estadual Da Costa Do Sol	PARQUE
18	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Lençóis	RPPN
19	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Reserva Mato Grosso Ii	RPPN
20	Estadual	Área De Proteção Ambiental Da Serra De Sapiatiba	APA
21	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Cachoeirinha	RPPN
22	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Águas Vertentes	RPPN
23	Estadual	Reserva Particular Do Patrimônio Natural Cisne Branco	RPPN
24	Estadual	Parque Estadual Dos Três Picos	PARQUE
24	Estadual	Área De Proteção Ambiental De Macae De Cima	APA

Tabela 3.43 - Unidades de conservação federais e estaduais presentes na RH-VI.

Nº	Nome da UC	Criação (Decreto/ano)	Jurisdição	Área (ha)	Plano de Manejo	Municípios
3	Reserva Biológica de Poço das Antas	3.791 de 1975	Federal	5.052,48	Possui	Silva Jardim
7	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	Decreto s/n de 1997	Federal	51.601,46	Possui	Arraial do Cabo e Araruama
1	Reserva Biológica União	Decreto s/n de 1998	Federal	2.547,95	Possui	Casimiro de Abreu, Macaé e Rio das Ostras
4	Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado	Decreto s/n de 2002	Federal	150.373,03	Possui	Araruama, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Rio Bonito, Rio das Ostras, Silva Jardim e Cachoeiras de Macacu
14	Área de Proteção Ambiental de Massambaba	9.529-C, de 1986	Estadual	10.647,03	Possui	Araruama, Arraial do Cabo e Saquarema
20	Área de Proteção Ambiental da Serra de Sapiatiba	15.136 de 1990	Estadual	6.000,00	Possui	Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia
24	Área de Proteção Ambiental Macaé de Cima	Nº 29.213 de 2001	Estadual	35.037,89	Possui	Casimiro de Abreu, Silva Jardim, Macaé, Bom Jardim, Cachoeiras de Macacu e Nova Friburgo
11	Área de Proteção Ambiental do Pau Brasil	31.346 de 2002	Estadual	10.564	Possui	Armação dos Búzios e Cabo Frio
24	Parque Estadual dos Três Picos	31.343 de 2002	Estadual	58.790,90	Possui	Silva Jardim, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Nova Friburgo, e Teresópolis
17	Parque Estadual da Costa do Sol	42.929 de 1991	Estadual	9.840,1 hectares	Possui	Araruama, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Saquarema e São Pedro da Aldeia.

No levantamento das UCs municipais, nem todas estão cadastradas no CNUC, dessa forma, o levantamento das UCs municipais foi realizado a partir do banco de dados do Programa de Apoio à Unidades de Conservação Municipal (ProUC), o banco de dados do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS Verde, e também o CNUC. A Tabela 3.44 das UCs e RPPN dos municípios que integram a RH-VI segue abaixo (RIO DE JANEIRO, 2017). Além disso, é apresentada a numeração de cada uma em relaçãoa sua identificação no mapa.

Tabela 3.44 - Unidades de Conservação municipais e RPPN presentes na RH-VI.

Unidade de Conservação	Criação (Decreto/ano)	Área (ha)
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal Restinga Viva*	Decreto nº 063 de 05/06/2008	0,3
Área de Proteção Ambiental Municipal do Morro de Igarapiapunha*	Decreto nº 033 de 25/03/2011	58,99
Área de Proteção Ambiental Municipal do Morro de Boa Vista*	Decreto nº 034 de 25/03/2011	385,6
Área de Proteção Ambiental da Praia da Azeda e Azedinha*	Lei nº 086 de 19/08/1998	14,8
Parque Municipal da Lagoinha*	Decreto nº 067 de 08/08/2004	16,85
Área de Proteção Ambiental e da Pesca Artesanal do Município de Armação dos Búzios	Lei nº 032 de 01/09/1997	N.I.
Área de Proteção Ambiental Marinha de Búzios	Decreto nº 135 de 06/11/2009	20.830
Parque Natural dos Corais de Armação dos Búzios*	Decreto nº 135 de 06/11/2009	56
Parque Municipal da Lagoa de Geribá*	Decreto nº 103 de 18/11/2004	14
Parque Natural da Restinga da Massambaba*	Decreto nº 1.907 de 17/03/2010 Decreto nº 1.815 de 29/03/2010	476
Área de Proteção Ambiental do Município de Arraial do Cabo	Lei nº 602-A de 23/04/1992 e Lei nº 1.512 de 30/03/2007 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	N.I.
Área de Proteção Ambiental do Morro da Cabocla	Lei nº 1.512 de 30/03/2007 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	N.I.
Área de Relevante Interesse Ecológico Ponta de Massambaba	Lei Orgânica	602,56
Área de Relevante Interesse Ecológico do Morro do Telégrafo	Lei Orgânica	N.I.

Unidade de Conservação	Criação (Decreto/ano)	Área (ha)
Área de Relevante Interessante Ecológico do Morro do Vigia	Lei Orgânica	N.I.
Área de Relevante Interesse Ecológico do Morro do Miranda*	Lei Orgânica	110,55
Área de Relevante Interesse Ecológico do Morro do Forno	Lei Orgânica	N.I.
Reserva Biológica da Lagoa Salgada	Lei Orgânica	N.I.
Reserva Biológica do Brejo do Espinho*	Lei Orgânica	64,26
Reserva Biológica do Brejo Jardim*	Lei Orgânica	0,64
Reserva Biológica das Orquídeas*	Lei Orgânica	142,31
Reserva Ecológica da Ilha de Cabo Frio	Lei Orgânica	N.I.
Parque Municipal da Fábrica	Lei nº 602-A de 23/04/1992 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	N.I.
Parque Municipal Natural do Combro Grande	Lei nº 602-A de 23/04/1992 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	N.I.
Parque Municipal da Praia do Pontal*	Lei nº 602-A de 23/04/1992 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	20,72
Parque Municipal da Praia do Forno	Lei Orgânica	N.I.
Reserva Biológica Pontal do Atalaia*	Lei nº 1.512 de 30/03/2007 (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	18,1
Parque Ecológico Municipal do Mico-Leão-Dourado*	Decreto nº 2.401 de 27/03/1997	645,42
Parque Municipal Ecológico Dormitório das Garças (sem polígono)	Lei nº 072 de 22/08/2001	N.I.
Área de Proteção Ambiental Grotão	Decreto nº 1.186 de 29/12/2011	1,13
Parque Natural Municipal Córrego da Luz*	Decreto nº 042 de 18/03/2010	107,29
Parque Natural Municipal Vale do Indaiaçu*	Lei nº 1.581 de 29/08/2013	1,14
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sítio da Luz*	Estadual - Portaria nº 228 de 11/05/2011	41,13
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Córrego da Luz*	Federal - Portaria nº 16N de 19/02/1993	N.I.

Unidade de Conservação	Criação (Decreto/ano)	Área (ha)
Reserva Particular do Patrimônio Natural Matumbo*	Federal - Portaria nº 13 de 11/10/2007	31,26
Reserva Particular do Patrimônio Natural Morro Grande*	Portaria ICMBIO nº 27 de 10/05/2011	192,34
Reserva Particular do Patrimônio Natural Três Morros*	Federal - Portaria nº 27 de 08/03/2004	508,3
Área de Proteção Ambiental do Morro das Canellas*	Decreto nº 151 de 22/04/2000	23
Área de Proteção Ambiental do Morro do Governo*	Decreto nº 152 de 22/04/2000	148,48
Área de Proteção Ambiental da Ponta das Andorinhas*	Decreto nº 153 de 22/04/2000	27
Área de Proteção Ambiental do Morro do Peró*	Decreto nº 154 de 22/04/2000	23,27
Área de Proteção Ambiental do Morro de Igarapiapunha*	Decreto nº 157 de 22/04/2000	68,63
Área de Proteção Ambiental dos Guimarães*	Decreto nº 158 de 22/04/2000	41,067
Monumento Natural da Pedra de Inoã*	Lei nº 2.368 de 16/05/2011	181,61
Monumento Natural da Pedra de Itaocaia*	Lei nº 2.326 de 16/04/2010	109,35
Refúgio de Vida Silvestre das Serras de Maricá*	Lei nº 2.368 de 16/05/2011	8.938,27
Área de Relevante Interesse Ecológico da Cachoeira do Espraiado*	Lei nº 2.122 de 23/06/2005	919,92
Área de Proteção Ambiental das Lagoas de Maricá*	Lei nº 416/1984	N.I.
Área de Proteção Ambiental Municipal das Serras de Maricá*	Lei nº 2.368 de 16/05/2011	3.378,70
Parque Natural Municipal Três Coqueiros*	Decreto nº 424 de 12/11/2009	26,083
Parque Natural Municipal Parque da Caixa D'água*	Decreto nº 280 de 26/05/2008	0,78
Parque Natural Municipal Verde Vale*	Decreto nº 279 de 26/05/2008	12,71
Parque Embratel 21*	Decreto nº 726 de 04/11/2002	3,1
Parque Natural Municipal Morada dos Corrêas*	Decreto nº 281 de 26/05/2008	6,12

Unidade de Conservação	Criação (Decreto/ano)	Área (ha)
Parque Natural Municipal Rio dos Índios*	Decreto nº 664 de 24/01/2012	4,26
Área de Proteção Ambiental Serra do Sambê*	Decreto nº 479 de 05/05/2010	3.153
Parque Natural Municipal Morada da Jacuba*	Decreto nº 50 de 2013	3,19
Parque Natural Municipal da Jacuba*	Decreto nº 49 de 2013	3,59
Parque Natural Municipal Olivio Osório*	Decreto nº 81 de 2013	10,32
Parque Natural Municipal Monte Azul*	Decreto nº 178 de 2014	96,31
Parque Municipal dos Pássaros*	Decreto nº 091 de 29/11/2002	6,88
Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus*	Decreto nº 038 de 13/06/2002	986,76
Área de Proteção Ambiental Lagoa Iriry*	Decreto nº 028 de 27/07/2000	76,03
Monumento Natural dos Costões Rochosos*	Decreto nº 054 de 25/07/2002	36,87
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mato Grosso II*	Estadual - Portaria nº 63 de 19/08/2009	53,50
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mato Grosso*	Federal - Portaria nº 72 de 23/05/2001	26,11
Parque Municipal da Mata Atlântica Aldeense*	Decreto nº 116 de 13/09/2013	268,51
Parque Natural Municipal de Biquinha-Gruta Santa Edwiges*	Lei nº 1.403 de 06/07/2008	0,68
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Arco-Íris*	Federal - Portaria nº 103 de 29/09/1994	45,86
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Bom Retiro*	Federal - Portaria nº 47-N de 15/04/1993	472,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural Floresta Alta*	Federal - Portaria nº 153 de 24/10/2001	380,90
Reserva Particular do Patrimônio Natural Gaviões*	Federal - Portaria nº 69 de 21/05/2001	117,39
Reserva Particular do Patrimônio Natural Granja Redenção*	Federal - Portaria nº 72 de 05/09/1996	33,80
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mico-Leão-Dourado*	Federal - Portaria nº 026 de 10/05/2011	22,11

Unidade de Conservação	Criação (Decreto/ano)	Área (ha)
Reserva Particular do Patrimônio Natural Neiva, Patrícia, Claúdia e Alexandra*	Federal - Portaria nº 20 de 20/04/2009	10,64
Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra Grande*	Federal - Portaria nº 18 de 04/03/2004	108,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural Cachoeira Grande*	Federal - Portaria nº 171 de 29/12/1997	14,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural Santa Fé*	Federal - Portaria nº 110 – N de 29/11/1996	14,31
Reserva Particular do Patrimônio Natural União*	Federal - Portaria nº 68 de 17/10/2000	343,10
Reserva Particular do Patrimônio Natural Rabicho da Serra*	Estadual - Portaria nº 22 de 12/03/2009	62,67
Reserva Particular do Patrimônio Natural Cachoeirinha*	Estadual - Portaria nº 19 de 12/03/2009	23,58
Reserva Particular do Patrimônio Natural Cisne Branco*	Estadual - Portaria nº 18 de 12/03/2009	5,52
Reserva Particular do Patrimônio Natural Quero-Quero*	Estadual - Portaria nº 20 de 12/03/2009	16,20
Reserva Particular do Patrimônio Natural Boa Esperança*	Estadual - Portaria nº 21 de 12/03/2009	39,60
Reserva Particular do Patrimônio Natural Águas Vertentes*	Estadual - Portaria nº 49 de 01/07/2009	12,57
Reserva Particular do Patrimônio Natural Lençóis*	Estadual - Portaria nº 72 de 20/10/2009	17,33
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fargo*	Estadual - Portaria nº 180 de 14/12/2010	11,8
Reserva Particular do Patrimônio Natural Taquaral*	Estadual - Portaria nº 206 de 21/03/2011	16,83
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estância Rio do Ouro*	Estadual - Portaria nº 467 de 05/08/2013	7,07

NI - Não informado.

A Tabela 3.45 apresenta a distribuição das áreas das UCs exibidas anteriormente ao longo das UHPs da RH-VI. A VI-a Rio São João (a montante do Reservatório de Juturnaíba) se destaca com quase a totalidade da área da UHP ocupada por Unidades de Conservação. Cerca de 41% da APA Federal da Bacia do Rio São João - Mico Leão com cerca de 150.375 hectares ocupa esta UHP. A APA também se distribui nas UHPs VI-b (34%) e VI-c (25%).

Tabela 3.45 - Área das UCs identificadas por UHP.

UHP	Área Total das UCs inseridas na UHP (km²)	Área Relativa das UCs inseridas na UHP (%)
VI-a Rio São João (a montante do Reservatório)	612.02	99.10%
VI-b Rio São João (a jusante do Reservatório)	549.20	68.04%
VI-c Rios Capivari e Bacaxá	374.68	51.09%
VI-d Rio Una	28.23	6.10%
VI-e Lagoa de Saquarema	96.89	38.72%
VI-f Lagoa de Araruama	170.37	25.17%
VI-g Armação dos Búzios	70.61	70.19%

Apesar de ser relativamente nova (com diploma legal de criação datado de 2022) a APA Federal da bacia do rio São João abrange quase a totalidade da Zona de Amortecimento da REBIO de Poço das Antas (com Plano de Manejo elaborado ainda em 1981 e atualizado posteriormente em 2005). Esta última possui uma área de aproximadamente 5.052 hectares distribuídas na VI-a (25%) e VI-b (75%). As duas UCs são bastante relevantes no contexto da bacia hidrográfica do rio São e consequentemente no Reservatório de Juturnaíba responsável pelo abastecimento dos municípios da região.

A APA da bacia do rio São João possui seus limites definidos pela bacia hidrográfica do rio São João excetuando-se as áreas urbanas de Casimiro de Abreu e Silva Jardim, além da região ao sul do rio Bacaxá. Esta região é marcada pela presença de solos degradados ou com intensa interferência antrópica (BRASIL, 2008). Também são excluídas do perímetro da APA as Reservas Particulares do Patrimônio Natural e as Unidades de Conservação mais restritivas que a APA: Reserva Biológica de Poço das Antas. Reserva Biológica União. Parque Estadual dos Três Picos e Parque Natural Municipal do Mico-Leão-Dourado.

Entre as atividades conflitantes e de interesse para os recursos hídricos existentes na APA da bacia do rio São João de acordo com seu Plano de Manejo têm-se: a caça e pesca predatória; queimadas e incêndios florestais; desmatamentos; produção de carvão vegetal nativo e extração de lenha nativa; corte seletivo de espécies arbóreas; uso indiscriminado de agrotóxicos e atividades agropecuárias degradantes; transporte de combustível por trem, dutos de gás e petróleo; tráfego pesado e/ou de cargas perigosas na Rodovia BR-101; criação de espécies

exóticas; extração irregular de recursos minerais; disposição inadequada de resíduos sólidos e a expansão urbana desordenada. Ademais, a APA abriga uma das espécies de primatas cujo programa de conservação inclui diversos países, o Mico-Leão-Dourado (*Leontopithecus rosalia*), e está situada em um dos ecossistemas mais ameaçados do planeta, a Mata Atlântica.

A REBIO de Poço das Antas, por sua vez, é limitada ao norte pela Rodovia BR-101, a leste com o Rio Aldeia Velha e ao sul e oeste com o rio São João. Assim como, na APA da bacia do rio São João, as atividades antrópicas que exercem pressão sob a REBIO são a caça e pesca predatórias, queimadas, incêndios florestais, transporte de combustível na estrada de ferro EF-103, que corta a RB; a Barragem de Juturnaíba; assentamentos rurais em áreas limítrofes; tráfego pesado na Rodovia BR-101; criação de espécies exóticas no entorno e extração de areia no Rio São João (BRASIL, 2005).

No contexto das demais UHPs, nota-se uma porcentagem menor de ocupação por áreas de UCs na bacia do rio Una (com apenas 6% da UHP ocupada por estas áreas protegidas). Insere-se na UHP do Rio Una uma pequena porcentagem do Parque do Sol (majoritariamente presente na região da Lagoa de Araruama), cerca de 41% da Apa Estadual da Serra de Sapiatiba e algumas UCs municipais menores como o Parque Municipal do Mico-Leão-Dourado e da Mata Atlântica Aldeense, as APAs Municipais do Morro de Igarapiapunha em Iguaba Grande e Araruama e a APA Municipal do Morro dos Canellas.

Já na Lagoa de Saquarema, com 38,72% do território da UHP ocupada por Unidades de Conservação, destaca-se a presença da APA Estadual das Serras do Mato Grosso-Tingui-Castelhanas (com 92% de sua área inserida na UHP VI-e) e a REVIS e APA das Serras de Maricá. A APA das Serras do Mato Grosso-Tingui-Castelhanas foi recategorizada em 2018 do que antes se constituía uma REVIS com o objetivo de "*assegurar a preservação do conjunto ecológico formado pelas Serras do Mato Grosso, Tingui, Castelhañas e Planícies, bem como os remanescentes de Mata Atlântica que o constituem*" (SAQUAREMA, 2013). Esta APA assume um importante fator dependente para a qualidade e quantidade de água do rio Mato Grosso.

Nas intermediações da Lagoa de Araruama, já densamente antropizadas e povoada, as UCs concentram-se principalmente na faixa de restinga entre a lagoa e o mar (com 25,17% da UHP

ocupada por áreas protegidas). No litoral da região, há a Reserva Extrativista da Marinha em Arraial do Cabo com 51.601 hectares - compreendendo o cinturão pesqueiro entre a praia de Massambaba, na localidade de Pernambuca e a praia do Pontal, na divisa com Cabo Frio. A UC foi criada em 1997 para proteger a cultura tradicional da pesca artesanal no município, ameaçado pela expansão urbana. As atividades que mais ameaçam a RESEX são a pesca industrial de arrasto de porta, as redes de três malhos de espera e o turismo náutico desordenado (BRASIL, 2020b).

Por fim, para a UHP de Armação dos Búzios (com ocupação de 70% do seu território por áreas protegidas) as UCs com maior área e de relevante interesse ecológico são a APA da Marinha de Búzios e a APA do Pau Brasil ambas parcialmente sobrepostas. A UC da Marinha foi criada com o propósito de proteger e conservar os recifes de corais presente na região e, por conseguinte a pesca praticada. Já a APA do Pau Brasil visa assegurar a preservação dos remanescentes de Mata Atlântica e recuperar as áreas degradadas existentes e preservar espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção ou insuficientemente conhecidas da fauna e da flora nativas.

Para avaliação das condições e atividades antrópicas desenvolvidas nas periferias das UCs de Proteção Integral da RH-VI, considerou-se um raio de 3 km (distância definida com base na Resolução CONAMA Nº 428/ 2010) no entorno dos polígonos das UCs de Proteção Integral. As Unidades de Proteção Integral têm como objetivo básico a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Enquadram-se nessa categoria os Parques Estaduais e Refúgios da Vida Silvestre anteriormente mencionados e apresentados na Figura 3.134.

Desta forma, agrupou-se as classes de uso e ocupação do solo em duas categorias: áreas naturais (afloramento rochoso, campo úmido, corpos d'água e mata nativa) e áreas antropizadas (campo, área urbana, lavoura temporária, lavoura permanente, cana de açúcar, pivôs, mineração, silvicultura e outros usos). As áreas antropizadas presentes nas Zonas de Amortecimento e concomitantemente na RH-VI foram avaliadas e quantificadas a partir do Mapa de Uso e Ocupação do Solo abordado no item 3.1.8.

Nas Zonas de Amortecimento demarcadas na RH-VI a pecuária e as áreas urbanizadas exercem a maior pressão sobre as UCs ocupando, respectivamente. 35% e 16% dessas áreas. O mapa da Figura Figura 3.135 exibe as Zonas de Amortecimento delimitadas juntamente com as UCs de Proteção Integral inseridas na RH-VI.

O Parque Estadual da Costa do Sol apresenta o maior quantitativo de áreas antropizadas na Zona de Amortecimento com 82 km² ocupados por pastagem e 93 km² por áreas urbanizadas. O Parque localiza-se em uma região de intensa ocupação e empreendimentos turísticos entre a Lagoa de Araruama e o oceano e em Armação dos Búzios. Como destacado pelo Plano de Manejo da UC (RIO DE JANEIRO, 2019) entre as atividades conflitantes no Parque têm-se as invasões; parcelamento ilegal do solo; situação fundiária da UC; fogo; supressão da vegetação; coleta e comércio de espécies vegetais (marcadamente ornamentais); caça e comércio ilegal de exemplares de fauna; contaminação de mananciais hídricos (com destaque para a Lagoa de Araruama), principalmente por esgotamento sanitário; descarte de resíduos sólidos; atividades de pecuária; visitação intensa e não ordenada; presença de antenas; utilização de veículos diferenciados em áreas não adequadas; e presença de espécies exóticas e invasoras, dentre outras.

Em seguida, entre as UCs o maior quantitativo de áreas antropizadas na Zona de Amortecimento está a APA das Serras do Mato Grosso-Tingui-Castelhanas e a REBIO de Poço das Antas. Na APA 98 km² da ZA é ocupada por pastagens, além de 18 km² de áreas urbanizadas. Na REBIO este quantitativo passa para aproximadamente 63 km² de pastagem na ZA inserida na RH-VI.

Figura 3.135 - Zonas de Amortecimento das UCs na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

A RH-VI juntamente com a RH-I (Baía da Ilha Grande) são as regiões com as maiores áreas proporcionais de florestas em UC (INEA, 2014). Segundo o PERH-RJ (2014), na RH-VI as UCs ocupavam 48% do território, mas abrigavam 78% das florestas existentes.

Além disso, a Região dos Lagos é importante por abrigar importantes áreas de restingas com elevado grau de endemismo (BARROS, 2010). Sendo assim, as Unidades de Conservação da região são fundamentais para a preservação da vegetação de catinga, especialmente nas localidades onde ela se encontra mais conservada como na APA de Maricá, a APA da Massambaba e a APA do Pau-Brasil.

Vale destacar, no entanto, que apesar das grandes áreas de Unidades de Conservação existentes na RH-VI e da significativa ocupação relativa dessas extensões nas UHPs, grande parte das UCs da região é de uso sustentável. Conforme a Lei Nº 9.985/2000, o objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais. Entende-se como uso sustentável a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

Desse modo, as UCs e as características endêmicas da fauna e flora da região encontram-se ameaçadas principalmente devido à expansão urbana e turística, especialmente com os novos projetos de empreendimentos turísticos como *resorts* e pousadas. Além disso, estas áreas possuem um grande número de habitantes em seu entorno - em especial o Parque Estadual da Costa do Sol. Conforme relatado anteriormente, as invasões constantes são um ponto de conflito relevante nas principais UCs da RH-VI, principalmente nas áreas de plena expansão urbana na costa litorânea de Arraial do Cabo e Cabo frio.

3.3.3 Sítios Arqueológicos

De acordo com a Lei Federal n° 3924/61 que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos considera-se um monumento arqueológico ou pré-histórico "*os sítios nos quais se encontram vestíficos positivos de ocupação pelos paleomeríndios tais como grutas, lapas e abrigos sob rocha*" ou aqueles sítios "*nos quais se encontraram vestígios humanos de interesse arqueológico ou paleoetnográgico*" (BRASIL, 1961). No contexto dos recursos hídricos, estas áreas e consequentemente as águas inseridas nestes monumentos arqueológicos devem ser

protegidas e respeitadas conforme preconizado pela legislação federal. Entretanto, a propriedade do terreno no qual se localizam os elementos arqueológicos segue inalterada.

De acordo com a Base de Dados de Sítios Arqueológicos do IPHAN (2023), existem atualmente, registrados para a RH-VI, 171 sítios arqueológicos, entre pré-coloniais e históricos, ao longo dos treze municípios que compõem a Região Hidrográfica (Figura 3.136). Ao longo do território em questão, há uma evidente concentração de sítios arqueológicos nas intermediações do centro urbano de Cabo Frio e Arraial do Cabo, com 58 monumentos registrados ao todo na UHP VI-f Lagoa de Araruama onde estas localidades estão inseridas.

O município de Cabo Frio somente conta com 57 sítios arqueológicos registrados, seguido por Arraial do Cabo com 22 e Saquarema também com 22. O número maior de monumento arqueológicos identificados ao longo da costa é esperado já que ao longo da história da humanidade os seres humanos se adaptaram e exploraram ativamente os ambientes costeiros.

A localização de sítios arqueológicos está associada à diferentes fatores, dos quais se salientam as verbas para pesquisas existentes em instituições museológicas e de ensino superior, bem como a presença de profissionais qualificados e, mais recentemente, das exigências próprias da arqueologia de contrato. Portanto, esta breve quantificação de 171 sítios em toda a RH-VI não representa a totalidade do material arqueológico existente atualmente nas áreas em questão, mas sim apenas do que foi registrado até o momento.

Ao longo da RH-VI as categorias dos sítios arqueológicos divergem-se entre as classes Indígenas Ceramistas, Sambaquis, Líticos Lascados e Monumento Históricos. Há registros da presença de populações chamadas de construtores de sambaquis a partir de 8 mil anos AP (Antes do Presente). Estes sítios caracterizam-se pela sua distribuição ao longo de toda a costa brasileira, especialmente em zonas de tons ecológicos cambiantes, como regiões lagunares e áreas recortadas de baías e ilhas. Em geral os Sambaquis exibem uma sucessão estratigráfica de composição diferenciada com camadas de conchas mais ou menos espessas intercaladas por numerosos estratos finos e escuros, ricos em materiais orgânicos, com muitas estruturas distribuídas em áreas específicas (BLASIS et al., 2007).

Os sítios de grupos indígenas ceramistas, por sua vez, são marcados pela presença de fragmentos de cerâmica de origem Tupi, com idades entre 800 e 300 anos AP. Já os sítios com lascamento de rocha sobre dunas podem ser associados com os Sambaquis, mas alguns

pesquisadores sugerem que se trata de outro povo, que receberia o nome de Itaipu (COSTA et al., 2021). As idades variam entre 4.200 e 700 anos AP período semelhante ao dos sambaquis (DIAS e DIAS Jr., 2021).

Os sítios então relacionados à invasão do território pelos povos europeus são os denominados "sítios históricos" ou "sítios de contato" que representam, em geral, estruturas de fortaleza, casas de fazenda, benfeitorias como estábulos ou caminhos de água. Enquadra-se nesta categoria os sítios de indígenas cujas peças apresentam caraterísticas de tecnologia de produção europeia, como o torno giratório para produção de vasilhas cerâmicas, ou forno, que produz resultado de queima diferente da queima em fogueiras. Os sítios de contato são chamados pelos pesquisadores de Caboclos ou Neobrasileiros. As datas desses sítios são posteriores a 1500, e em sua maioria nos séculos XVIII e XIX (COSTA et al., 2021). Os sítios históricos catalogados na RH-VI são:

- O sítio Jaconé km 3, localizado em Maricá (UHP VI-e) com estado de conservação "Regular" e de preservação "Pouco Alterado" marcado pela presença de louças inglesas, faianças portuguesas, cerâmicas e moedas (datada de 1869);
- Os sítios Carcará I. II. III e IV situados em topo de colina alongada em São Pedro da Aldeia (UHP VI-d) com ocorrência de bolsões alimentares (conchas, ossos e carvão), fragmentos cerâmicos, faianças, louças, grès, osso animal, etc;
- Maracanã II também em São Pedro da Aldeia (UHP VI-d) situado em planície aluvial, com ocorrência de erosão laminar com ocorrência de fragmentos cerâmicos, metal, louça e osso;
- Sítio histórico Sena, apresentando estrutura de fundação em blocos de rochas e fragmentos de telhas capa-canal e tijolos maciços;
- Pau D´alho (Silva Jardim. UHP VI-c) contando com uma estrutura de alinhamento de pedras lavradas, fragmentos de telha capa-canal e fragmento de faiança fina, implantado em meia encosta suave recoberta por mata secundária;
- Sítios históricos Gouveia e Rio Dourado em Casimiro de Abreu (UHP VI-b) datado do final do século XIX e início do XX, com fragmentos de louça, um vasilhame inteiro de grês e estrutura com fundação de pedra e tijolo maciço.

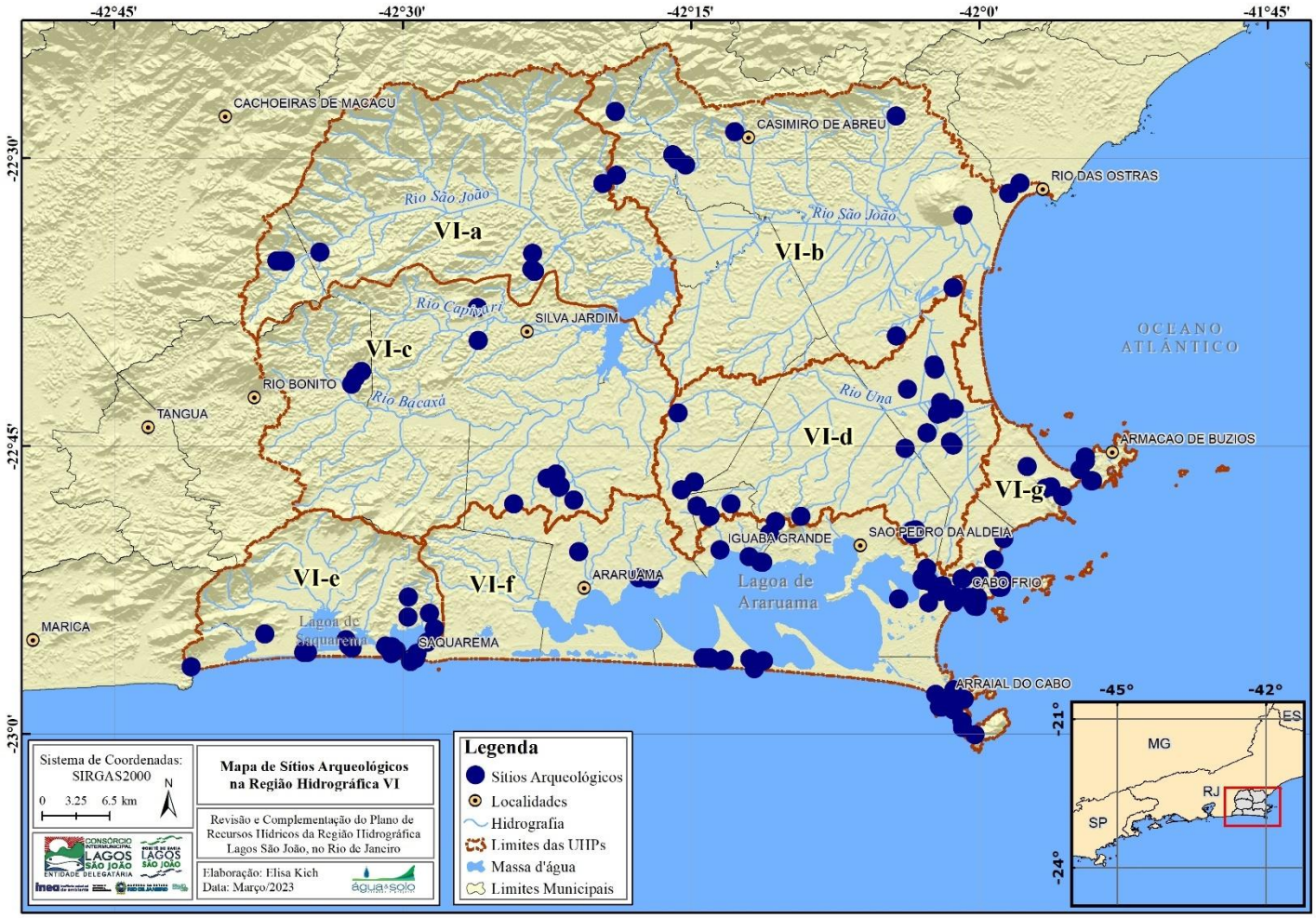


Figura 3.136 - Sítios Arqueológicos na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria com base em IPHAN (2023).

4 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

4.1 Caracterização Demográfica

4.1.1 Histórico de Desenvolvimento da Região

O panorama do histórico do desenvolvimento na RH-VI tem como ponto de partida principal a formação do próprio estado do Rio de Janeiro, porém considera a formação anterior à sua consolidação enquanto um estado oficial. Atualmente, de acordo com os dados do IBGE (2022b) o estado possui 92 municípios e ocupa a extensão de 43.750,42 km², estando localizado na região sudeste brasileira.

Entretanto, antes dessa configuração como conhecemos ser estruturada no estado, ao longo do século XIV, precedendo a colonização portuguesa, os povos originários ocupavam essa vasta extensão, que anteriormente era coberta de mata atlântica e diversas áreas litorâneas banhadas pelo Oceano Atlântico. Devido a isso, possuía mais de 170 línguas diferentes sendo faladas em seu território. Os conhecimentos e culturas eram repassados entre as gerações de forma oral e devido a isso, o processo de pesquisa tem fontes escassas para conseguirmos mapear com concretude os grupos indígenas que habitavam o local (FREIRE e MALHEIROS, 1997).

Contudo, o que se pode afirmar de acordo com os estudos realizados (OLIVEIRA, 2011), é que a maioria dos grupos indígenas que ocuparam o estado eram do grupo Tronco Tupi. O grupo ramificou-se em várias divisões, como por exemplo os Guaranis, que foram um dos poucos grupos que conseguiram resistir ao genocídio e a escravidão imposta pelo processo de colonização, através de sua organização ao migrar para outra localidade do país.

Quando os indígenas se rebelaram e começaram a fugir e lutar contra a escravidão e catequisação imposta pelos colonos, sofreram diversas e violentas repressões. De acordo com Schwartz (1988), vários grupos desapareceram quase ou por completo devido ao genocídio e as doenças que os colonos transmitiram, que geraram epidemias de varíola e sarampo.

No século XVI, houve a transição da mão de obra escrava, de forma que o tráfico de africanos ocorreu de forma mais intensa e vasta em todo Brasil. Entretanto, o Rio de Janeiro foi, segundo pesquisas da professora Ynaê Lopes dos Santos, a metrópole mais escravista das Américas. O estado possuía o maior porto de desembarque de africanos a serem comercializados para escravidão, o chamado de Cais de Valongo.

O professor e historiador Sergio Linhares (2020) ressalta a importância do processo hidrográfico para a formação do estado do Rio de Janeiro. Ele afirma que a região só se chama Rio de Janeiro devido um equívoco dos navegadores portugueses comandados por Gaspar Lemos, que vieram através das expedições marítimas do século XV. Ao se depararem com a Baía de Guanabara, acharam que era apenas uma foz de rio e como era o primeiro dia do ano, gerando assim o nome do estado.

E essa importância se reitera, pois, essas grandes expedições de colonizadores, tinham como objetivo a exploração da matéria prima contida nos diferentes países e a colonização dos costumes e cultura, formando então seus impérios em outras localidades ricas de minérios, madeira e especiarias. Então para além dos rios terem um papel fundamental em auxiliar no transporte dessas matérias primas, ao longo do século XVI, também foram extremamente úteis aos padres jesuítas que desviaram vários rios para banhar as fazendas na medida em que os engenhos iam crescendo, mudando, por exemplo o deságue dos rios São Francisco Xavier e Maracanã (SILVA, 2011).

Esse processo hidrográfico ocorre de forma expansionista nos séculos XV e XVI, devido ao processo de povoamento do interior do estado, advindo da política da coroa portuguesa chamada de sesmarias. Essa política concedeu terrenos vazios para os novos povoadores vindos da elite portuguesa. Utilizando como forma de pagamento o dízimo à Ordem de Cristo como aponta Silva (2011). As famílias como Estácio de Sá e posteriormente Mem de Sá, assim como Madureira, Maldonado entre várias outras eram possuidoras de sesmarias e através da mesma conseguiram perpetuar sua geração.

Ao compreender esse contexto histórico-geográfico do Rio de Janeiro, a seguir será analisado o histórico da RH-VI, avaliando individualmente cada um dos 13 municípios inseridos na bacia.

A Tabela 4.1 apresenta um resumo da criação dos municípios que compõem a Região Hidrográfica, tendo como base os dados extraídos da primeira data de fundação dos territórios, ou seja, a primeira data reconhecida na formação administrativa, de acordo com o IBGE, ainda sendo distrito, vila e até mesmo não possuindo o mesmo nome que atualmente concebemos. Elencando ainda as principais riquezas de cada um.

Tabela 4.1 - Resumo da criação dos municípios e principais riquezas.

Município	Ano de Criação	Principal Riqueza
Araruama	10/01/1799	Salinas e Madeira

Município	Ano de Criação	Principal Riqueza
Armação dos Búzios	15/12/1938	Óleo de Baleia
Arraial do Cabo	28/01/1924	Pesca
Cabo Frio	08/05/1892	Salinas e exploração do Pau-Brasil
Cachoeira de Macacu	10/02/1647	Atividade agropecuária e ferroviária
Casemiro de Abreu	08/05/1892	Agropecuária
Iguaba Grande	08-06-1954,	Atividade ferroviária
Maricá	12/01/1755	Pesca
Rio Bonito	27/08/1768	Atividade agrícola e ferroviária
Rio das Ostras	01/03/ 1970	Hotelaria e rota comercial
Saquarema	12/01/1755	Turismo
São Pedro da Aldeia	22/12/1795	Salinas, pesca e comércio
Silva Jardim	03/01/1890	Lavoura de café e cana

4.1.1.1.1 Araruama

Araruama foi reconhecida enquanto cidade apenas em 1960, apesar de haver registros bem mais antigos datados sobre a região. Os registros demonstram que no ano de 1575 se deu o início da presença portuguesa no local, entretanto a cidade passou por várias disputas territoriais entre colonos de países diferentes como franceses e até mesmo de grupos indígenas. Segundo o professor Marcel Jules Thieblot, os primeiros habitantes de Araruama foram os Índios Tupinambás, esse grupo tem a segunda maior história indígena no Brasil relatada em documentos da época.

Em 1860, ainda com o título de município, foi erguida sua primeira Câmara Municipal, que estava subordinada às leis coloniais, exercendo localmente as decisões feitas pelos governadores. Alguns dos exemplos disso são que a Câmara Municipal deveria ser construída com o dinheiro da população beneficiada e a imposição do monopólio do comércio do sal.

Apesar dessas imposições há registros de tentativa da Câmara Municipal de manter a 'Salina do Povo', com a finalidade de distribuir sal gratuitamente para os nativos, devido ao grande comércio advindo das salinas ter o potencial de ser controlado pelos nativos, e a Coroa temia o movimento emancipacionista. E o potencial da salina pode ser percebido ao se notar que a extração de sal foi de extrema importância para o desenvolvimento de Araruama, justamente por isso sendo honrado no brasão do município.

No período imperial, a cidade possuía fazendas de plantação de café e de cana de açúcar onde era explorado a mão de obra escravizada de africanos, sendo o café sua principal atividade econômica de exportação em relação a commodities.

Em seu legado, a cidade carrega a maior lagoa hipersalina e em estado permanente do mundo, denominada de Lagoa de Araruama. Banhando cidades como a própria Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia. Entretanto, ocorreu em meados de 1990, despejos de esgoto inadequado a céu aberto, fazendo com que este corpo hídrico sofresse o início do processo de eutrofização.

4.1.1.1.2 Armação dos Búzios

Inicialmente o local foi chamado pelos portugueses de “Ponta dos Búzios" devido a vasta presença do molusco gastrópode na praia. O local tem registro de ocupação dos povos Tupinambás, dos Tamoios e dos Sambaquis, como ainda de outros grupos antecedentes a esses agrupamentos.

Na construção da cidade houve diversos povos trazidos da África devido a escravidão em massa desses povos, na entrada da cidade até os dias atuais existe o Quilombo Rasa. Os escravos trabalhavam incansavelmente nas plantações de cana de açúcar, mandioca e batata.

4.1.1.1.3 Arraial do Cabo

A cidade assim como as demais era atrelada ao distrito de Cabo Frio, entretanto pelo movimento emancipacionista se consolidou enquanto município independente em 1985. É também conhecida como a “Capital do Mergulho” devido suas águas límpidas, advindo da ressurgência das águas frias da corrente das Malvinas.

Seus primeiros habitantes eram os Tamoios, cerca de 25 a 75 mil habitantes, entretanto de acordo com IBGE, já havia registros de povos antigos aos indígenas que viviam da coleta e pesca, e posteriormente avançando suas técnicas juntamente com a ocupação indígena. Suas principais fontes de economia são advindas da pesca, e do megaempreendimento de Álcalis, que na década de 1940 mudou-se para cidade.

4.1.1.1.4 Cabo Frio

O município de Cabo Frio, antes era distrito incorporando vários municípios que hoje são independentes e fazia parte da capitania de São Tomé. A descoberta desse território foi advinda da embarcação de Américo Vespúcio em 1503, seu nome está descrito em cartas portuguesas, que ressaltam o frio intenso nos meses de junho, julho e agosto, nomeando então o território. Era um território rico também devido à comercialização dos escravos no século XVI e XVII.

Cabo Frio foi palco de lutas sangrentas entre os portugueses e os flibusteiros franceses, que queriam abastecer seus navios ilegalmente de pau-brasil juntamente da ocupação dos ingleses. Entretanto, com a "Guerra De Cabo Frio", se desencadeou o fim dessa ocupação feita pelos ingleses e franceses, que foram expulsos pelos portugueses.

4.1.1.1.5 Cachoeira de Macacu

O nome do município de Cachoeira de Macacu, originou-se enquanto município independente em 1929, de acordo com o IBGE (2023) pelo fenômeno causado pela endemia conhecida como Febre de Macacu e há versões reconhecidas pela Prefeitura, ligadas a família do Pau-Brasil, que carrega também o nome de Macacu.

Seu histórico de ocupação tem registros do século XIV. Houve mais registros no século XVII, devido a instalação de um núcleo agrícola de plantios de mandioca, milho, cana de açúcar, arroz e feijão, se tornando a principal atividade econômica, após esse período de intensa exploração agropecuária, houve o desenvolvimento das ferrovias para auxiliar também o desenvolvimento da cidade.

Essa região sofre atualmente o avanço da metrópole, entretanto ainda se firma na atividade agropecuária, apesar de suas terras hoje serem famosas pelos sítios de veraneio e lazer e a expansão de loteamentos nos limites com a cidade de Itaboraí.

4.1.1.1.6 Casimiro de Abreu

A cidade, que antes era ocupada pelos índios Guarulhos da família da tribo dos Goitacás, foi fundada no século XVII. O responsável pela oficialização foi o italiano Francisco Maria Tali. Em 1748, foi construída a primeira capela dedicada à Sacra família, entretanto devido aos surtos de epidemias na localidade, transferiram a capela para junto do Rio São João, onde foi edificado a igreja consagrada especialmente para este Santo.

A povoação local, que foi elevada à categoria de freguesia a vila, teve a denominação de Barra de São João em 19 de maio de 1846. Atualmente leva o nome de Casimiro de Abreu, num sentido de homenagear o cidadão nativo que ganhou grande reconhecimento nacional pela sua arte, escrevendo poemas nos anos de 1800.

A sua economia local se sustentava pelas atividades agrícolas, sofrendo crises em 1890, porém devido ao seu solo fértil e as melhorias dos métodos agrícolas, a criação das indústrias e pecuária a cidade conseguiu enfrentar esse período e se desenvolver economicamente e socialmente.

4.1.1.1.7 Iguaba Grande

O nome Iguaba tem origem no Tupi, significando “Bebedouro” ou até mesmo lugar para beber água. Antes de ser uma cidade independente, era parte de São Pedro da Aldeia e somente em 1997 foi desmembrado se tornando Iguaba Grande. Sua história da época da colonização perpassa pela grande difusão da catequese dos grupos indígenas, pelos missionários jesuítas da Companhia De Jesus, no século XVI.

A cidade que se baseava majoritariamente em trabalho escravo, encontrou problemas para seguir atuando em seu ramo após a abolição da escravidão. Houve a recuperação econômica, após os investimentos feitos em ferrovias de trens, que foram criadas primeiramente em 1915, com trens que além de levar malotes do correio, também transportava pessoas de Niterói e Cabo Frio. Essa estação foi desativada em 1960.

Já na década de 90, foi criado a instalação da base naval e o desenvolvimento urbano, a partir de construções tais quais sítios de veraneio e o desenvolvimento das rodovias estaduais com RJ-106 na direção da cidade, consequentemente sofreu várias alterações geográficas.

4.1.1.1.8 Maricá

A história de Maricá é rica em detalhes após a colonização, tendo suas origens ocultas. Sabe-se que as sesmarias desse território foram concedidas aos primeiros colonizadores, e compreende a extensão de Itaipuaçu até as margens da lagoa, surgindo assim a cidade.

Famosa pela pesca e pela mescla de nativos, pois misturaram com territórios ao lado colonizados por padres beneditinos, surgindo então a primeira povoação da cidade. Em seus primórdios teve a construção da primeira igreja chamada Nossa Senhora do Amparo, mas ainda

assim, os moradores migraram para mais perto da outra margem da lagoa, onde tinha um clima mais saudável.

E uma orla ininterrupta desde a praia de Itaipuaçu até a praia de Jaconé, sua extensão pode chegar aproximadamente 32.887 metros, sendo sua bacia hidrográfica, um acontecimento natural raro. Tem canais artificiais que ligam o complexo lagunar ao mar, a canais como os de Ponta Negra e Itaipuaçu. Mas a abertura desses canais nos anos 1950, terminou com o regime natural de abertura de barra que acontecia entre Barra e Guaratiba.

4.1.1.1.9 Rio Bonito

Rio Bonito foi ocupado primordialmente pelos índios Tamoios, eram integrantes, depois da colonização a região fazia parte da capitania de São Vicente.

Paulo da Mota Duque Estrada, era dono das terras do município devido a sesmaria que foi concedido a ele em maio de 1751 e, também Pedro de Souza Pereira, a que organizava os chamados 'campos detrás da serra Tapacurá, entre os rios de Caserabu e o Tanguá' em 1682. Segundo o IBGE, ainda existem várias versões de estudiosos, que não concluíram a fundo, quem foi que tentou colonizar e desbravar o local, entretanto sabe-se que foi apenas em 1755 em que se deram as primeiras desbravadas na região de forma mais concreta.

A região ficou conhecida pelas plantações de banana e goiaba, bem como devido sua geografia bastante topografia acidentada, e nela encontra-se a Serra do Sambê, de Paulo da Mota.

4.1.1.1.10 Rio das Ostras

Fazia parte da Capitania de São Vicente, e chamava-se Leripe, que em Tupi-Guarani significa “Lugar de Ostra”, era uma sesmaria doada aos jesuítas em novembro de 1630. Delimitando por dois marcos de pedra que ficavam em Rio Leripe, com a identificação da Companhia de Jesus. Construíram o primeiro Poço de Pedras do Largo de Nossa Senhora da Conceição e a antiga igreja.

Foi também conhecida por Baia Formosa, sendo um município próspero e seu crescimento se destacava devido a rota de comerciantes, no local havia hospedagens para os viajantes, que ofertava segurança através de postos de polícia provincial e água pura que terminava no mar. Vários navegadores de expedições da Europa, como França, Portugal e Alemanha também passaram pelo local. Sendo um dos lugares que o Imperador Dom Pedro II descansou à sombra

da centenária figueira que fica à beira-mar, após ser recebido com festanças diversas, relatam jornais da época.

4.1.1.1.11 São Pedro da Aldeia

Sua história está atrelada à invasão dos franceses em busca do território de posse portuguesa, com ataques piratas a fim de explorar metais preciosos. Não possui uma data de fundação precisa, devido a entrega da sesmaria. As terras supostamente seriam uma partilha entre os índios, que ficariam com a terça parte da região, entretanto a posse era controlada pelos padres da companhia.

Essa região abrange duas sesmarias, afirma o IBGE, localizado em Jacuruna, que seria provavelmente o primeiro nome daquela região onde hoje se encontra São Pedro, e outra seria a Ponta de Armação dos Búzios. Rejeitada pelo povo, deveria ser repartida pelo próprio povo, o que nunca se realizou conforme Lamego, em A Terra de Goytacá.

Sua economia girava em torno da produção de sal, graças às salinas locais e à pesca local. A maior hipersalina do mundo, a Laguna de Araruama, banha seu território e conecta-se com o mar através do Canal do Itajuru, e era fonte do turismo internacional, até os dias de hoje devido os ventos fortes propiciando a prática de esportes como Windsurf e Kitesurf.

4.1.1.1.12 Saquarema

No século XV, Dom João III, rei de Portugal, entendeu que exigia enormes desgastes para proteção da costa do Brasil devido ao seu tamanho, e não apresentava resultados satisfatórios devido à falta de lugar para prover mantimentos e homens.

Então, criou a colônia às margens do Rio da Prata, compondo sua frota de homens e navios. Através da Carta Régia, em novembro de 1530. O Rei confiou a direção dessa frota, com novos homens e navios, a Martim Afonso de Souza, dando liberdades como de tomar posse e colocar marcos no território até a linha demarcada. Saindo do porto de Lisboa em 1530, e chegou à Baía de Todos os Santos para seguir sua missão.

Indo ao sul, contornou Cabo Frio, e em frente ao Morro do Canto, encontrou índios da tribo dos Tamoios, e explorou os troncos de árvores, frutas, água, mas sofrendo por várias endemias de animais. Assim Dom Pedro III, novamente frustrado, entendeu que seria melhor criar o processo das divisões das capitanias. Assim criou a freguesia em Saquarema, pois as terras passaram a

pertencer a Martim Afonso de Souza, por delimitar aquela área. Desenvolvendo trabalhos nas lavouras com plantações de cana de açúcar, café e entre outras plantas.

4.1.1.1.13 Silva Jardim

A cidade anteriormente se chamava Capivari, e foi fundada em 1801, entretanto atualmente chama-se Silva Jardim, homenageando um advogado republicano.

Apesar de suas controvérsias históricas relatadas pelo IBGE, sabe-se que o município cresceu em torno da Capela que foi construída em homenagem a Sant'ana, que era posse de uma senhora, até que esta ficou viúva, e a pedido da comunidade doou para a Igreja. Assim foi construída a Igreja de Santana. Atualmente se desenvolveu a esse município.

Seu principal ramo econômico foi pelas lavouras locais de café e cereais, gerando sua independência e crescimento. Tinha o cultivo e a extração das madeiras de lei que eram toras gigantes devido a irrigação do rio São João.

4.1.2 Estrutura e Evolução Demográfica

Este estudo tem por objetivo apresentar um panorama demográfico da RH-VI. Composta por 13 municípios fluminenses total ou parcialmente inseridos em seu território, possui uma população residente estimada em 1.180.329 habitantes (IBGE, 2022c). A Tabela 4.2 apresenta as estimativas do período intercensitário atual, recortas neste estudo com intervalos de 5 anos: 2011, 2016 e 2021. Cabe ressaltar que apenas foram divulgados dados de população prévia atualizada pelo Censo de 2022, por esse motivo, não foram incluídas aqui a avaliação considerando dados prévios.

Tabela 4.2 - População estimada dos municípios da RH-VI, para 2011, 2016 e 2021 (IBGE, 2011; 2016; 2021).

Município	2011	2016	2021
Araruama	114.250	124.940	136.109
Armação dos Búzios	28.279	31.674	35.060
Arraial do Cabo	28.010	29.077	30.827
Cabo Frio	190.787	212.289	234.077
Cachoeiras de Macacu	54.713	56.603	59.652
Casimiro de Abreu	36.360	41.167	45.864
Iguaba Grande	23.475	26.430	29.344
Maricá	131.355	149.876	167.668
Rio Bonito	56.001	57.963	60.930
Rio das Ostras	110.992	136.626	159.529
São Pedro da Aldeia	89.739	98.470	107.556

Saquarema	75.906	83.750	91.938
Silva Jardim	21.356	21.279	21.775
Total Geral	961.223	1.070.144	1.180.329

Infelizmente, devido ao atraso do último Censo Demográfico, só é possível contar com as variáveis demográficas até 2010. Contudo, a série histórica apresentada dá conta de um período de 19 anos de informações. Para solucionar o viés decorrente das transformações do território dos municípios, utilizou-se a base do Atlas Brasil, desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Esta base permite a comparabilidade necessária para análise de séries históricas, tendo em vista que as malhas municipais de 1991, 2000 e 2010 foram compatibilizadas (PNUD, 2013b).

Com base nos dados do PNUD, a RH-VI contava com uma população residente de 938,12 mil de habitantes em 2010, registrando mais que dobro de habitantes em relação a 1991 (114,1%), conforme a Tabela 4.3. No contexto intraregional verifica-se que a população de Cabo Frio representava quase 20% da população da região hidrográfica em 2010, que em 1991 era de 17,3%. Além de Cabo Frio, somente três outros aumentaram a sua participação na população total do conjunto dos municípios no período: Armação dos Búzios, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras. Esse último passou de uma participação de apenas 4,2% em 1991 para 11,3% em 2010.

A porção territorial formada por esses quatro municípios (limítrofes, inclusive) representavam 37,6% da população da RH-VI em 2010, com forte indicativo de que essa participação tenha aumentado mais nos últimos 10 anos, consolidando-se como a principal área de expansão populacional (talvez com participação próxima da metade da população da RHLSJ, a ser confirmada com os dados do Censo Demográfico 2022).

Tabela 4.3 -População residente e sua distribuição proporcional segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991		2000		2010	
	n.º	%	n.º	%	n.º	%
Araruama	59.024	13,5	82.803	13,0	112.008	11,9
Armação dos Búzios	7.710	1,8	18.204	2,8	27.560	2,9
Arraial do Cabo	19.866	4,5	23.877	3,7	27.715	3,0
Cabo Frio	75.696	17,3	124.719	19,5	186.227	19,9
Cachoeiras de Macacu	40.208	9,2	48.543	7,6	54.273	5,8
Casimiro de Abreu	15.650	3,6	22.152	3,5	35.347	3,8
Iguaba Grande	10.762	2,5	16.901	2,6	22.851	2,4

Município	1991		2000		2010	
	n.º	%	n.º	%	n.º	%
Maricá	46.545	10,6	76.737	12,0	127.461	13,6
Rio Bonito	45.161	10,3	49.691	7,8	55.551	5,9
Rio das Ostras	18.195	4,2	36.419	5,7	105.676	11,3
São Pedro da Aldeia	43.387	9,9	65.581	10,3	87.875	9,4
Saquarema	37.888	8,6	52.461	8,2	74.234	7,9
Silva Jardim	18.141	4,1	21.265	3,3	21.349	2,3
Total Geral	438.233	100,0	639.353	100,0	938.127	100,0

Como já adiantando anteriormente, a RH-VI é uma região hidrográfica que experimentou grande crescimento populacional entre 1991 e 2010. A Tabela 4.4 mostra que o conjunto de seus municípios cresceu a uma taxa de 4,09% ao ano. Para se ter uma ideia, isso representa mais de 3,48 vezes a taxa do estado do Rio de Janeiro e 2,95 vezes a taxa do país no mesmo período (respectivamente 1,17 a.a. e 1,39% a.a.). Rio das Ostras destacadamente o município que mais cresceu (9,70% a.a.) na série histórica. Entre 2000 e 2010 cresceu nada menos do que 11,24% ao ano.

Além, de Rio das Ostras, os municípios de Armação dos Búzios, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande e Maricá registraram crescimentos acima de 4% a.a. no período entre 1991 e 2010. Os menores crescimentos populacionais foram registrados por Silva Jardim, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu e Arraial do Cabo. Todos os demais apresentaram taxas superiores ao conjunto de municípios estadual e nacional.

Tabela 4.4 - Taxa média geométrica de crescimento anual (%) da população residente segundo municípios da RH-VI, 1991/2000, 2000/2010 e 1991/2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991/2000	2000/2010	1991/2010
Araruama	3,83	3,07	3,43
Armação dos Búzios	10,02	4,23	6,93
Arraial do Cabo	2,06	1,50	1,77
Cabo Frio	5,70	4,09	4,85
Cachoeiras de Macacu	2,12	1,12	1,59
Casimiro de Abreu	3,94	4,78	4,38
Iguaba Grande	5,14	3,06	4,04
Maricá	5,71	5,21	5,45
Rio Bonito	1,07	1,12	1,10
Rio das Ostras	8,02	11,24	9,70
São Pedro da Aldeia	4,70	2,97	3,78
Saquarema	3,68	3,53	3,60
Silva Jardim	1,78	0,04	0,86

Município	1991/2000	2000/2010	1991/2010
Total Geral	4,29	3,91	4,09

Para entender melhor o crescimento da população deve-se olhar também para o processo de urbanização ocorrida no mesmo período. A Tabela 4.5**,** mostra que a concentração urbana é historicamente mais concentrada nos municípios de Armação dos Búzios e Arraial do Cabo, e mais recentemente em Iguaba Grande (todos com grau de urbanização de 100%. A maior parte dos municípios devem ter se aproximado de percentuais muito próximo de 100% em 2021 ou estabilizados em elevado patamar (acima de 95%). Por outro lado, municípios como Cabo Frio, Rio Bonito e Silva Jardim ainda possuíam cerca de 1/4 de seus habitantes residindo em áreas rurais em 2010.

Tabela 4.5 – Grau de urbanização (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991	2000	2010
Araruama	73,5	90,7	95,1
Armação dos Búzios	100,0	100,0	100,0
Arraial do Cabo	100,0	100,0	100,0
Cabo Frio	92,5	83,5	75,4
Cachoeiras de Macacu	79,7	84,7	86,5
Casimiro de Abreu	85,4	82,8	80,7
Iguaba Grande	67,5	87,8	100,0
Maricá	70,3	82,6	98,5
Rio Bonito	60,2	65,3	74,3
Rio das Ostras	93,5	94,9	94,5
São Pedro da Aldeia	83,9	83,1	93,5
Saquarema	93,1	96,1	94,9
Silva Jardim	54,0	66,8	75,5
Total Geral	80,3	85,3	89,1

A Figura 4.1 ilustra bem a evolução do grau de urbanização nas décadas de 1990 e 2000 do conjunto de municípios da RH-VI. Os dados mostram um processo bastante acentuado e não apontam para uma possível estabilização na década seguinte (não coberta pelo Censo). Pelo contrário, considerando o ritmo de urbanização experimentado é esperado um incremento ainda significativo em 2022.

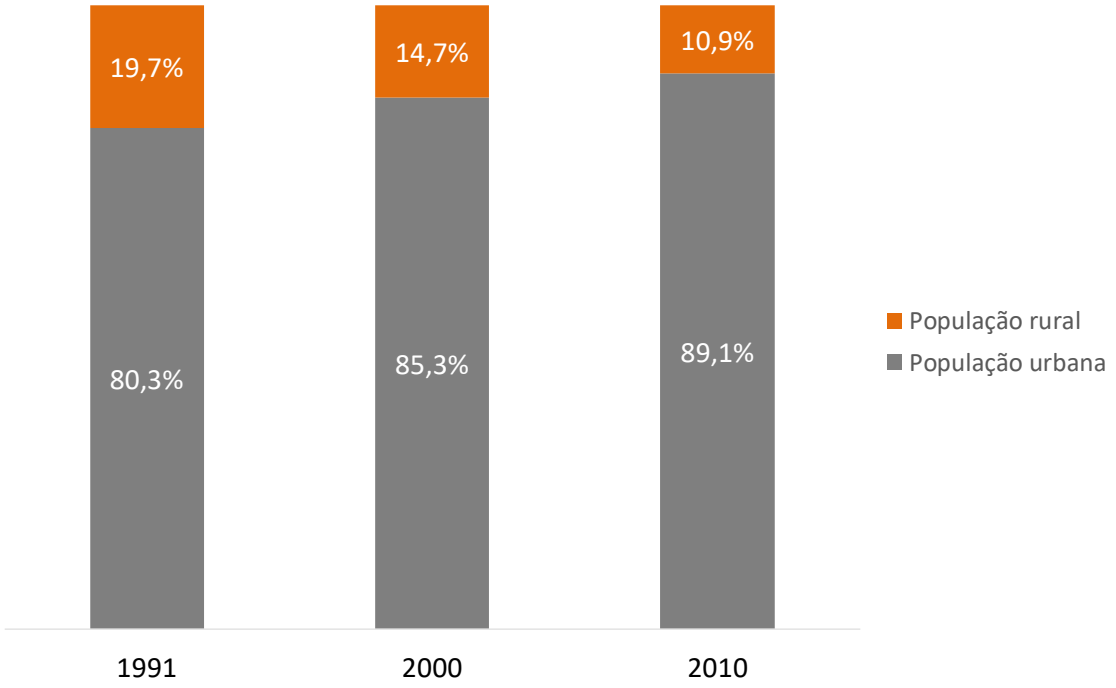


Figura 4.1– Participação dos componentes urbano e rural no total da população da RH-VI, 1991, 2000, 2010.

Fonte: PNUD, 2013a.

Desde 2000 a maioria da população da RH-VI é composta de pessoas do sexo feminino, reflexo da sobremortalidade masculina, sobretudo nas faixas etárias jovens e adultas, geralmente associada a maior incidência de óbitos por causas violentas (Tabela 4.6). Apenas em Silva Jardim, município com a menor população da região e um dos menos urbanizados, a proporção de homens supera a de mulheres, por razões socioeconômicas associadas a oportunidades de emprego majoritariamente de mão-de-obra masculina, menor oferta de serviços de educação e saúde, entre outros.

Tabela 4.6 – Razão entre gênero (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991	2000	2010
Araruama	100,3	97,3	94,0
Armação dos Búzios	106,1	104,0	99,4
Arraial do Cabo	102,4	100,6	96,7
Cabo Frio	99,8	98,8	95,2
Cachoeiras de Macacu	103,7	101,4	99,5
Casimiro de Abreu	102,3	99,9	97,2
Iguaba Grande	101,8	98,4	93,6
Maricá	104,0	99,6	96,7
Rio Bonito	105,0	100,2	96,8
Rio das Ostras	102,4	99,2	97,6
São Pedro da Aldeia	101,6	100,1	97,7

Município	1991	2000	2010
Saquarema	103,6	99,9	98,6
Silva Jardim	108,3	104,8	102,5
Total Geral	102,5	99,7	96,7

O progressivo declínio da proporção de menores de cinco anos de idade, em todos os municípios da RH-VI, reflete a redução dos níveis de fecundidade (Tabela 4.7). No início da série histórica o indicador era de 10,5%, caindo para 9,4% em 2000 e 6,7% em 2010.

Cabe lembrar que em 1991 a região já havia experimentado o processo de transição demográfica (vide Tabela 4.5), com a maior parte de sua população residindo em áreas urbanas. Junto com o aumento do grau de urbanização, as taxas de fecundidade e, por conseguinte, a proporção de menores de 5 anos tendem a entrar em um processo de declínio.

Tabela 4.7 – Proporção de menores de 5 anos de idade na população (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991	2000	2010
Araruama	10,4	9,3	6,5
Armação dos Búzios	11,0	10,2	7,0
Arraial do Cabo	10,2	9,1	6,4
Cabo Frio	11,0	10,0	7,0
Cachoeiras de Macacu	10,4	9,0	6,6
Casimiro de Abreu	9,4	8,7	7,2
Iguaba Grande	9,5	8,9	5,7
Maricá	9,5	8,4	5,9
Rio Bonito	10,1	8,8	6,1
Rio das Ostras	11,5	9,6	7,5
São Pedro da Aldeia	10,4	10,1	7,0
Saquarema	10,4	9,3	6,6
Silva Jardim	12,1	11,0	7,4
Total Geral	10,5	9,4	6,7

Ao contrário dos dados apresentados na tabela anterior, a proporção de pessoas de 60 anos de idade ou mais na população geral vem apresentando tendência ascendente, em correspondência com a redução dos níveis de fecundidade e o aumento da expectativa de vida ao nascer. Em 1991 a proporção de idosos era de 8,5%, passando para 9,3% em 2000 e 11,3% em 2010 (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 – Proporção de idosos na população (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991	2000	2010
Araruama	8,7	10,3	13,8
Armação dos Búzios	4,4	5,7	8,4

Município	1991	2000	2010
Arraial do Cabo	6,1	9,1	12,8
Cabo Frio	5,9	7,6	10,8
Cachoeiras de Macacu	8,3	9,2	11,9
Casimiro de Abreu	8,5	9,2	10,6
Iguaba Grande	8,3	11,4	16,2
Maricá	8,5	10,3	13,0
Rio Bonito	8,5	9,7	12,0
Rio das Ostras	6,8	8,3	8,7
São Pedro da Aldeia	6,3	7,8	10,8
Saquarema	8,5	10,1	13,1
Silva Jardim	8,5	9,3	11,3
Total Geral	7,6	9,1	11,7

Uma forma bastante ilustrativa de compreender o processo de transição demográfica descrito anteriormente é por meio das pirâmides etárias. Como pode ser observado na Figura 4.2, a RH-VI apresentava caraterísticas tipicamente de regiões com menor desenvolvimento socioeconômico. A base da pirâmide era bastante larga, indicando uma grande proporção de jovens e uma taxa de natalidade relativamente alta. No topo, havia uma diminuição gradual na população idosa. Isso pode ser atribuído à melhoria das condições de saúde e ao aumento da expectativa de vida, embora ainda não fosse tão expressivo como em regiões mais desenvolvidas.

Na virada do milênio, a pirâmide etária da RH-VI começou a passar por algumas mudanças significativas. A base da pirâmide continuava ampla, mas era possível observar uma leve redução na proporção de crianças. Isso sugere uma diminuição gradual da taxa de natalidade. Além disso, o centro da pirâmide começou a se estreitar, indicando uma diminuição na taxa de mortalidade infantil e um aumento na expectativa de vida.

Por fim, em 2010, a pirâmide etária mostrou mudanças adicionais em relação à década anterior. A base continuou a diminuir gradualmente, indicando uma redução ainda maior na taxa de natalidade. A população jovem estava menos numerosa em comparação com 1991. Além disso, a faixa etária dos 20 aos 40 anos começou a ganhar destaque, indicando uma geração conhecida como "bônus demográfico". Isso pode ser atribuído a uma queda na taxa de mortalidade e a avanços socioeconômicos, como acesso à educação e saúde, que permitiram que mais pessoas chegassem a essa faixa etária.

Em geral, essa análise mostra uma transição demográfica na RH-VI ao longo dessas duas décadas. A região passou de uma estrutura com uma base larga e uma taxa de natalidade alta para uma estrutura mais equilibrada, com uma redução gradual da população jovem e um aumento na proporção de pessoas em idade ativa. Essas mudanças refletem avanços na saúde, educação e condições socioeconômicas, que impactaram positivamente a estrutura demográfica da região.

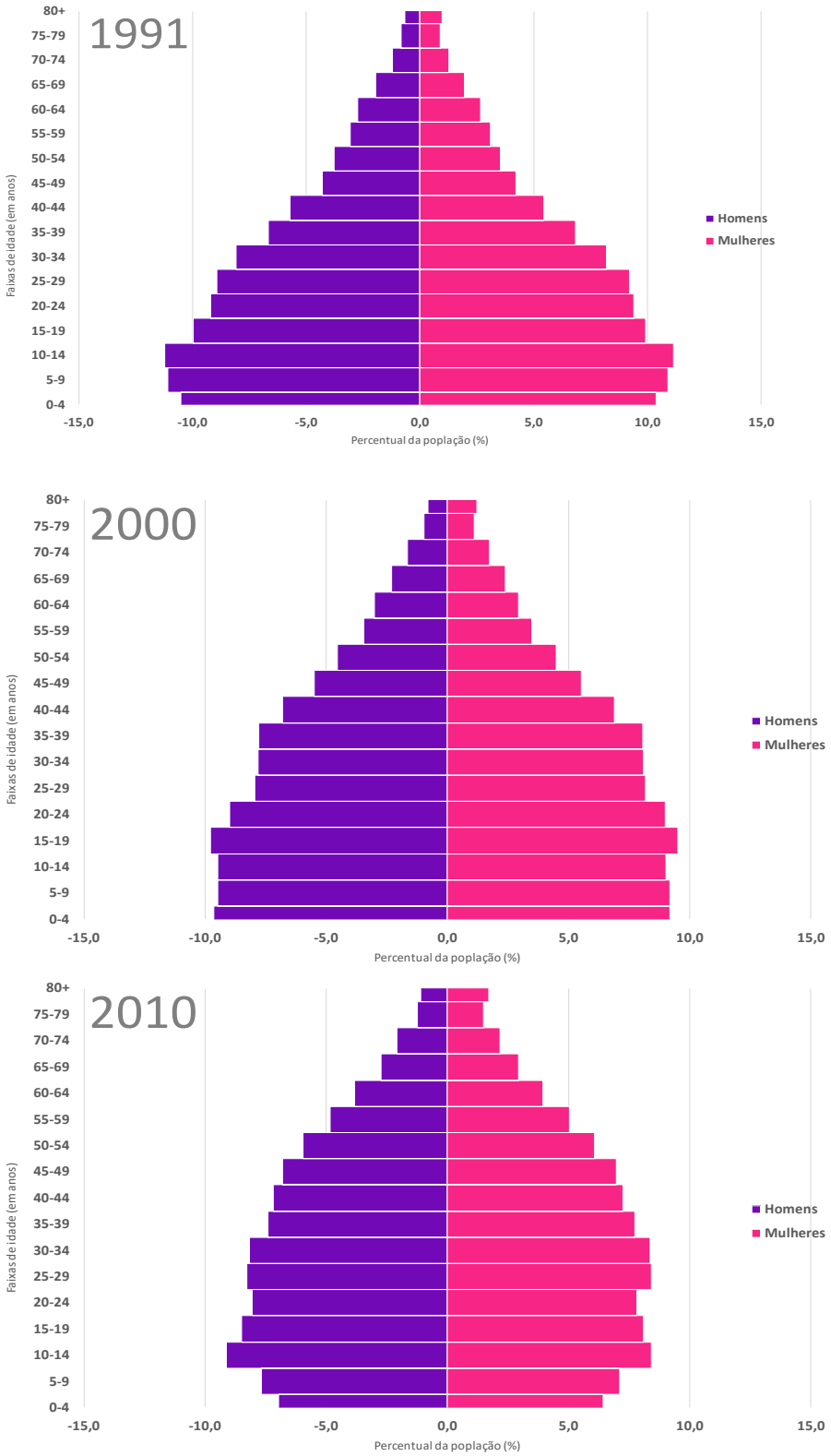


Figura 4.2 - Pirâmides etárias (em %) dos municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010.
Fonte: PNUD, 2013a.

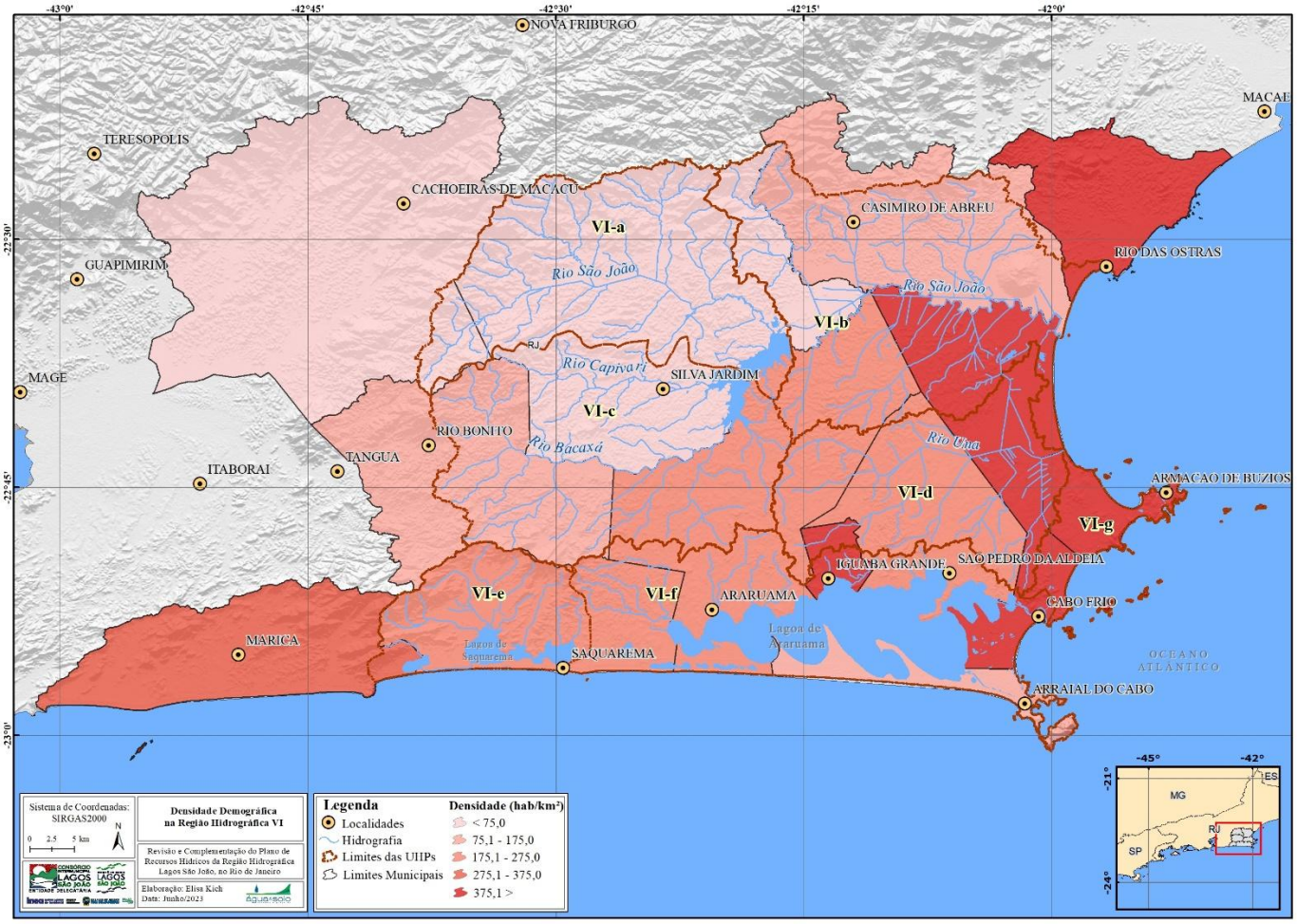


Figura 4.3 - Densidade Demográfica na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

Observa-se gradativo declínio da razão de dependência, em todos os municípios da RH-VI, o que está relacionado ao processo de transição demográfica. De acordo com a Tabela 4.9, em 1991 a razão de dependência era de 86,1, passando para 73,5% em 2000 e 66,1% em 2010.

O indicador consiste na razão entre o segmento etário da população definido como economicamente dependente (os menores de 15 anos de idade e os de 60 e mais anos de idade) e o segmento etário potencialmente produtivo (entre 15 e 59 anos de idade).

A redução dos níveis de fecundidade leva à diminuição das taxas de natalidade, implicando o decréscimo do contingente jovem da população. A população idosa, portanto, experimenta a elevação de sua participação relativa, combinada ao aumento absoluto do seu volume. O denominador, por sua vez, ainda vem aumentando, pela incorporação de coortes provenientes de épocas de alta fecundidade.

Tabela 4.9 – Razão de dependência (%) segundo municípios da RH-VI, 1991, 2000 e 2010 (PNUD, 2013a).

Município	1991	2000	2010
Araruama	91,5	77,9	71,4
Armação dos Búzios	77,9	66,9	60,8
Arraial do Cabo	77,1	68,6	67,8
Cabo Frio	82,0	74,2	67,0
Cachoeiras de Macacu	88,1	73,7	66,2
Casimiro de Abreu	88,5	71,6	64,8
Iguaba Grande	83,4	72,3	73,3
Maricá	82,0	69,5	62,0
Rio Bonito	87,2	70,3	64,4
Rio das Ostras	89,9	72,4	60,7
São Pedro da Aldeia	82,9	74,2	68,0
Saquarema	87,4	76,0	67,8
Silva Jardim	105,2	84,1	74,0
Total Geral	86,1	73,5	66,1

4.2 Indicadores Sociais e de Renda

4.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), agência de desenvolvimento global das Nações Unidas, desenvolveu o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida que combina indicadores de saúde, educação e renda para avaliar o desenvolvimento humano de

uma região ou país. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano, de acordo com as seguintes faixas:

- Muito baixo (0 a 0,499);
- Baixo (0,500 a 0,599);
- Médio (0,600 a 0,699);
- Alto (0,700 a 0,799);
- Muito alto (0,800 a 1,00).

De acordo com os dados do PNUD, referentes aos anos de 2000 e 2010, o IDHM do Brasil, passou de 0,612 para 0,727, isto é, houve uma evolução, o que o colocou na categoria de desenvolvimento humano alto. Já o IDHM do estado do Rio de Janeiro, em 2000 registrou um IDHM de 0,664, passando para 0,761, em 2010, o que o coloca na categoria de desenvolvimento humano alto, ou seja, seguiu a mesma tendencia do índice brasileiro.

No mesmo período, todos os municípios que formam a Região Hidrográfica Lagos São João, apresentaram melhoras considerando 2000 e 2010, e com exceção do município de Silva Jardim que registrou um índice de desenvolvimento médio, todos os demais foram classificados como de alto desenvolvimento humano, com destaque para Rio das Ostras que possui um IDHM superior ao nacional e estadual (0,773), conforme Tabela 4.10. A Figura 4.4 apresenta o mapa do IDHM na RH-VI.

Tabela 4.10 - IDH do Brasil e estado do Rio de Janeiro e IDHM dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João, de 2000 e 2010 (PNUD, 2013b).

Unidade Territorial	IDH/IDHM 2000	IDH/IDHM 2010	Evolução (%)
Araruama	0,579	0,718	24%
Armação dos Búzios	0,604	0,728	21%
Arraial do Cabo	0,632	0,733	16%
Cabo Frio	0,614	0,735	20%
Cachoeira de Macacu	0,58	0,700	21%
Casemiro de Abreu	0,619	0,726	17%
Iguaba Grande	0,626	0,761	22%
Maricá	0,637	0,765	20%
Rio Bonito	0,609	0,710	17%
Rio das Ostras	0,62	0,773	25%
São Pedro da Aldeia	0,598	0,712	19%
Saquarema	0,591	0,709	20%

Unidade Territorial	IDH/IDHM 2000	IDH/IDHM 2010	Evolução (%)
Silva Jardim	0,546	0,654	20%
Estado do Rio de Janeiro	0,664	0,761	15%
Brasil	0,612	0,727	19%

No que diz respeito às três dimensões que compõem o IDHM, destaca-se que no Brasil, a dimensão com o maior índice é a de educação, seguida de longevidade e renda. Já no estado do Rio de Janeiro, a dimensão com maior índice é a de longevidade, seguida de educação e renda.

No âmbito municipal, destaca-se em todos os municípios o índice longevidade, seguido da renda, a educação é o componente que apresenta os mais baixos índices de IDH.

Tabela 4.11 - IDHM Renda, Longevidade e Educação do Brasil e estado do Rio de Janeiro dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João, de 2010 (PNUD, 2013b).

Unidade Territorial	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação
Araruama	0,714	0,839	0,617
Armação dos Búzios	0,75	0,824	0,624
Arraial do Cabo	0,722	0,805	0,677
Cabo Frio	0,743	0,836	0,64
Cachoeira de Macacu	0,695	0,817	0,603
Casemiro de Abreu	0,734	0,811	0,642
Iguaba Grande	0,744	0,841	0,704
Maricá	0,761	0,85	0,692
Rio Bonito	0,705	0,819	0,620
Rio das Ostras	0,784	0,854	0,689
São Pedro da Aldeia	0,721	0,801	0,626
Saquarema	0,714	0,804	0,621
Silva Jardim	0,657	0,793	0,536
Estado do Rio de Janeiro	0,782	0,835	0,675
Brasil	0,739	0,816	0,637

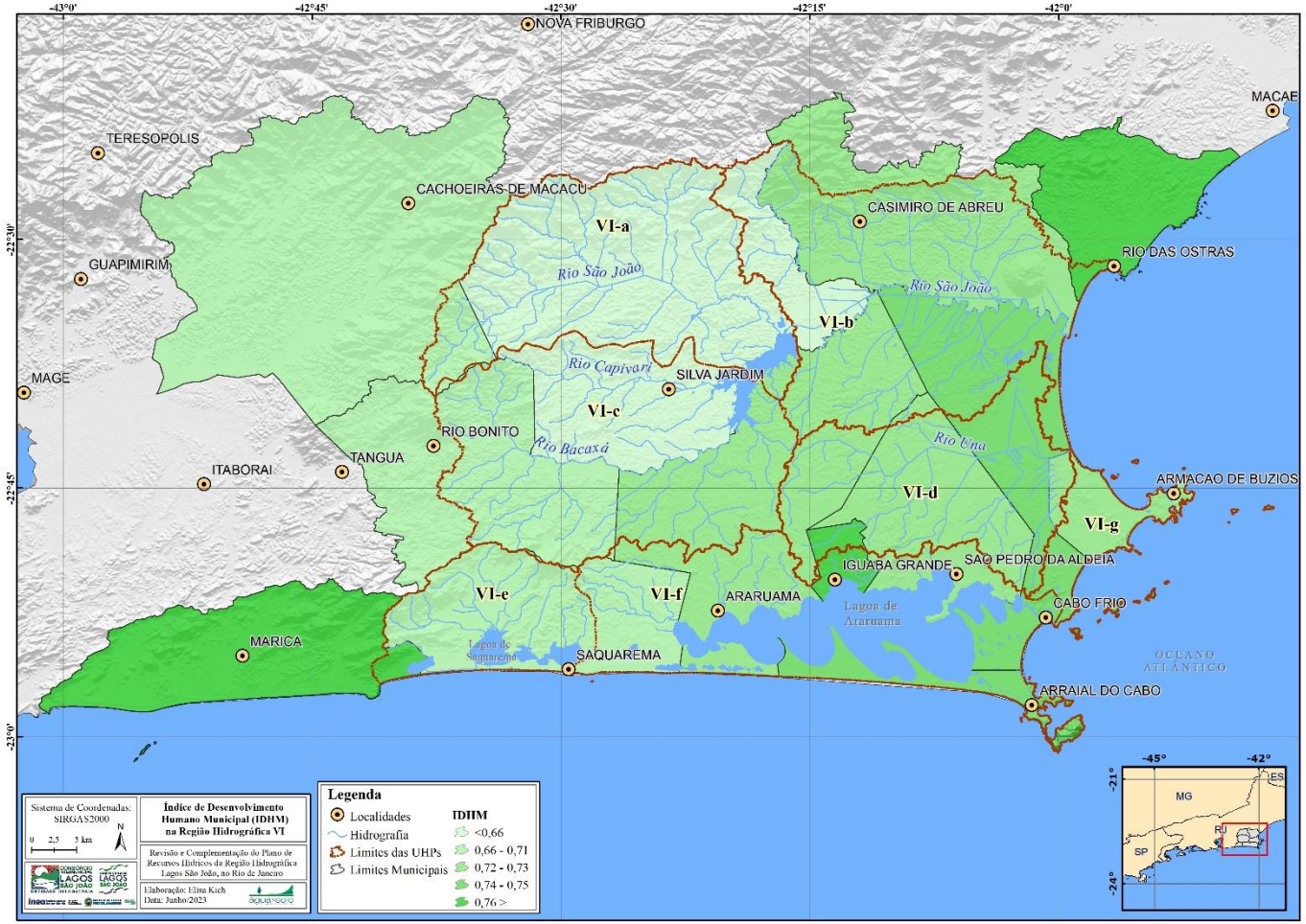


Figura 4.4 - IDHM na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria

4.2.2 Índice de Gini

O Índice de Gini é um coeficiente que mensura a distribuição de renda em uma região ou território, por meio dele, é possível avaliar o nível de concentração de renda e as desigualdades socioeconômicas. Os valores do coeficiente de Gini variam entre 0 e 1, e, quanto mais próximo de 1, maior é a desigualdade na distribuição de renda entre a população.

O Brasil em 2010 registrou um Índice de Gini de 0,6, neste período o país figurava entre os mais desiguais do mundo. Porém, ao longo dos anos, segundo dados do PNUD, o índice sofre redução, e em 2021, o coeficiente registrado para o Brasil foi de 0,54.

No tocante ao estado do Rio de Janeiro este registrou em 2010 um índice de Gini de 0,59, e seguindo a tendência brasileira, reduziu para 0,56 em 2021.

No nível municipal não há dados disponibilizados para o ano de 2021, mas considerando-se os índices de 2010, pode-se afirmar que a concentração de renda e o nível de desigualdade foram menores, visto que todos os municípios apresentam Índice de Gini inferior aos registrados para o Brasil e estado do Rio de Janeiro, com destaque para Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu e Rio Bonito, com os menores coeficientes de Gini, no referido ano, conforme Tabela 4.12.

Tabela 4.12 - Indice de Gini, 2010, dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João (PNUD, 2013a).

Unidade Territorial	Índice de Gini (2010)
Araruama	0,54
Armação dos Búzios	0,51
Arraial do Cabo	0,47
Cabo Frio	0,54
Cachoeira de Macacu	0,49
Casemiro de Abreu	0,48
Iguaba Grande	0,56
Maricá	0,49
Rio Bonito	0,48
Rio das Ostras	0,53
São Pedro da Aldeia	0,5
Saquarema	0,52
Silva Jardim	0,49
Estado do Rio de Janeiro	0,59

Unidade Territorial	Índice de Gini (2010)
Brasil	0,6

4.3 Estrutura e Dinâmica das Atividades Produtivas

4.3.1 Áreas de Uso Industrial

A tabela abaixo aponta o expressivo potencial industrial que a RH-VI, visto que sete dos 13 municípios em estudo apresentam índices acima de 30% quanto a distribuição do PIB a preço corrente no que tange ao setor industrial. Destaque para Maricá, com 67,4% e Saquarema com 64,9%.

Tabela 4.13 - Atividade setorial dos municípios que compões a RH-VI (IBGE, 2010).

Região	Agropecuária	Indústria	Serviços	Adm. Pública	PIB a preço corrente (X 1000)R$
Araruama	1,3%	21,5%	45,3%	31,9%	3.250.852,24
Armação de Búzios	0,6%	30%	49,7%	19,7%	1.984.091,26
Arraial do Cabo	1,2%	47%	34%	17,8%	1.767.297,11
Cabo Frio	0,5%	33,9%	43,3%	22,3%	8.915.920,89
Cachoeiras de Macacu	6%	21%	33%	40%	1.074.779,45
Casimiro de Abreu	0,7%	37%	35,9%	26,4%	1.512.200,38
Iguaba Grande	0,5%	7,7	43,9%	47,9%	536.489,49
Maricá	0,0004%	67,4%	27,9%	4,7%	35.153.099,59
Rio Bonito	1,7%	6,2%	60%	32,1%	1.537.904,59
Rio das Ostras	0,2%	38,1%	39,1%	22,6%	5.900.183,92
São Pedro da Aldeia	1,6%	11,2%	53,6%	33,6%	2.286.240,80
Saquarema	0,1%	64,9%	29,9&	5,1%	14.899.273,87
Silva Jardim	8,1%	18,9%	28,6%	44,4%	489.705,64
				RH-VI	**79.308.039,23**

Destaca na região o município de Cabo Frio que possui uma área industrial próxima ao Distrito de Tamoios, com empresas nos setores de metalmecânico, químico e alimentício. O município de São Pedro da Aldeia possui um polo industrial voltado também ao setor de metalmecânico, além de empresas nos setores químico e alimentício. Em Araruama o polo industrial é mais diversificado, com empresas nos setores de metalmecânico, químico, alimentício, entre outros.

Cabe destacar também a relevância do município de Maricá, em 2021, assinou acordo de cooperação técnica com o Governo do estado do Rio de Janeiro para viabilizar um parque industrial e o Terminal Ponta Negra (TPN), para consolidar arranjos produtivos locais, a partir do gás natural. O município é alvo do Programa Industrializa RJ, que prevê investimentos para

construção do parque industrial, assim como investimentos de infraestrutura urbana para a viabilidade do empreendimento. Além desses municípios, outros da região também possuem áreas de uso industrial, como Rio das Ostras, Casimiro de Abreu, por exemplo.

Segue abaixo a caracterização da área de uso industrial dos 13 municípios em estudo, que teve como em consulta aos planos diretores municipais, sites das prefeituras municipais, bem como informações coletadas em reportagens de veículos locais e regional. Cabe ressaltar que tais informações apresentadas estão relacionadas à toda área territorial dos municípios, partial e integralmente localizados dentro da RH-VI, conforme distribuição já apresentada anteriormente.

4.3.1.1 Araruama

Segue abaixo o trecho extraído do Plano Diretor de Araruama, no que tange à indústria (ARARUAMA, 2017).

> "Art. 39 - O poder público fomentará a indústria, comércio e serviços como integradores das atividades existentes com vistas ao pleno desenvolvimento das potencialidades econômicas do município, valorizando o desenvolvimento do turismo, da ciência e tecnologia, da atividade rural e pesqueira, com as seguintes prioridades:
>
> I - o zoneamento das atividades econômicas industriais, comerciais e de serviços com o objetivo de ordenar e potencializar o desenvolvimento, inclusive através de incentivos a realocação dos estabelecimentos existentes para espaços apropriados;
>
> II - a instituição de um sistema de licenciamento municipal para implantação de empreendimentos cujas atividades possam gerar impactos negativos ao desenvolvimento sustentável, em especial para avaliação e mitigação dos impactos econômicos negativos sobre os pequenos estabelecimentos existentes;
>
> III - a valorização do micro, pequeno e médio empreendedor local, com a definição de ações especiais de fomento e a ampla cooperação com entidades que se dedicam ao setor.
>
> Parágrafo Único. O poder público não permitirá a instalação de atividades industriais poluentes ou cujos resíduos possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações.
>
> Art. 40 - O Poder Público incentivará a integração da economia municipal com as atividades da indústria petrolífera, sempre preservando suas características e potencialidades originais.
>
> 1 - A eventual implementação de indústrias petrolíferas no município deverá ser condicionada aos instrumentos de participação popular como audiências públicas e consultas públicas, guardadas as proporções do empreendimento;

> 2 - A utilização de percentual da receita recebida a título de participação na exploração de petróleo e gás natural para financiamento de programas e projetos deste Plano Diretor será objeto de lei específica."

Ressalta-se especial atenção do potencial petrolífero da região, visto à proximidade com a bacia de Campos. As pesquisas de reportagens também indicam o investimento do município no potencial industrial com o anúncio da criação de condomínio industrial, situado no distrito de São Vicente de Paulo (com a desapropriação de duas áreas que totalizam uma área de 63 mil metros quadrados (PORTAL G1, 2016), além da abundante extração do sal (extraído principalmente no distrito de Praia Seca, sendo um dos maiores de todo o estado do Rio de Janeiro e Brasil). Indústrias da construção civil também têm se instalado em Araruama. Dentre elas, destaca-se a Oriente Construção Civil, uma das maiores do estado fluminense. Indústrias de transformação também geram inúmeros empregos na cidade e estão situadas no Condomínio Industrial de Araruama, às margens da RJ-124.

4.3.1.2 Armação dos Búzios

Apesar de 30% do seu PIB estar voltado ao setor industrial, o Plano Diretor do município é bem genérico quanto a atenção à área industrial. Não há uma delimitação exata quanto ao uso industrial, embora haja o estímulo para atividade fora do Centro e em bairros populares. A busca por informações sobre o potencial industrial de Armação dos Búzios também foi bem escassa. Em suma, não foram encontradas reportagens informativas neste quesito.

Segue abaixo a descrição quanto a indústria no Plano Diretor do município (ARMAÇÃO DE BÚZIOS (2006).

> "Art. 99. Com o objetivo de orientar o desenvolvimento, ficam estabelecidas as seguintes diretrizes para as atividades industriais, comerciais e de serviços:
>
> I - ampliação do acesso ao crédito e ao microcrédito, em especial para micro e pequenas empresas, mediante gestões junto às entidades de financiamento;
>
> II - simplificação dos procedimentos e orientação aos proprietários visando à regularização de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços, de pequeno porte;
>
> III - incentivo ao empreendedorismo, através de convênios com órgãos federais e estaduais para capacitação de micro e pequenos empresários em atividades ligadas à vocação econômica do Município;

> IV - elaboração de um Plano Diretor do Comércio, visando evitar a polarização do comércio no centro da Cidade e compatibilizar a distribuição espacial dessas atividades às diretrizes deste Plano Diretor:
>
> (...)
>
> VIII - criação de incubadoras de empresas para a exploração do potencial econômico local, mediante estabelecimento de mecanismos de cooperação com as Universidades nas áreas de desenvolvimento econômico, científico e tecnológico;
>
> IX - integração do Município de Armação dos Búzios no processo de desenvolvimento econômico da Região dos Lagos e do Estado do Rio de Janeiro, resguardadas as peculiaridades locais e as premissas de desenvolvimento sustentável expressas neste Plano Diretor;
>
> X - estímulo a empreendimentos absorvedores de mão-de-obra, em especial junto aos bairros populares."

4.3.1.3 Arraial do Cabo

No tocante a Arraial do Cabo, 47% do PIB de Arraial do Cabo vem do setor industrial. Contudo, a busca por informações quanto a sua potencialidade segue com o mesmo diagnóstico de Armação dos Búzios. Todavia, vale ressaltar o passado do município quanto ao investimento industrial para a construção da empresa Álcalis (BRANCO, 2021), especializada em cloro e cal, advindas desde o período Vargas. A indústria, situada no bairro denominado Vila Industrial, encerrou suas atividades no período Collor (início dos anos 90 do século XX).

Nota-se também, em consulta ao Plano Diretor de Arraial do Cabo, a especial atenção do município para a instalação de futuras indústrias, sobretudo em áreas próximas do litoral. Segue abaixo o artigo 8 do Plano Diretor, referente às suas diretrizes no tocante à indústria (ARRAIAL DO CABO, 2021).

> "Art. 8. São diretrizes do PLANO DIRETOR:
>
> XV - a restrição à implantação de atividades industriais nocivas ao meio ambiente especialmente no litoral, excetuando-se aquelas cuja localização seja inerente às instalações portuárias, navais e de apoio à pesca, à aquicultura e ao turismo náutico."

4.3.1.4 Cabo Frio

Nota-se especial atenção do município no que tange à indústria. Além da sua importância histórica no ramo salino, com produção de relevância nacional, Cabo Frio hoje desponta

também na área de logística, moda praia, construção civil, além do setor de petróleo, óleo e gás (BRANCO, 2020). Em Cabo Frio também está situado o Porto do Forno.

No que tange à moda praia, a cidade começou a ter destaque a partir dos anos 90 do século XX, tornando-se atualmente referência nacional e internacional.

O Plano Diretor de Cabo Frio apresenta bem detalhado, com especial atenção à qualificação da mão de obra, sobretudo a jovem. No que tange a área de uso industrial, nota-se especial atenção na região salineira, mas, sobretudo, na região do aeroporto como território de potencial expansão industrial. O bairro de Jardim Esperança também é apontado como potencial fabril. Seguem abaixo os principais artigos extraídos do Plano Diretor, correlatos ao tema (CABO FRIO (2006).

> "Art. 16 - São objetivos gerais do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável:
>
> (...)
>
> > II. Dar conhecimento sobre as áreas aptas, inaptas ou com restrições à ocupação humana, através dos meios de comunicação locais;
> >
> > (...)
> >
> > IV. Identificar áreas e usos do solo municipal que possam vir a ser potencializados para ocupação humana ou atividades econômicas;
> >
> > V. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
> >
> > VI. Fortalecer as atividades já estabelecidas e estimulando a inovação, o empreendedorismo, a economia solidária e a redistribuição das oportunidades de trabalho no território, tanto na zona urbana como na rural;
> >
> > VII. Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
> >
> > (...)
>
> Art. 80 - São diretrizes econômicas sustentáveis municipais, a serem desenvolvidas e implantadas pelas secretarias municipais competentes, sob a supervisão do Chefe do Poder Executivo Municipal:
>
> > I. Promover o papel do Município como centro industrial, comercial, de serviços, de conhecimento, de criação e inovação, incentivar atividades econômicas sustentáveis na

zona rural e estimular atividades econômicas urbanas que permitam equilibrar a relação emprego/moradia em todas as regiões da cidade na perspectiva de reduzir as desigualdades sócio territoriais e reduzir a quantidade de viagens e o tempo médio de deslocamento no Município;

(...)

V. Garantir a destinação de áreas voltadas às atividades agroindustriais;

(...)

XII. Facilitar a instalação de empresas no Município, por meio de incentivos tributários e urbanísticos, ou de cessão de terrenos, facilitando os procedimentos administrativos, em especial nos setores prioritários definidos nesta Lei;

XIII. Atrair atividades econômicas intensivas em conhecimento e com potencial de inovação;

XIV. Estimular as atividades econômicas criativas, por meio de incentivos aos estabelecimentos que se implantarem, tais como concessão de benefícios fiscais e simplificação dos procedimentos para instalação e funcionamento;

XV. Estimular o setor empresarial a valorizar seus ativos criativos e inovadores com a finalidade de promover a competitividade de produtos, bens e serviços cujos insumos primários sejam o talento e a criatividade individual e coletiva;

XVI. Estimular o setor empresarial a contratar jovens com idade entre 14 e 24 anos como aprendizes de acordo com a Lei 10.097/2000;

XVII. Estimular um ambiente corporativo aberto à cooperação internacional e propício para a promoção de pesquisa, desenvolvimento e inovação realizada por meio de empresas de alta tecnologia;

(...)

XXVII. Estimular a expansão do polo de moda praia, promover o shopping Gamboa como potencial comercial e turístico e o Jardim Esperança como polo fabril;

XXVIII. Criar novas oportunidades de negócios para as atividades que estejam em consonância com as vocações da cidade;

(...)

XXX. Fomentar a criação de escolas técnicas para a qualificação de trabalho próximo ao polo de desenvolvimento do aeroporto e no polo econômico de tecnologia e inovação;

XXXI. Promover a otimização do uso do solo e da infraestrutura pública e privada com vistas a ampliar a geração de renda e de empregos qualificados;

XXXII. Possibilitar a ampliação da arrecadação de tributos e taxas municipais a partir da potencialização e otimização do uso sustentado do território;

XXXIII. Munir o Poder Público Municipal com instrumento moderno e eficaz no âmbito do planejamento e ordenamento territorial voltado a:

a) Iniciar o processo de implantação do cadastro imobiliário e de atualização da planta genérica de valores imobiliários;

b) Estimular a formação de parcerias público-privadas para a atração e consolidação de novos empreendimentos sobre o território;

XXXIV. Potencializar o comércio varejista e de serviços básicos, compatibilizando-o ao uso residencial nas áreas denominadas eixos na Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo;

XXXV. Ordenar o uso das edificações residenciais destinadas ao recebimento de grupos de turistas de forma a atender os requisitos mínimos urbanísticos, ambientais e edilícios, inclusive normas do COSCIP normatizadas pelo CBMERJ;

XXXVI. Promover políticas públicas de trabalho que deverão garantir condições de acesso e de permanência da pessoa com deficiência no campo de trabalho;

XXXVII. Promover políticas públicas que devem implantar serviços e programas completos de habilitação e reabilitação profissional para que a pessoa com deficiência possa ingressar, continuar ou retornar ao campo de trabalho, respeitados sua livre escolha, sua vocação e interesse;

XXXVIII. Preservar as atividades econômicas regularizadas já estabelecidas, inclusive a indústria salineira, garantindo segurança jurídica para os investidores e preservação da geração de empregos;

XXXIX. Explorar o potencial do Aeroporto Internacional de Cabo Frio, a fim de atrair polos de desenvolvimento econômico de atividades correlatas à indústria aeroportuária e complementares.

Art. 241 - O Município promoverá, com a participação do Estado e das comunidades interessadas, o zoneamento ambiental de seu território;

§ 1º - A implantação de áreas ou polos industriais, bem como as transformações do uso do solo, dependerão de estudos de impacto ambiental e do correspondente licenciamento.

§ 2º - As construções e edificações a que se refere o parágrafo anterior, localizadas na orla da lagoa de Araruama, ficam obrigadas a garantir o livre acesso às praias.

§ 3º - Os registros dos projetos de loteamento, hotel, grupamento de edificações unifamiliares e multifamiliares, marinas e clubes dependerão de prévio licenciamento, na forma da legislação de proteção ambiental.

§ 4º - Qualquer interferência nos corpos d'água dependerá de prévia análise do projeto pelos órgãos competentes, na forma da lei.

§ 5º - O Conselho Municipal do Meio Ambiente, a ser criado na forma desta Lei Orgânica, deverá ser consultado sobre a implantação de projetos em áreas de relevante interesse ecológico, ou limítrofes àquelas de preservação permanente e quando se tratar de projetos de grande porte ou que envolvam suspeita de danos ao meio ambiente.

§ 6º - A desativação, a ampliação e a abertura de novas salinas dependem de prévio licenciamento dos órgãos competentes, na forma da legislação de proteção ambiental.

§ 7º - Os proprietários rurais são obrigados, na forma da lei, a preservar e recuperar com espécies nativas suas propriedades, no que se refere às áreas de preservação permanente e aquelas de relevante interesse ecológico."

4.3.1.5 Cachoeiras de Macacu

Apesar de representar apenas 21% do PIB, o setor industrial de Cachoeiras de Macacu aguarda investimentos, como a implantação do complexo industrial da multinacional Ambev, voltada ao setor de bebidas.

No Plano Diretor do município (CACHOEIRAS DE MACACU, 2006) consta como área destinada à expansão industrial a região da Rodovia RJ-116, na localidade de Japuíba (MULTIPLIX, 2019) conforme segue abaixo:

"Artigo 113. A Área Industrial é aquela destinada à implantação de atividades industriais que por sua natureza e/ ou porte são incompatíveis com a Zona Urbana e devem ser implantadas prioritariamente ao longo da Rodovia RJ-116, em Japuíba.

Parágrafo único. São prioridades para a Área Industrial:

I - articulação junto ao governo federal para apoio na implantação de agroindústrias para beneficiamento de produtos locais;

II - regulamentação das formas de ocupação do solo, de modo a proteger o meio ambiente e favorecer a produção;

III - fiscalização para evitar a ocupação irregular.

Artigo 132. A Zona Industrial é coincidente com a Área Industrial prevista no Plano Diretor Estratégico de Cachoeiras de Macacu, onde estão previstos o uso industrial e as atividades de armazenamento de bens e produtos.

Artigo 136. As atividades dos usos comercial, de serviços e industrial serão enquadradas, de acordo com sua área construída ou com a sua natureza, respectivamente, nos usos comercial, de serviços e industrial I, II, III e IV, previstos no Quadro 2, no Anexo II desta Lei.

Artigo 137. As atividades dos usos comercial e de serviços III e industrial II e III serão admitidas apenas na Zona Mista 1 (ZM-1) e na Zona de Comércio e Serviços (ZCS).

Artigo 138. Novas atividades que surgirem serão analisadas e enquadradas nos usos comercial, de serviços e industrial I, II, III ou IV, conforme similaridade de funcionamento e/ou processo produtivo com aquelas previstas nesta Lei, sendo ouvido o Conselho da Cidade, previsto nesta Lei, quando não for possível verificar a citada similaridade."

4.3.1.6 Casimiro de Abreu

Casimiro de Abreu por sua vez apresenta 37% do PIB voltado para o setor industrial. Em seu Plano Diretor (CASIMIRO DE ABREU, 2006), as medidas de planejamento e mitigação estão diretamente focadas, no que tange à área de uso industrial, à exploração e produção do petróleo produzido na Bacia de Campos.

Outro dado atrativo para futuras indústrias e geração de empregos, registrado no site da prefeitura (VIEIRA, 2021), foi o Decreto Municipal de Desapropriação de um terreno às margens da Rodovia BR-101, para a instalação da Zona Especial de Negócios (ZEN). O terreno dispõe de 66 alqueires (antiga Fazenda Paraíso).

"Art. 12. São medidas específicas para o desenvolvimento industrial:

I - elaboração de um plano estratégico de desenvolvimento industrial de Casimiro de Abreu;

II - desenvolvimento de programas de capacitação industrial para população residente nos assentamentos precários;

III - efetivação de maior controle e fiscalização das atividades industriais perigosas e causadoras de impactos ambientais;

V - elaboração de um estudo sobre o impacto ambiental provocado pela exploração e produção do petróleo produzido na Bacia de Campos no Município para definir medidas específicas em relação a estas atividades;

VI - normalização da ocupação das áreas suscetíveis à poluição em decorrência da presença da exploração e Produção de Petróleo da Bacia de Campos."

4.3.1.7 Iguaba Grande

A consulta ao IBGE Cidades (7,7% do PIB de Iguaba Grande é destinado à indústria), a ausência de informações na internet e, principalmente, a consulta ao Plano Diretor de Iguaba Grande (IGUABA GRANDE, 2020), confirma o baixo potencial industrial do município, estando a expansão industrial sem espaço definido e condicionado a estudos de impacto ambiental e consequente licenciamento.

"Art. 241 - O Município promoverá, com a participação do Estado e das comunidades interessadas, o zoneamento ambiental de seu território.

§ 1º - A implantação de áreas ou polos industriais, bem como as transformações do uso do solo, dependerão de estudos de impacto ambiental e do correspondente licenciamento.

§ 2º - As construções e edificações a que se refere o parágrafo anterior, localizadas na orla da lagoa de Araruama, ficam obrigadas a garantir o livre acesso às praias.

(...)

§ 4º - Qualquer interferência nos corpos d'água dependerá de prévia análise do projeto pelos órgãos competentes, na forma da lei.

§ 5º - O Conselho Municipal do Meio Ambiente, a ser criado na forma desta Lei Orgânica, deverá ser consultado sobre a implantação de projetos em áreas de relevante interesse ecológico, ou limítrofes àquelas de preservação permanente e quando se tratar de projetos de grande porte ou que envolvam suspeita de danos ao meio ambiente.

§ 6º - A desativação, a ampliação e a abertura de novas salinas dependem de prévio licenciamento dos órgãos competentes, na forma da legislação de proteção ambiental."

4.3.1.8 Maricá

De acordo com o Plano Diretor, as áreas destinadas ao uso industrial são o Pólo Empresarial na Unidade de Planejamento de Ubatiba e o Pólo Empresarial Aeronáutico de Maricá na Unidade de Planejamento do Centro. A RJ-106 é um local não incentivado pelo Plano (MARICÁ, 2006).

Conforme a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Comércio, Indústria, Petróleo e Portos (PORTAL DA PREFEITURA DE MARICÁ, 2023), há também a intenção de criar projetos de industrialização a partir do gás natural, assim como o Porto de Jaconé.

No site da prefeitura há também uma matéria, publicada em 26 de novembro de 2021, sobre a qual informa um acordo de cooperação entre poder municipal e estadual, cujo objetivo é implementar o Parque Industrial de Maricá e o Terminal de Ponta Negra e consolidar arranjos produtivos locais, a partir do gás natural, por meio de planejamento estratégico, estudos e projetos de integração da infraestrutura disponível na região.

Conforme dados do IBGE Cidades (2010), Maricá tem potencial industrial bastante forte (67,4% do PIB é voltado à indústria), além de dispor o maior PIB de toda a Região Hidrográfica Lagos São João. O município tem a ambição de se transformar em um dos principais polos industriais do país (PORTAL DA PREFEITURA DE MARICÁ, 2021). Seguem abaixo os principais artigos extraídos do Plano Diretor municipal e correlatos ao tema.

> "Art. 80. A Política de Desenvolvimento Econômico tem por objetivo atrair novos negócios e empreendimentos, orientando e promovendo a economia local de modo a assegurar o desenvolvimento social e ambiental com alta efetividade, igualdade e sustentabilidade, buscar a ampliação da oferta de trabalho, como requisito da qualificação educacional e profissional e a criação de mecanismos inovadores e de empreendimentos que proporcionem o aumento e a distribuição da renda, em benefício de segmentos sociais de sua população que se situam na retaguarda do sistema econômico.
>
> Parágrafo único. Esta política deverá contar com os seguintes programas:
>
> I - Programa de Incentivo ao Turismo;
>
> II - Programa de Desenvolvimento Agropecuário;
>
> III - Programa de Desenvolvimento Pesqueiro;
>
> IV - Programa de Exploração dos Recursos Naturais;
>
> V - Programa de Apoio ao Comércio e Prestação de Serviços;
>
> VI - Programa de Desenvolvimento Industrial.
>
> Art. 91. Este programa tem como objetivo estimular a implantação e expansão de empreendimentos industriais aderentes à Política de Desenvolvimento Econômico do Município, especial e preferencialmente aqueles que desenvolvam infraestrutura para o exercício das atividades industriais, em harmonia e em correspondência com as diretrizes para

a ocupação urbana; apoiar o empresariado e as associações de trabalhadores, na área de capacitação, qualificação e requalificação do conhecimento visando a geração de novos produtos, processos e serviços, a modernização das plantas industriais, a elevação da produtividade, a redução de custos e a sua sustentabilidade, assim como adequar o desenvolvimento industrial às normas de preservação ambiental e às características ecológicas do Município e da Região.

Art. 92. Para que os objetivos deste programa possam ser atingidos, as seguintes diretrizes devem ser seguidas:

I - implantar o Polo Empresarial na Unidade de Planejamento de Ubatiba, visando atender a empresas de serviços para indústrias de óleo e gás, indústrias de terceira geração petroquímica, instituições de ensino tecnológico, entre outras;

II - implantar o Polo Empresarial Aeronáutico de Maricá na Unidade de Planejamento do Centro que vai possibilitar a instalação de empresas ligadas às atividades aeronáuticas que atuam na criação de desenvolvimento e tecnologias fundamentadas no ensino e na pesquisa;

III - incentivar a expansão e a "clusterização" das indústrias existentes, em simultaneidade à implementação dos novos projetos assim como um processo de incubação de novos empreendimentos que gerem emprego e renda para a população local;

IV - regular e supervisionar as atividades industriais, de forma a evitar prejuízos à qualidade de vida da população, ao ordenamento urbano e à integridade física da infraestrutura urbana;

V - não incentivar a localização de novas indústrias na RJ-106."

4.3.1.9 Rio Bonito

Na busca realizada, não foram identificados dados referentes à área de uso industrial, assim como suas potencialidades, no Plano Diretor do Município (RIO BONITO, 2006). Também não há informações no site da prefeitura, assim como reportagens via mídia local. E conforme dados do IBGE Cidades, apenas 6,2% do PIB de Rio Bonito está destinado ao setor industrial, o menor índice de toda a amostra correspondente a distribuição dos PIBs dos 13 municípios que constituem a RH-VI.

4.3.1.10 Rio das Ostras

O Plano Diretor do município não delimita especificamente um território onde é ou será a área de uso industrial. Entretanto, compreende-se o grande potencial de Rio das Ostras no tocante à indústria, sobretudo a petrolífera, diretamente relatado no Plano (RIO DAS OSTRAS, 2006).

Segundo o site da prefeitura de Rio das Ostras, o município conta com a Zona Especial de Negócios de Rio das Ostras (ZEN), implantada em 2004, com um milhão de metros quadrados e abriga atualmente 40 empresas concessionárias e 15 autorizadas. A mesma fonte informa que os objetivos da ZEN são ordenar as atividades empresariais, industriais de produção, bens e serviços, para que as áreas residenciais e turísticas do município não sofram com o impacto da industrialização, além de fomentar a empregabilidade e aumentar a arrecadação municipal.

> "Art. 63. São diretrizes para o desenvolvimento da indústria, comércio e serviços:
>
> I - promover o zoneamento das atividades industriais, comerciais e de serviços, inclusive por meio de incentivos a relocação dos estabelecimentos existentes para espaços apropriados;
>
> II - instituir um sistema de licenciamento específico para implantação de empreendimentos cujas atividades possam gerar impactos negativos ao desenvolvimento econômico e ambiental sustentável com vistas à avaliação, mitigação e, no que couber, prevenir e evitar os efeitos dos impactos negativos;
>
> III - valorizar o micro, pequeno e médio empreendedor local com a definição de ações especiais de fomento e ampla cooperação com as entidades que se dedicam ao desenvolvimento do setor;
>
> IV - estimular a integração da economia local com as atividades da indústria petrolífera.
>
> § 1º O Poder Público Municipal não permitirá a instalação de atividades industriais poluentes acima dos limites mínimos cientificamente toleráveis, ou cujos resíduos possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança da população.
>
> § 2º A instalação de atividades industriais subordina-se à observância das normas técnicas vigentes e da adequação do empreendimento às normas da ISO 14000, observado o princípio da redução ao mínimo e do reaproveitamento dos resíduos industriais gerados no processo produtivo.
>
> V - Zona Industrial: aquela onde predomina o uso industrial juntamente com atividades correlatas do setor secundário e com aquelas destinadas ao seu apoio, compatíveis entre si, observado o disposto nos parágrafos 1º e 2º do artigo 63 desta Lei, da qual é parte, o núcleo urbano 04 (localidade da ZEN - Zona Especial de Negócios)."

4.3.1.11 São Pedro da Aldeia

Apenas 11% de todo o PIB de São Pedro da Aldeia é voltado para a indústria. O Plano Diretor municipal não revela especificamente uma área destinada ao uso industrial. De acordo com a

mídia local, em 2021 São Pedro da Aldeia teve um aumento de 54% em novas empresas, com uma expectativa de geração de mais 600 empregos diretos e indiretos (ASCOM PMSPA, 2022). Seguem abaixo os artigos registrados no Plano Diretor (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2005).

> "Art. 130. A Política de Desenvolvimento Econômico implementará a melhorias das condições físicas de acessibilidade, da infraestrutura e dos serviços públicos na Macrozona Rural, nos Polos Empresariais e em áreas destinadas à implementação empresarial, industrial e tecnológica, visando a consolidação do Município de São Pedro da Aldeia como zona de distribuição logística empresarial, industrial e tecnológica do Estado. (Redação dada pela Lei Complementar nº 128/2016).
>
> § 1º A Política de Desenvolvimento Econômico complementará as atividades de recuperação e preservação do meio ambiente, atuando de forma integrada em suas ações.
>
> § 2º São instrumentos da Política de Desenvolvimento Econômico Municipal os códigos previstos no artigo 10, incisos I, II e III.
>
> § 3º O Poder Executivo poderá, quando necessário, atuar conjuntamente com os municípios vizinhos para atender o disposto no caput deste artigo."

4.3.1.12 Saquarema

Com relação à Saquarema, 64,9% do PIB é voltado para a indústria, o que representa um importante potencial para o município. Em seu Plano Diretor (SAQUAREMA, 2021) consta especial atenção à capacitação de mão de obra (Art. 35), com a intenção de investimento no Centro de Capacitação Vinicius Vidal França, no oferecimento de cursos e parcerias voltadas à capacitação de profissionais que atuem nas áreas de turismo, indústria e agricultura sustentável; na facilitação para a vinda de empresas, por meio de incentivos tributários e urbanísticos; na contratação de mão de obra jovem e deficientes físicos. O artigo 59 endossa a integração da economia municipal com as atividades da indústria energética, criando infraestrutura para as necessidades logísticas do setor de Petróleo, no estímulo a indústria de transformação de matérias primas do Petróleo; atrair indústrias sustentáveis do setor energético com estímulos logísticos e fiscais.

Quanto à área de uso industrial, o artigo 62 aponta como diretriz IV o incentivo a ocupação e ampliação do Polo Industrial. Conforme o site da prefeitura de Saquarema (PORTAL DA PREFEITURA DE SAQUAREMA, 2019), o Polo de Desenvolvimento Econômico de Sampaio Corrêa dispõe de uma área de 950 mil metros quadrados, localizado nas margens da RJ 106, a

Rodovia Amaral Peixoto, no distrito de Sampaio Corrêa e com fácil acesso às RJs 102, 104, 116, 118, 124 e as rodovias federais BRs 040, 101 e 116.

O polo conta com 13 empresas de diversos ramos, como envasamento de azeite, indústrias de material plástico, papelão, ferro e alumínio, além de gráfica e fábrica de artefatos de cimento, gerando 543 empregos diretos. Além delas, outras 5, de acordo com o site da prefeitura, estão em implantação, com três em estado avançado e duas em processo de terraplanagem. Estas, juntas, gerarão mais 155 empregos na cidade.

> "Art. 35 São diretrizes econômicas sustentáveis municipais, a serem desenvolvidas e implantadas pelas secretarias municipais competentes, sob a supervisão do Chefe do Poder Executivo Municipal:
>
> > I- Promover o papel do Município como centro turístico, industrial, comercial, de serviços, de conhecimento, de criação e inovação, incentivar atividades econômicas sustentáveis na zona rural e estimular atividades econômicas urbanas que permitam equilibrar a relação emprego/moradia em todas as regiões da cidade na perspectiva de reduzir as desigualdades sócio territoriais e reduzir a quantidade de viagens e o tempo médio de deslocamento no Município
> >
> > III- Criar infraestrutura de apoio para a comercialização dos produtos artesanais e industriais;
> >
> > V- Garantir a destinação de áreas voltadas às atividades agroindustriais;
> >
> > VII- Investir no Centro de Capacitação Vinicius Vidal França, viabilizando cursos e parcerias ligadas à capacitação de profissionais que atuem nas áreas de turismo, indústria e agricultura sustentáveis;
> >
> > VIII- Estimular pequenos negócios, especialmente em centralidades emergentes, por meio de investimentos públicos e privados na provisão de equipamentos e de infraestrutura;
> >
> > X- Facilitar a instalação de empresas no Município, por meio de incentivos tributários e urbanísticos, ou de cessão de terrenos, facilitando os procedimentos administrativos, em especial nos setores prioritários
> >
> > XII- Estimular as atividades econômicas criativas, por meio de incentivos aos estabelecimentos que se implantarem, tais como concessão de benefícios fiscais e simplificação dos procedimentos para instalação e funcionamento;

XIII- Estimular o setor empresarial a valorizar seus ativos criativos e inovadores com a finalidade de promover a competitividade de produtos, bens e serviços cujos insumos primários sejam o talento e a criatividade individual e coletiva;

XIV- Estimular o setor empresarial a contratar jovens com idade entre 14 e 24 anos como aprendizes de acordo com a Lei 10.097/2000;

XV- Estimular um ambiente corporativo aberto à cooperação internacional e propício para a promoção de pesquisa, desenvolvimento e inovação realizada por meio de empresas de alta tecnologia;

XIX- Incentivar a vinda de projetos de iniciação científica nos parques naturais municipais;

XXII- Criar novas oportunidades de negócios para as atividades que estejam em consonância com as vocações da cidade

XXV- Possibilitar a ampliação da arrecadação de tributos e taxas municipais a partir da potencialização e ordenamento territorial voltado a:

a) Iniciar o processo de implantação do cadastro imobiliário e de atualização da planta genérica de valores imobiliários;

b) Estimular a formação de parcerias público-provadas para a atração e consolidação de novos empreendimentos sobre o território;

XXVI- Potencializar o comércio varejista e de serviços básicos, compatibilizando-o ao uso residencial nas áreas denominadas eixos na Lei de Zoneamento;

XXVII- Promover políticas públicas que deverão garantir condições de acesso e de permanência da pessoa com deficiência no campo de trabalho;

XXVIII- Promover políticas públicas que devem implantar serviços e programas completos de habitação e reabilitação profissional para que a pessoa com deficiência possa ingressar, continuar ou retornar ao campo de trabalho, respeitando sua livres escolha, sua vocação e interesse.

Art. 59 O Poder Público incentivará a integração da economia municipal com as atividades da indústria energética, preservando sempre suas características e potencialidades originais de acordo com as seguintes diretrizes:

I- Desenvolver políticas para atender o Acordo de Paris, visando a redução do aquecimento global;

II- Fomentar a indústria sustentável para atender o Mercado de Carbono;

II- Incentivar projetos de energia sustentável buscando inovação;

III- Incentivar a utilização de novas tecnologias que busquem a eficiência energética;

IV- Incentivar a criação de um centro de capacitação para profissionais da indústria energética;

V- Criar Infraestrutura para as necessidades logísticas do setor de Petróleo;

VI- Estimular a indústria de transformação de matérias primas do Petróleo;

VII- Atrair indústrias sustentáveis do setor energético com estímulos logísticos e fiscais;

Art. 61 Para o desenvolvimento da atividade agropecuária e da pesca artesanal, o Poder Público adotará as seguintes diretrizes:

I- Incentivar a melhoria da qualidade dos hortifrutigranjeiros produzidos através de programas, de acompanhamento técnico;

II- Estabelecer áreas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e a agroindústria sustentáveis;

(...)

VI- Incentivar a criação do Mercado Municipal para a venda direta ao consumidor dos produtos produzidos no município.

Art. 62 Para as demais atividades econômicas, o Poder Executivo adotará as seguintes diretrizes:

III- Incentivar a instalação de indústrias não poluentes no distrito industrial;

IV- Dar incentivos diferenciados a implantação de microempresas;

V- Incentivar a criação de cooperativas de trabalho e de serviços;

VI- Incentivar a ocupação e a ampliação do Polo Industrial."

4.3.1.13 Silva Jardim

Não há descrição quanto áreas destinadas ao uso industrial no Plano Diretor do município. 44,4% do PIB de Silva Jardim é oriundo de atividades voltadas à administração pública, ao passo que apenas 18,9% do PIB municipal é voltado à indústria (SILVA JARDIM, 2006).

"Art. 160 - O trabalho é obrigação social, cabendo à administração pública estimular a expansão econômica do Município, principalmente nos setores agropecuário e industrial, objetivando a criação de empregos que proporcionem aos munícipes e suas famílias, existência digna."

4.3.2 Expansão Urbana

A análise da expansão urbana pode ser feita a partir de diferentes perspectivas, como a ocupação do solo, o uso da terra, as características demográficas e socioeconômicas das populações envolvidas. Além disso, no caso da RH-VI, buscou-se referência a este tema, a partir de consulta aos Planos Diretores dos municípios que compõem a região hidrográfica.

Considerando-se os dados do IBGE (Tabela 4.14), pode-se afirmar que a expansão urbana na região tem sido acompanhada pelo crescimento da população, especialmente nas áreas urbanas.

Tabela 4.14 - População censo 2010, população estimada 2021, densidade demográfica, área territorial e área urbanizada, dos municípios que compõem a Região Hidrográfica Lagos São João (IBGE, 2022c).

Unidade Territorial	População Censo 2010	População estimada (2021)	Densidade Demográfica (hab/km²)	Área da Unidade Territorial (km²)	Área Urbanizada 2019 (km²)
Araruama	112.008	136.109	175,55	638,276	64,84
Armação dos Búzios	27.560	35.060	392,16	70,977	18,69
Arraial do Cabo	27.715	30.827	172,91	152,106	9,67
Cabo Frio	186.227	234.077	453,75	413,449	61,44
Cachoeira de Macacu	54.273	59.652	56,90	954,749	24,55
Casimiro de Abreu	35.347	45.864	76,71	462,918	11,13
Iguaba Grande	22.851	29.344	439,91	50,977	13,46
Maricá	127.461	167.668	351,55	361,572	85,88
Rio Bonito	55.551	60.930	121,70	459,458	16,04
Rio das Ostras	105.676	159.529	461,38	228,044	34,10
São Pedro da Aldeia	87.875	107.556	264,05	332,488	32,03
Saquarema	87.875	107.556	264,05	332,488	52,90
Silva Jardim	21.349	21.775	22,77	937,755	7,82

A partir dos dados da Tabela 4.14 e de consultas feitas aos Planos Diretores dos municípios, pode-se afirmar que a ocupação do solo na Região Hidrográfica Lagos São João é marcada por uma concentração de atividades urbanas em torno das principais cidades, como Cabo Frio, Araruama e Maricá, que atraem uma grande quantidade de turistas e veranistas. Nessas áreas, a expansão urbana tem se dado principalmente em direção ao litoral. E o uso da terra é caracterizado pela presença de atividades econômicas relacionadas principalmente ao turismo,

comércio, bem como pela presença de indústria, que configuram como principais fontes de renda e emprego na Região Hidrográfica Lagos São João.

Deste modo, a região por possuir um perfil predominante urbano, as atividades de agricultura e pecuária, não são tão significativas, mas marcam presença principalmente nos municípios de Cachoeiras de Macacu, Silva Jardim e Casimiro de Abreu.

Os itens a seguir, apresentam as diretrizes e normas relativas ao tema expansão urbana identificadas nos Planos Diretores dos municípios da Região Hidrográfica Lagos São João.

4.3.2.1 Araruama

O Plano Diretor de Araruama classifica a expansão urbana do município a partir de macrozoneamentos, contudo não disponibiliza as áreas, assim como as que estão passíveis de expansão. Seguem abaixo os principais artigos sobre o tema, retirados do plano diretor municipal (ARARUAMA, 2017).

> "Art. 51 - Como critério específico de controle, fica instituído o macrozoneamento das áreas urbana, de expansão urbana, protegidas e rural, conforme Anexo II deste Plano Diretor.
>
> Seção I - Área Urbana
>
> Art. 52 - Define-se como área urbana do município aquela ocupada ou comprometida com a ocupação humana pela existência de parcelamentos do solo implantados ou em execução, identificada no Anexo II deste Plano Diretor.
>
> Seção II - Área de Expansão Urbana
>
> Art. 53 - Define-se como área de expansão urbana do município aquela de amortecimento existente entre a área urbana e a área rural, identificada no Anexo II deste Plano Diretor, cuja ocupação será orientada segundo diretrizes de zoneamento urbano.
>
> Seção III - Áreas Protegidas
>
> Art. 54 - São as áreas protegidas aquelas que apresentam diferentes formas e graus de proteção ou de preservação do meio ambiente delimitadas no Anexo II deste Plano Diretor, assim identificadas:
>
> I- áreas de preservação permanente conforme definidas pelo Codigo Floresrtal Lei 4.771/64 bem como aquelas estabelecidas no art. 268 da Constituição Estadual, podendo estar inseridas conforme sua localização nas áreas urbana, de expansão urbana e rural;

II- áreas de patrimônio natural, histórico, cultural e arqueológico aquelas identificadas ou que vierem a ser identificadas no território municipal de importância para manutenção de paisagem local, do patrimônio natural, histórico e cultural do município de suas tradições e manifestações culturais da população, incluindo-se os sítios arqueológicos de Morro Grande;

III- áreas de unidade de conservação e entorno, aquelas criadas ou que venham a ser criadas pelo município, regidas pela legislação municipal, especialmente a APA de Massambaba no Distrito de Praia Seca e a APA do São João no Distrito de São Vicente, como também a proposta de criação da APA do Morro da Boa Vista a ser regulamentada em legislação específica.

IV- áreas de corredores ecológicos.

Art. 55 - A área rural está compreendida entre os limites dos municípios de Saquarema, Rio Bonito, Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Cabo Frio, São Pedro D'Aldeia, Iguaba Grande e a área de expansão urbana, caracterizando-se pela atividade agropecuária consolidada, constante do anexo II.

Art. 62 - O uso, a ocupação, e o parcelamento do solo nas áreas urbanas e de expansão urbana obedecerão à disciplina deste capítulo e tem como finalidade estabelecer o primado social da utilização dos espaços da Cidade e a indisponibilidade dos interesses coletivos tutelados pelo poder público municipal.

Art. 63 - A área urbana e de expansão urbana serão divididas em zonas residenciais, comerciais, mistas e de interesse social, nos termos da lei específica que definirá, dentre outras regras, os usos compatíveis, as atividades econômicas licenciáveis, a altura, a volumetria e o coeficiente de aproveitamento do lote para fins de edificação."

4.3.2.2 Armação dos Búzios

Conforme o Plano de Diretor, no seu artigo 31, o território do município de Búzios é dividido em três marcrozonas, como segue abaixo (ARMAÇÃO DE BÚZIOS, 2006):

"I - Macrozona 1 - Área Peninsular, constituída pelas áreas de ocupação mais antiga, ou em processo de consolidação, que por possuir atributos naturais excepcionais, exige controle urbanístico e ambiental que garanta a preservação de suas características;

II - Macrozona 2 - Área Continental, constituída pelas áreas de ocupação mais recente e por extensas áreas de expansão urbana, preservação ambiental ou de exploração por atividades agrícolas e pastoris;

III - Macrozona 3 - Áreas insulares: as ilhas oceânicas pertencentes ao Município: Feia, do Caboclo e Caboclo Alto, Branca, Gravatás, Âncora, das Emerências, do Boi, do Breu, Ilhote e Rasa.

(...)

XVIII - Zona Econômica Ecológica 10 (ZEE 10):

a) preservar as características ambientais e paisagísticas;

b) constituir proteção, visualmente identificável, em relação à expansão urbana das regiões limítrofes em municípios vizinhos;

c) estimular as atividades hortifrutigranjeiras em escala familiar e hortos de espécies nativas e de fitoterapia;

d) restringir o desmembramento de terrenos às áreas limítrofes à estrada da Baía Formosa."

Sendo, portanto, a Macrozona 2 - Área Continental, a área destina à expansão urbana do município de Búzios.

4.3.2.3 Arraial do Cabo

Conforme o artigo 12 do Plano Diretor de Arraial do Cabo, fica instituída a região da Álcalis como a de expansão urbana e de ocupação controlada. Segue abaixo os artigos correspondentes à expansão urbana do município (ARRAIAL DO CABO, 2021).

"CAPÍTULO I - Da Área Urbana e Das Áreas de Expansão Urbana

Art. 10 - O Município de Arraial do Cabo fica dividido em área urbana e áreas de expansão urbana, com os limites definidos nesta lei.

§1º A Área Urbana é a parcela do território do município que possui consolidação de serviços urbanos, mesmo que parciais, e abrange área urbanizada com edificações que atendem atividades urbanas como residência, comércio e serviços essenciais para o funcionamento do local.

§2º As Áreas de Expansão Urbana são parcelas do Arraial do Cabo, externas ao perímetro urbano, passíveis de urbanização, observados os critérios de mitigação dos impactos ambientais e a implantação de infraestrutura urbana e de equipamentos públicos adequados, bem como do controle da ocupação de áreas contíguas, conforme objetivos gerais do PLANO DIRETOR.

Art. 11 - Nas áreas de expansão urbana e consolidadas, para ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, e para o planejamento, controle, gestão e promoção do desenvolvimento urbano, o Município de Arraial do Cabo adotará os seguintes

instrumentos urbanísticos previstos na Constituição Federal e no art. 4º, da Lei Federal n. 10.257/2001 - Estatuto da Cidade, sem prejuízo de outros instrumentos jurídicos, tributários, políticos, administrativos ou financeiros de política urbana.

I - parcelamento, edificação e utilização compulsórios;

II - Imposto Predial e Territorial Urbano Progressivo no Tempo incide de forma progressiva no tempo com majoração da alíquota, se não forem cumpridas as condições e prazos estabelecidos para o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, segundo a função social da cidade, respeitadas as disposições legais que regem a matéria;

III - desapropriação sancionatória, nos caos previstos no art. 182, §4º, da Constituição Federal;

IV - usucapião especial;

V - direito de superfície;

VI - direito de preempção;

VII - outorga Onerosa do Direito de Construir;

VIII - transferência do Direito de Construir;

IX - operação urbana consorciada;

X - estudo de Impacto de Vizinhança (EIV);

X - estudo de Impacto de Ambiental (EIA);

XI - tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano;

XII - instituição de zonas especiais de interesse social;

XIII -concessão de direito real de uso resolúvel;

XIV -concessão especial de uso para fins de moradia;

XV -regularização fundiária;

XVI- assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais vulneráveis;

XVII- audiências públicas, consultas públicas, referendo popular e plebiscito;

XVIII - detalhamento de Normas, incluindo planos setoriais e planos específicos de urbanização;

XIX - compensação ambiental e urbanística;

Parágrafo único. Para efeito de aplicação dos instrumentos urbanísticos mencionados neste dispositivo, fica estabelecido para o Município, no que for aplicável, o Coeficiente de

Aproveitamento Básico igual a um nas Macro Áreas de Usos Urbanos, além do qual o direito de edificar fica sujeito ao pagamento de contrapartida financeira ao ente municipal.

Art.12 - Ficam instituídas a Área de Expansão Urbana da Álcalis e a Zona de Ocupação Controlada da Álcalis.

§1º Na área de expansão urbana da Álcalis, identificada no PLANO DIRETOR, o Município, mediante lei específica, deverá estabelecer as regras de parcelamento, utilização e edificação, nos termos do art. 182, §4º, da Constituição Federal.

§2º A Zona de Ocupação Controlada da Álcalis terá seus parâmetros definidos em legislação específica.

Art. 13 - Os vazios urbanos são áreas não construídas e que não possuem restrições urbanísticas e ambientais para seu aproveitamento, localizadas na área urbana dotada de infraestrutura e equipamentos sociais, ainda que parcialmente.

§1º Os vazios urbanos não atendem à função social da propriedade.

§2º Nos vazios urbanos o Município pode aplicar os mesmos instrumentos utilizados nas áreas de expansão urbana, de acordo com legislação municipal complementar ao PLANO DIRETOR

XIV -concessão especial de uso para fins de moradia;

XV -regularização fundiária;

XVI- assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais vulneráveis;

XVII- audiências públicas, consultas públicas, referendo popular e plebiscito;

XVIII - detalhamento de Normas, incluindo planos setoriais e planos específicos de urbanização;

XIX - compensação ambiental e urbanística;

Parágrafo único. Para efeito de aplicação dos instrumentos urbanísticos mencionados neste dispositivo, fica estabelecido para o Município, no que for aplicável, o Coeficiente de Aproveitamento Básico igual a um nas Macro Áreas de Usos Urbanos, além do qual o direito de edificar fica sujeito ao pagamento de contrapartida financeira ao ente municipal.

Art.98 - O Município deverá realizar obras no sistema de captação de esgoto em tempo seco, com o objetivo de implantar o sistema separador em substituição ao sistema unitário, em prazo determinado no Plano de Saneamento Básico. Parágrafo único. Os detalhes técnicos para a implantação do sistema separador deverão constar no Plano de Saneamento Básico.”

4.3.2.4 Cabo Frio

O Plano Diretor de Cabo Frio aponta, em seu artigo 63, a região do aeroporto como novas áreas de expansão urbana controlada. A região do Canto do Forte, São Cristóvão e Pontal do Peró também foram apontadas com potencial de expansão, respeitando critérios históricos e socioambientais, mais bem detalhados no Artigo 98. Seguem abaixo os principais artigos retirados do plano (CABO FRIO, 2006).

> "Art. 16 - São objetivos gerais do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável:
>
> III. Identificar as tendências de expansão urbana sobre o território, orientando para os vetores de crescimento que não acarretem comprometimentos socioambientais imediatos ou potenciais;
>
> (...)
>
> XXI. Estabelecer processo de planejamento para os investimentos em saneamento ambiental, mediante o conhecimento dos vetores de expansão urbana sobre o território e dos comprometimentos socioambientais;
>
> Art. 63 - As ações estratégicas do Sistema Aeroviário são:
>
> IV. Proporcionar a criação de novas áreas de expansão urbana controlada, fomentando a ocupação mesclada de usos que se sustentem as atividades aeroviárias;
>
> Art. 75 - São ações estratégicas relativas à democratização da gestão das políticas do sistema de educação:
>
> I. Desenvolver estudos que visem dimensionar e ordenar a rede municipal de ensino para as demandas criadas pelo crescimento demográfico da população, considerando as tendências de expansão urbana identificadas sobre o território;
>
> Art. 92 - Levando-se em consideração a estrutura urbana e regional do Município de Cabo Frio, o seu território foi dividido em 8 (oito) Macrozonas:

- Macrozona de Expansão Urbana 1 (MZEU1);
- Macrozona de Expansão Urbana 2 (MZEU2);
- Macrozona de Expansão Urbana 3 (MZEU3);
- Macrozona Urbana 1 (MZUR1);
- Macrozona Urbana 2 (MZUR2);
- Macrozona Urbana 3 (MZUR3);
- Macrozona Urbana 4 (MZUR4);

- Macrozona Rural (MZRU);
- Macrozona Rururbana (MZRR).

Art. 93 - A Macrozona de Expansão Urbana - MZEU corresponde às áreas delimitadas no Mapa de Macrozoneamento, Anexo 4 , desta lei, tendo como características a inexistência ou a precariedade de infraestrutura urbana e de atendimento por serviços públicos, que impedem a sua adequada ocupação, e que, após corrigidas suas deficiências, servirão à expansão do tecido urbano, de modo a permitir o seu progressivo adensamento e o atendimento aos direitos de cidadania dos seus moradores.

Art. 95 - São objetivos específicos das Macrozonas de Expansão Urbana 1 (MZEU1), 2 (MZEU2) e 3 (MZEUS3)

I. Macrozona de Expansão Urbana 1:

a) Promover estudos visando ao aproveitamento e o desenvolvimento do Aeroporto de Cabo Frio, com vistas a capacitação local ao maior fluxo previsto no transporte aéreo de médio e longo curso, tanto de turistas quanto de carga, com a finalidade de fomentar condições de atratividade ao estabelecimento de atividades industriais e de serviços, com a disponibilização de equipamentos públicos e privados, incluindo a compatibilização do uso do solo no seu entorno;

b) Ordenar o uso e ocupação do solo às restrições impostas ao aproveitamento das propriedades, conforme Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo;

c) Promover sistemas interativo usando energia, materiais, serviços e financiamento para catalisar o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da cidade, alinhando ao conceito de Cidades Inteligentes;

d) Respeitar a definição das áreas consideradas inaptas ou com restrições à ocupação humana, conforme legislação correspondente, impedindo o assentamento humano em áreas de patrimônio ambiental e cultural.

II. Macrozona de Expansão Urbana 2 (MZEU2):

a) Criação de um modal rodoviário, visando à conexão as demais macrozonas;

b) Identificação e criação de um núcleo agroindustrial, tendo como finalidade o estímulo e o desenvolvimento da agricultura familiar de pequeno e médio porte e do artesanato local, bem como potencializar o beneficiamento dessa produção local;

c) Criação de áreas aptas para produção de novas moradias destinadas aos programas de produção de habitação social;

d) Criação de um polo de tecnologia e inovação;

e) Formular e integrar normas de planejamento urbano e uso do solo, com a finalidade de mitigar a sobrecarga das áreas alagadiças e promover estratégias da adaptação aos seus impactos.

III. Macrozona de Expansão Urbana 3 (MZEU3):

a) Promover o ordenamento territorial mediante planejamento e controle do parcelamento, uso e ocupação do solo urbano;

b) Criação de áreas aptas para produção de novos loteamentos de uso misto de baixo impacto, bem como destinados aos programas de produção de habitação social;

c) Elaboração de estudos e projetos visando a urbanização e valorização paisagística no Canal da Pedra;

d) Promover o manejo das águas pluviais dos canais e lagoas existentes e ações que garantam a permeabilidade do solo;

e) Formular e integrar normas de planejamento urbano e uso do solo, com a finalidade de mitigar a sobrecarga das áreas alagadiças e promover estratégias da adaptação aos seus impactos.

Art. 98 -São objetivos específicos das Macrozonas Urbanas 1, (MZUR1), 2 (MZUR2), 3 (MZUR3) e 4 (MZUR4):

I. Macrozona Urbana 1 (MZUR1):

a) Controlar o uso do solo fomentando o uso das demais macrozonas, bem como mitigar os efeitos da especulação imobiliária, através dos instrumentos do Estatuto da Cidade;

b) Viabilizar o ancoramento de navios transatlânticos de turismo ouvida sempre a Capitania dos Portos;

c) Integrar o núcleo histórico central da Cidade de Cabo Frio, promovendo tratamento urbanístico condizente em ambas às margens do Canal de Itajuru, buscando harmonia dos espaços urbano e natural;

d) Transferir o terminal de ônibus de turismo (TOT) e um terminal rodoviário intermunicipal para o limite do perímetro da Macrozona Urbana 1 e Macrozona de Expansão Urbana 2;

e) Ordenar as atividades econômicas através da criação de polos de desenvolvimento econômico;

f) Realizar estudos para reativar o Mercado de Camarão da Praia do Siqueira;

g) Revisar fluxo da malha viária nos acessos às pontes Feliciano Sodré e Márcio Corrêa.

II. Macrozona Urbana 2 (MZUR2):

a) Consolidar a imagem de cidade turística em toda a orla, promovendo sua identidade como centro receptivo nacional e internacional, valorizando seus atrativos naturais e histórico-culturais;

b) Fomentar Infraestrutura Verde para projetos de urbanização em todos os loteamentos situados na APA do Pau-brasil, inclusive incentivando a permeabilidade do solo e criação de viveiros e hortos;

c) Criação de um modal rodoviário para o limite do perímetro da Macrozona Urbana 2 e Macrozona de Expansão Urbana 2;

d) Criação de um DOT municipal, no intuito de melhoria do transporte público integrado aos modais não poluentes, como ciclovias, ciclofaixas e ciclorotas;

e) Criação de áreas aptas para produção de novas moradias destinadas aos programas de produção de habitação social;

f) Estimular programas de regularização fundiária nas AEIS no intuito de promover reestruturação urbana;

g) Estimular a expansão do polo de moda praia, tendo o Shopping Gamboa como polo de vendas e o Jardim Esperança como polo fabril;

h) Criação de terminal pesqueiro destinado a criar processos de agregação de valor ao pescado artesanal, e capacitar pescadores e novos pescadores para a atividade pesqueira, localizado no Canal do Itajuru;

i) Promover plano de alinhamento na Rua Samuel Bessa, com o intuito de melhorar a fluidez do trânsito;

j) Proteger o Morro do Telégrafo a partir da contenção do avanço urbano dos imóveis lindeiros aos limites do morro;

k) Construir novos acessos e vias alternativas, integrando o tecido viário das Macrozonas Urbanas 1 e 2, conforme Anexo 12;

l) Promover o desenvolvimento e ordenamento urbano sustentável através da instituição de parâmetros urbanísticos previstos na Lei de Parcelamento do Solo Urbano e Lei de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo;

m) Atender às demandas de infraestrutura urbana, dentro dos requisitos mínimos legais estabelecidos na lei de parcelamento do solo urbano, através da instituição de instrumentos previstos no Estatuto da Cidade.

Parágrafo Único. As operações urbanas consorciadas poderão ser aplicadas, por lei específica, nas áreas indicadas no Anexo 9:

Canto do Forte - A OUC Canto do Forte tem como objetivo promover a potencialização das atividades turísticas, ecológicas e culturais da região entre a parte Nordeste da Praia do Forte e o Canal do Itajuru com a requalificação urbana deste local. No âmbito cultural, se faz urgente a requalificação e o acesso público ao canal do Itajuru, possibilitando a transformação dos atuais usos fomentando a implementação de cais de uso coletivo, atividades que potencializem o turismo e evidenciem os atributos culturais e paisagísticos de relevância da área. Estes objetivos deverão ser alcançados através de um projeto integrado que promova o resgate histórico e cultural local, equacione problemas habitacionais e viabilize a requalificação urbana. O projeto urbanístico a ser implementado deverá prezar pela ampliação e consolidação das áreas públicas. Nas áreas de cota mais elevada, em especial o platô que se volta ao mar, deverá ser priorizada a vegetação nativa permeando a definição de áreas de permanência e lazer públicas, privilegiando os marcos da paisagem, como o forte São Mateus. No platô do antigo Hotel Lido, além do tratamento urbanístico e paisagístico, será preconizada a implantação de equipamento cultural dedicado à arqueologia, ao universo marinho ou temas correlatos aos valores culturais e ambientais do local. Nas cotas mais baixas, na área delimitada como AEIS (Anexo 11), deverá ter como prioridade urbanística a adequação das habitações existentes e a conformação de polo comercial turístico de base comunitária, implementando ações tanto de políticas habitacionais, como econômicas e sociais, em dimensões compatíveis ao universo tratado. O projeto deverá prezar pela premissa de manutenção do uso habitacional das famílias historicamente ligadas à área, devendo haver, antes da elaboração de qualquer projeto, a realização de estudo socioespacial que seja capaz de levantar dados suficientes para identificar estes casos. O uso habitacional não veranista, de longo histórico de permanência, bem como as atividades ligadas à pesca deverá ser priorizados nos incentivos à permanência e integração à nova dinâmica da área. No projeto urbanístico de requalificação desta área, deverão ser consideradas a retiradas dos muros dos imóveis voltados para o Canal do Itajuru, garantindo um acesso democrático irrestrito e permeabilidade visual do mesmo. Para tanto, a lei específica de sua implementação deverá prever instrumentos de

incentivo que viabilizem a transformação da borda do Canal do Itajuru em passeio público para pedestres;

São Cristóvão (setor A e B) - A OUC São Cristóvão tem como objetivo potencializar a vocação protagonista da área em relação ao seu entorno no aspecto de conectar o centro urbano de origem do município às áreas de expansão urbana. Incentivar as atividades comerciais no Setor A (Avenida Joaquim Nogueira) e no Setor B (parte da Avenida Teixeira e Souza) e aumentar a oferta de habitação na área delimitada pela Avenida Joaquim Nogueira, Avenida Teixeira e Souza e Rua Luís Lindenberg. Este incentivo se desenha através do estímulo às edificações de uso comercial nos eixos comerciais e de edificações de uso misto (comercial e residencial multifamiliar) nas vias arteriais e coletoras da área de operação. No âmbito de infraestrutura, priorizar soluções de carências no saneamento ambiental, principalmente rede de esgoto e drenagem, requalificando todo o sistema e tornando as novas edificações autossustentáveis. Para a obtenção de recursos para estes empreendimento serão mantidos os potenciais urbanísticos herdados das legislações vigentes na presente data de aprovação desde Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável e serão outorgados potenciais urbanísticos adicionais às novas edificações de acordo com as discussões com os demais órgãos que compartilham o agenciamento territorial desta área, de forma a viabilizar o reordenamento nestes termos;

Pontal do Peró - A OUC Pontal do Peró tem como objetivo assegurar a expansão urbana estratégica através de plano urbanístico que estimule a ocupação das áreas vazias nos preceitos da sustentabilidade (porção situada na Macrozona de Expansão Urbana 2) e que crie condições de atender às demandas de infraestrutura urbana na parte loteada (porção situada na Macrozona Urbana 2) sem prejuízo da preservação ambiental das unidades de conservação existentes na área e na orla marítima. Essa expansão deverá estimular edificações de uso comercial na Estrada do Guriri (RJ-102) no lado oposto a APA do Pau Brasil, estimular os serviços de hospedagem e multifamiliar autossustentáveis nas demais parte da área, promovendo contrapartida de implantação de infraestrutura verde para projetos de urbanização nas áreas loteadas da APA do Pau-brasil, inclusive incentivando a permeabilidade do solo e áreas verdes. No que tange à mobilidade urbana, a instalação de modal rodoviário municipal, no intuito de melhoria do transporte público integrado à modais não poluentes, como ciclovias, ciclofaixas e ciclorotas que se entremearão às áreas loteadas e a serem loteadas. No meio ambiente, ordenar a ocupação urbana sustentável que estenda a esta área a imagem de região certificada ao turismo ecológico em toda a orla, promovendo sua identidade como

centro receptivo nacional e internacional, valorizando seus atrativos naturais. Para o desenvolvimento econômico sustentável da área, reforçar o papel da área como polo de tecnologia e inovação, promovendo atividades econômicas sustentáveis que estimulem equilíbrio na relação emprego e renda considerando a sazonalidade turística do município e estabelecendo ordenamento urbano.

Art. 131 - As Áreas de Especial Interesse Social têm como objetivo:

- Garantir o direito à moradia e a boa localização na malha urbana a toda população;
- Promover a inclusão sócio territorial de populações em condições de vulnerabilidade social e excluídas do mercado imobiliário;
- Equilibrar o valor da terra tornando-a mais acessível às famílias de menor renda;
- Gerar oportunidades de produção de habitação de interesse social através do mercado imobiliário;
- Garantir a construção de habitação de interesse social na Macrozona Urbana e de Expansão Urbana.

Art. 158 - A implementação do parcelamento, da edificação e da utilização compulsória do solo urbano objetiva:

- Otimizar a ocupação de áreas da cidade dotadas de equipamentos públicos urbanos e comunitários, coibindo a expansão urbana na direção de áreas não servidas de infraestrutura, bem como nas áreas ambientalmente frágeis;
- Aumentar a oferta de lotes urbanizados nas áreas consolidadas da malha urbana;
- Coibir a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização.

Art. 207 - O instrumento do Direito de Superfície, objetiva a regularização fundiária e o ordenamento e direcionamento da expansão urbana de modo adequado às diretrizes desta Lei.

Art. 225 - São objetivos do SIMAF:

- Estabelecer e organizar políticas voltadas à regularização e fiscalização fundiária, em todos os níveis de intervenção urbanística, dentro dos limites do Município;

- Promover fiscalização sobre o uso e ocupação do solo, no tocante a expansão urbana, com o correto estabelecimento de arruamentos, praças e áreas para implementos de bens e serviços públicos, nos bairros, parcelamentos, núcleos urbanos informais e seus assemelhados;
- Elaborar sistema unificado de informações fundiárias;
- Estabelecer a gestão democrática, a partir da participação pública;
- Captar recursos para os projetos de regularização e fiscalização fundiária;
- Revisar os assentamentos irregulares, os núcleos urbanos informais e as delimitações definidas no Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável, visando ao abairramento Municipal."

Na Figura 4.5, consta o macrozoneamento de Cabo Fio com indicação das áreas de expansão urbana e áreas urbanas consolidadas.

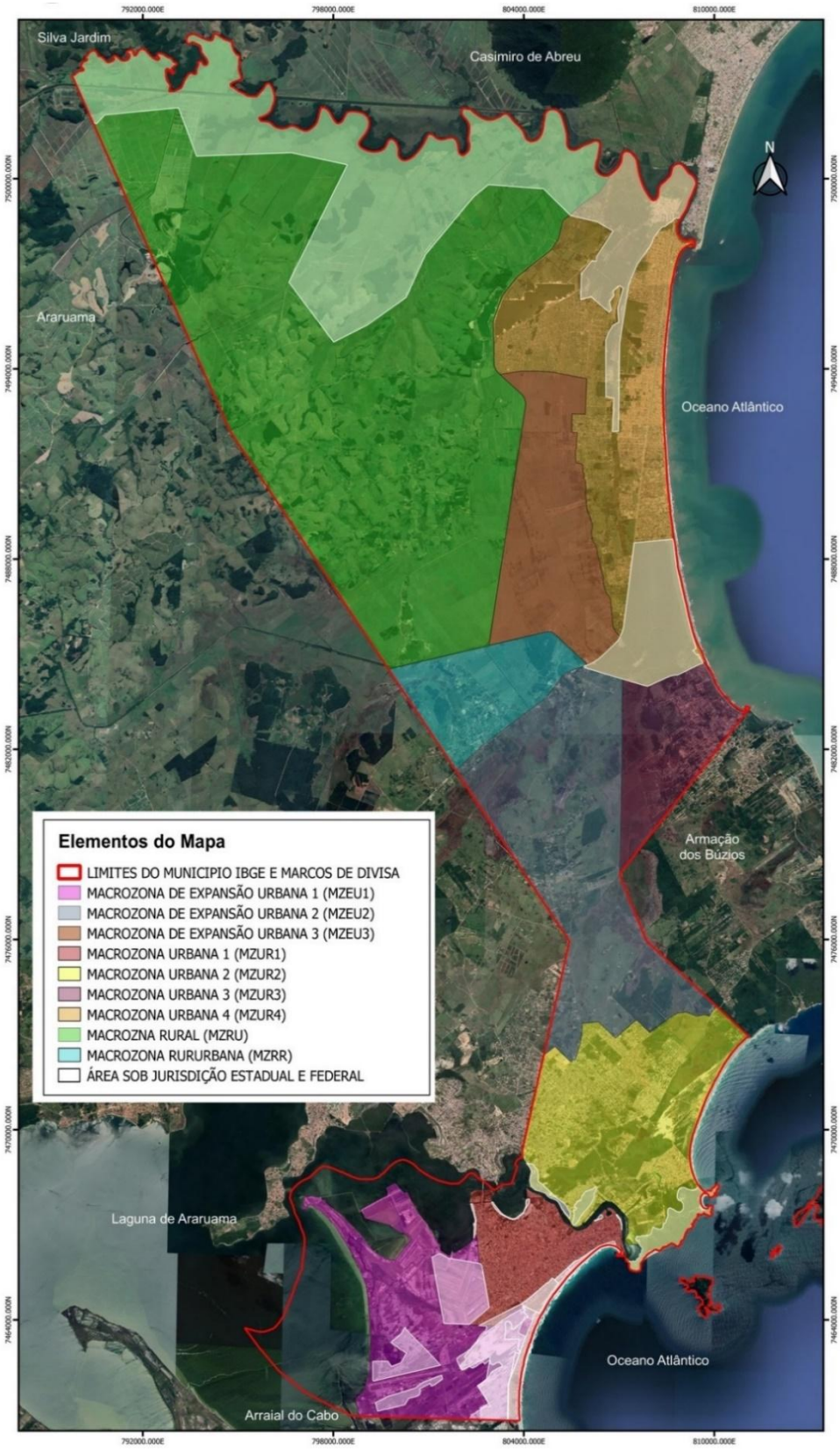


Figura 4.5 -Macrozoneamento de Cabo Frio.
Fonte: Prefeitura Municipal - Plano Diretor (CABO FRIO, 2006)

4.3.2.5 Cachoeira de Macacu

O Plano Diretor de Cachoeiras de Macacu informa, no artigo 58, as melhorias na Estrada do Faraó (CM-020), incluindo a pavimentação até o fim do núcleo urbano de Faraó como um dos incentivos para a expansão urbana. O artigo 120 também indica a Reta dos Ipês e a compatibilização da ocupação urbana com a presença da Área de Proteção Ambiental (APA) do Macacu. O Artigo 122 esclarece que a área de expansão urbana em Japuiba compreende os terrenos localizados a partir do Forno Velho, em direção sul até a divisa com a Ribeira e a área ao longo do início da Estrada Funchal - Guapiaçu. O artigo 124 também informa a área de expansão urbana em Papucaia, com a ressalva de que deverá haver parâmetros urbanísticos que compatibilizem a ocupação urbana com a proximidade do rio Macacu. Seguem abaixo os principais artigos retirados no Plano Diretor no tocante à expansão urbana (CACHOEIRAS DE MACACU, 2006).

> "Artigo 1º. O Plano Diretor Estratégico de Cachoeiras de Macacu é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, voltado para promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental do Município.
>
> Artigo 58. Para incentivar a ocupação urbana na Área de Expansão Urbana de Cachoeiras de Macacu - sede, favorecer os deslocamentos dos moradores e produtores rurais, e facilitar o acesso aos espaços de lazer e turismo local, deverão ser efetuadas melhorias na Estrada do Faraó (CM- 020), incluindo a sua pavimentação até o núcleo urbano Faraó.
>
> II - Zonas Urbanas, subdivididas em:
>
> a) Áreas Urbanas;
>
> b) Áreas de Expansão Urbana.
>
> III - Unidades de Conservação Ambiental previstas no Sistema Ambiental do Município.
>
> Artigo 100. As Zonas Urbanas serão submetidas à regulamentação urbanística municipal prevista nesta Lei, relativa às condições de parcelamento, uso e ocupação do solo urbano, bem como as Áreas de Transição Urbana, a Área Industrial, o Corredor de Comércio e Serviços e os núcleos urbanos inseridos na Zona Rural.
>
> Artigo 117. As Áreas de Expansão Urbana abrangem os terrenos ainda não parcelados, destinados ao crescimento urbano, e se sujeitam às seguintes diretrizes:

I - incentivo ao parcelamento, ao uso e à ocupação urbana, aplicando, onde couberem, os instrumentos da política urbana previstos pelo Estatuto da Cidade e parcerias que favoreçam tanto o poder público quanto os proprietários de terras;

II - definição de parâmetros urbanísticos que viabilizem a ocupação urbana, levando em conta as restrições impostas pela legislação ambiental quanto à demarcação das faixas de proteção dos rios e os regulamentos de reserva de faixas para rodovia;

III - controle da instalação de infraestrutura urbana, equipamentos comunitários e serviços urbanos nas áreas recém parceladas e ocupadas para que haja simultaneidade de sua implantação à ocupação urbana.

Artigo 120. A Área de Expansão Urbana de Cachoeiras de Macacu - sede compreende os terrenos localizados na entrada da cidade, em direção sul, no local denominado Reta dos Ipês.

Parágrafo único. São diretrizes para a Área de Expansão Urbana de Cachoeiras de Macacu - sede:

I - delimitação de área para aplicação da Operação Urbana Consorciada;

II - estímulo a verticalização de maior altura nos parcelamentos onde resultem grandes lotes;

III - regulamentação da doação de áreas públicas para implantação de equipamentos comunitários nos novos parcelamentos;

IV - respeito à legislação ambiental para definir as formas e limites de ocupação;

V - compatibilização da ocupação urbana com a presença da Área de Proteção Ambiental (APA) do Macacu.

Artigo 122. A Área de Expansão Urbana em Japuiba compreende os terrenos localizados a partir do Forno Velho, em direção sul até a divisa com a Ribeira e a área ao longo do início da Estrada Funchal - Guapiaçu (CMU 009).

Parágrafo único. São diretrizes para a Área de Expansão Urbana em Japuiba:

I - estímulo e definição de parâmetros urbanísticos para promoção de habitação de interesse social;

II - controle do crescimento urbano ao longo da Estrada Funchal - Guapiaçu.

Artigo 124. A Área de Expansão Urbana em Papucaia compreende os terrenos localizados ao longo do lado esquerdo da Avenida Paulo Francisco Torres e ao longo da Estrada do Colégio I - Estrada Pedra Branca II (CMU 209).

Parágrafo único. Deverão ser definidos parâmetros urbanísticos que compatibilizem a ocupação urbana com a proximidade do rio Macacu.

Artigo 126. As Zonas Residenciais são áreas de uso preponderantemente residencial, onde são admitidas atividades de uso comercial, de serviços e industrial que não provoquem impacto negativo ambiental ou incômodo à vizinhança.

§ 1°. Nas Zonas Residenciais 1 - ZR-1, localizadas nas Áreas Urbanas e de Expansão Urbana, os parâmetros para a ocupação urbana são mais restritivos, pela fragilidade ambiental dos terrenos em que situam ou para redução de impactos na paisagem, sendo prevista a ocupação em lotes tradicionais, de baixa densidade e edificações horizontais.

§ 2°. Nas Zonas Residenciais 2 - ZR-2, localizadas nas Áreas Urbanas, está prevista a ocupação de média densidade com edificações horizontais em lotes tradicionais.

§ 3°. Nas Zonas Residenciais 3 - ZR-3, localizadas na Área Urbana de Cachoeiras de Macacu - sede, está prevista a ocupação de média densidade nas edificações horizontais ou verticais nos lotes de maiores dimensões, podendo alcançar alta densidade com a aplicação da outorga onerosa do direito de construir.

§ 4°. Nas Zonas Residenciais 4 - ZR-4, localizadas nas Áreas de Expansão Urbana de Cachoeiras de Macacu - sede, está prevista a ocupação de média densidade, com edificações horizontais ou verticais em lotes de maiores dimensões.

Artigo 128. As Zonas Mistas são áreas que têm características de centralidade urbana, com usos residencial, comercial, industrial e de serviços, incluindo atividades culturais e recreativas.

§ 1°. Nas Zonas Mistas 1 - ZM-1, localizadas na Área de Expansão Urbana de Papucaia e no Núcleo Urbano de Agrobrasil, está prevista a ocupação de baixa densidade com edificações horizontais.

§ 2°. Nas Zonas Mistas 2 - ZM-2, localizadas nas Áreas Urbanas, está prevista a ocupação de alta densidade, com edificações horizontais ou verticais nos lotes de maiores dimensões.

Artigo 235. A instituição do consórcio imobiliário dependerá do juízo de conveniência e oportunidade e, deverá servir para promover, habitação de interesse social e/ou equipamentos urbanos e comunitários e/ou promover a urbanização em Áreas de Expansão Urbana."

4.3.2.6 Casimiro de Abreu

Não há uma especificidade no tocante à expansão urbana mencionada pelo Plano Diretor de Casimiro de Abreu (CASIMIRO DE ABREU, 2006), salvo quando há o direito de preempção pelo Poder Público, como segue abaixo:

"Art. 124 - O Poder Executivo Municipal poderá exercer o direito de preempção para aquisição de imóvel urbano, objeto de alienação onerosa entre particulares, sempre que o Município necessitar de áreas para:

I - regularização fundiária;

II - execução de programas e projetos de habitação de interesse social;

III - constituição de reserva fundiária para promoção de projetos de habitação de interesse social;

IV - ordenamento e direcionamento da expansão urbana;

V - implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

VI - criação de espaços públicos de lazer;

VII - instituição de unidades de conservação ou proteção de áreas de interesse ambiental e paisagístico;

VIII - desenvolvimento de atividades de ocupação produtiva para geração de trabalho e renda para faixas da população incluídas em programas habitacionais.

Parágrafo único. Os imóveis colocados à venda nas áreas de incidência do direito de preempção deverão ser obrigatoriamente previamente oferecidos ao Município."

4.3.2.7 Iguaba Grande

O Plano Diretor de Iguaba Grande utiliza critérios quanto a expansão urbana, no Capítulo II - Da Política Urbana. Entretanto, não delimita quais os territórios estariam passíveis a expansão (IGUABA GRANDE, 2020). Segue abaixo o Capítulo.

"CAPÍTULO II Da Política Urbana

Art. 167 - A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, aplicadas, no que couber, as disposições contidas no artigo 229 e seguintes, da Constituição do Estado do Rio de Janeiro.

§ 1º - O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º - A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade, expressas no Plano Diretor.

§ 3º - As desapropriações de imóveis urbanos serão feitas mediante prévia e justa indenização em dinheiro.

Art. 251 - Cabe ao Executivo Municipal, com o apoio do Conselho Municipal de Política Agrícola e Pesqueira, promover:

I - a identificação, delimitação e arrecadação de áreas devolutas, incorporando-as ao patrimônio imobiliário do Município e divulgando amplamente seus resultados;

II -levantamento de terras ociosas e inadequadamente aproveitadas;

III - cadastramento de áreas de conflito pela posse da terra e adoção de providências que garantam solução dos impasses;

IV - levantamento de áreas agrícolas ocupadas por posseiros, apoiando-os, no caso de indivíduos ou famílias que trabalham diretamente a gleba promovendo-se ações de proteção, legitimação e reconhecimento da posse e da propriedade da terra, inclusive das ações de usucapião especial;

V - realização do cadastro geral das propriedades rurais do Município com indicação do uso do solo, produção, cultura agrícola e desenvolvimento científico e tecnológico das unidades de produção;

VI - regularização fundiária dos projetos de assentamento de lavradores em áreas de domínio público;

VII - convênios com entidades públicas federais e estaduais, e entidades privadas para implementação dos planos e projetos especiais de reforma agrária;

VIII - viabilizar a utilização de recursos humanos, técnicos e financeiros destinados à implementação de planos e projetos especiais de assentamentos nas áreas agrícolas;

IX - desapropriação de áreas rurais para assentamento e implementação de fazendas experimentais;

X - levantamento das terras agricultáveis próximas às áreas urbanas e adoção de medidas com o objetivo de preservá-las dos efeitos prejudiciais da expansão urbana;

XI - obras de infraestrutura econômica e social para consolidação dos assentamentos rurais e projetos especiais de reforma agrária.

Parágrafo Único - O conselho Municipal de Política Agrícola e Pesqueira encaminhará seus estudos e conclusões ao Poder Executivo, incumbindo à Procuradoria da Prefeitura Municipal, juntamente com o órgão técnico competente e as entidades representativas das comunidades urbanas e rurais, os trabalhos de identificação de terras devolutas e promoção, nas instâncias administrativa e judicial, e sua discriminação para assentamentos humanos, urbanos ou rurais,

conforme seja a vocação das terras discriminadas, excluídas as comprovadamente necessárias à formação e preservação de reservas biológicas, florestais e ecológicas.

Art. 252 - Além das normas contidas nesta Lei Orgânica, aplicam-se para solução das questões agrárias no Município, no que couber, os preceitos contidos na Constituição da República, na Constituição do Estado do Rio de Janeiro e na legislação agrária vigente."

4.3.2.8 Maricá

O Plano Diretor de Maricá também utiliza critérios quanto a expansão urbana, embora não delimite quais os territórios estariam passíveis a expansão. Seguem abaixo os principais artigos referentes à expansão urbana (MARICÁ, 2006).

"Seção XII Da Instituição das Áreas de Especial Interesse

Art. 133. Lei municipal específica criará e delimitará as Áreas de Especial Interesse, cujas áreas, perfeitamente delimitadas poderão se sobrepor a uma ou mais Zonas referentes à legislação de uso e ocupação do solo, e que serão submetidas a regime urbanístico específico, relativo a formas de controle que prevalecerão sobre os índices definidos para a Zona ou as Zonas que as contém.

Parágrafo único. Cada Área de Especial Interesse receberá apenas uma das seguintes denominações e conceitos:

I - Área de Especial Interesse Social, a que apresenta terrenos não utilizados ou subutilizados e considerados necessários à implantação de programas habitacionais de baixa renda ou, ainda, aquelas ocupadas por favelas, loteamentos irregulares e conjuntos habitacionais, destinadas a programas específicos de urbanização e regularização fundiária;

II - Área de Especial Interesse Histórico-Cultural;

III - Área de Especial Interesse Turístico, aquela com potencial turístico e para qual se façam necessários investimentos e intervenções visando ao desenvolvimento da atividade turística;

IV - Área de Especial Interesse de Pesca, aquela destinada a manter e preservar as Colônias de Pescadores assim como os serviços complementares de preparo da pesca até esta chegar ao distribuidor ou consumidor;

V - Área de Especial Interesse Urbanístico, destinada a projetos específicos de estruturação ou reestruturação, renovação e revitalização urbana.

Seção XIV Da Legislação de Uso e Ocupação do Solo

Art. 141. A Lei de Uso e Ocupação de Solo dividirá a Cidade em Zonas, levando em consideração o uso e os tipos de ocupação existentes nestas Zonas e definirá os usos e atividades adequadas e

inadequadas para cada zona, além dos índices e parâmetros urbanísticos compatíveis com a ocupação desejada.

§ 1º Os índices e parâmetros urbanísticos deverão levar em consideração as particularidades de cada zona, seu papel na estrutura urbana da Cidade, sua compatibilização com o meio ambiente e o potencial, existente e previsto, de infraestrutura para estas Zonas.

§ 2º Zona é o espaço da Cidade perfeitamente delimitado por suas características ambientais, para a qual serão especificados seus usos e previstos índices urbanísticos para controlar sua ocupação.

§ 3º As Zonas não serão sobrepostas e abrangerão a totalidade do território municipal.

Art. 142. As Zonas terão as seguintes denominações e conceitos:

I - Zonas Residenciais - ZRs - são aquelas onde prevalece o uso para moradias unifamiliares ou multifamiliares e as atividades de apoio ou complementaridade a esse uso, compatíveis entre si;

II - Zonas Comerciais - ZCs - são aquelas onde prevalecem as atividades comerciais e de prestação de serviços, classificadas de acordo com as intensidades dessas atividades, admitida a incidência de uso residencial e de atividades econômicas ligadas ao setor terciário;

III - Zonas de Industriais e Comerciais - ZIC - são aquelas onde prevalecem as atividades industriais e comerciais, classificadas de acordo com as intensidades dessas atividades, admitida a incidência de uso residencial e de atividades econômicas ligadas aos setores terciário e secundário;

IV - Zonas Turísticas de Praia - ZTP - são aquelas que se situam em frente à orla lacustre das praias com potencial turístico, incluídos os lotes que dão testada para o logradouro que margeia esta orla. Nestas zonas, além do uso residencial é permitido o uso comercial, serviços e institucional relacionados às atividades turísticas;

V - Zonas Turísticos-recreacionais - ZTR - são aquelas onde devem prevalecer as atividades recreacionais turísticas com apoio do uso comercial e de serviços relacionados às atividades turísticas;

VI - Zonas Especiais - ZE - são aquelas que por possuírem usos peculiares ou que ainda não se definiram quanto ao possível uso futuro, ficam reservadas, à espera de uma Lei municipal específica para determinar seu uso e ocupação;

VII - Zonas de Uso Agropecuário - ZUAP - são aquelas onde prevalecem atividades agrícolas e de criação animal e aquelas de apoio e complementação compatíveis entre si;

VIII - Zonas de Proteção - ZPLAT e ZPMCA - são aquelas faixas ao longo seja da Linha de Alta Tensão, seja às margens dos cursos de água e das adutoras onde não se pode construir, ou seja, áreas “nonaedificandi”.

Parágrafo único. As Zonas Residenciais quando situadas em Áreas de Proteção Ambiental passam a ser reconhecidas como Zonas de Ocupação Controlada, obedecendo a mesma hierarquia

Art. 143. A Lei de Uso e Ocupação do Solo poderá também especificar e incorporar as Áreas de Especial Interesse, cujas áreas, perfeitamente delimitadas poderão se sobrepor a uma ou mais Zonas, e que serão submetidas a regime urbanístico específico, relativo a formas de controle que prevalecerão sobre os índices definidos para a Zona ou as Zonas que as contém.

Parágrafo único. Será garantida a participação popular na delimitação de Áreas de Especial Interesse, através de audiências públicas com a população local.

Art. 144. O uso do solo será controlado pela definição dos usos e atividades adequadas e inadequadas a cada zona, de acordo com a adequação ou a predominância, em cada zona, do uso residencial, institucional, comercial e de serviços, industrial e agrícola.

Parágrafo único. Constituem diretrizes básicas para a definição do uso do solo no território municipal:

I - a descentralização das atividades, através de uma política de poli centralidade que considere a atividade econômica terciária assim como as atividades socioculturais;

II - a predominância de usos na definição das zonas, incentivando a mistura de usos complementares e diminuindo os deslocamentos;

III - a densificação controlada levando-se em consideração o potencial e a existência da infraestrutura e dos equipamentos urbanos;

IV - a definição de baixos índices de ocupação de terrenos situados em áreas com vegetação importante e significativa, ou à margem de cursos d’água;

V - a restrição ao uso habitacional das margens de estradas ou avenidas de tráfego intenso;

VI - a localização adequada de atividades geradoras de poluição, distanciando-as de escolas, hospitais e residências;

VII - a restrição de atividades que poluem a água;

VIII - a identificação de bens de valor histórico, geológico, paleontológico, arqueológico, cultural, paisagístico ou ambiental;

IX - o reconhecimento da cidade informal, procurando meios de integrá-la à cidade formal;

X - a valorização do patrimônio natural e cultural.”

Na Figura 4.6, contempla as macrozonas definidas no Plano Diretor de Maricá.

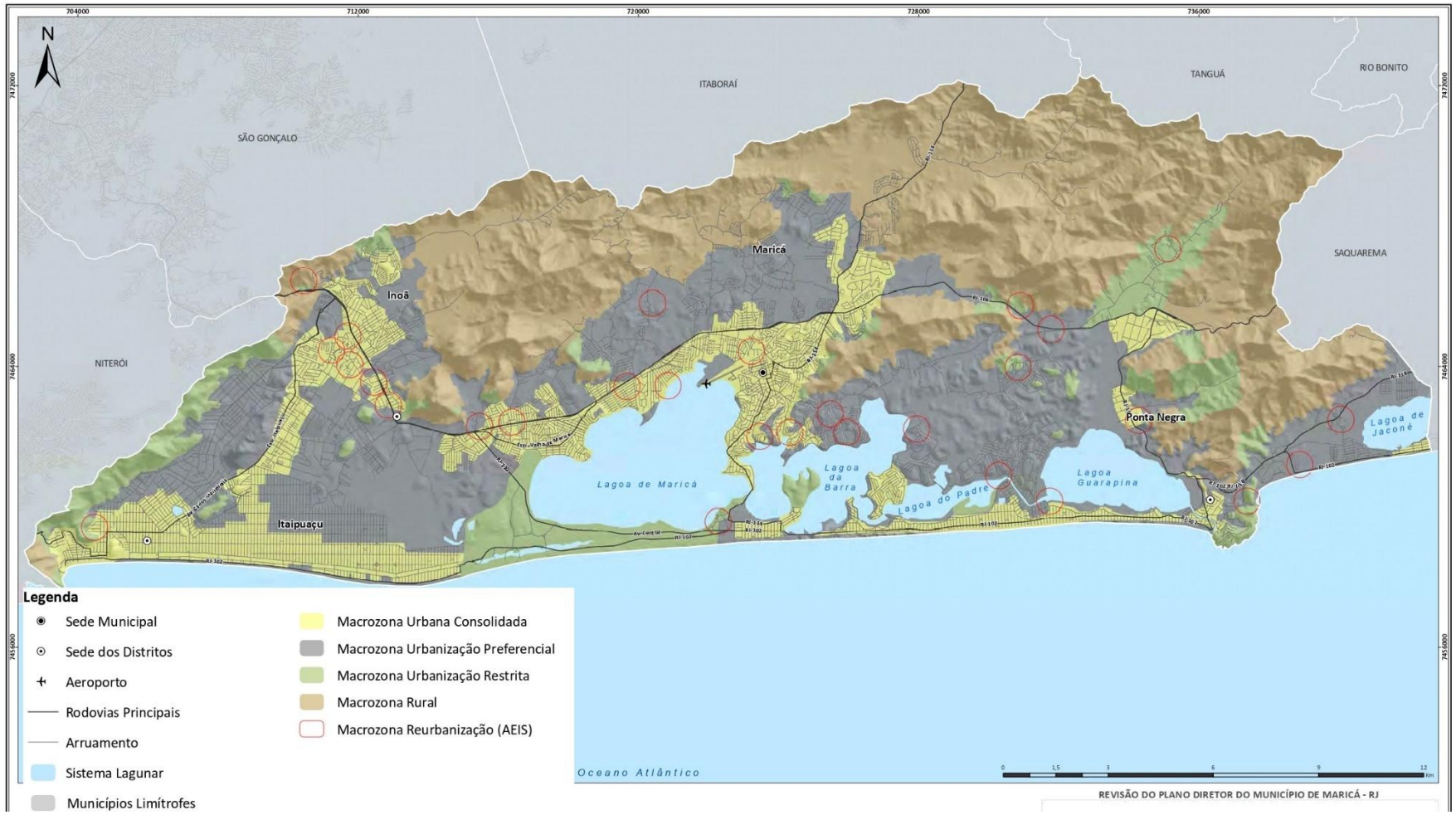


Figura 4.6. Macrozoneamento de Maricá.
Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Maricá - Plano Diretor - Macrozoneamento (MARICÁ, 2006)

4.3.2.9 Rio Bonito

O Plano Diretor de Rio Bonito não faz referências a sua política de expansão urbana (RIO BONITO, 2006). De acordo com o site da prefeitura, o novo plano diretor do município está em fase de elaboração.

4.3.2.10 Rio das Ostras

O artigo 86 do Plano Diretor de Rio das Ostras aponta a localidade de Rocha Leão e Cantagalo como áreas de expansão urbana, assim como o artigo 89 que considera os limites com os municípios de Macaé e Casimiro de Abreu como área de expansão urbana e destinada à agropecuária e ao turismo ecológico.

O artigo 171 veda a construção de edificações com mais de dois pavimentos nos lotes com testada para a orla marítima, para os cursos d'água e lagoas existentes na área urbana e de expansão urbana.

Seguem abaixo os artigos retirados no Plano Diretor e que ilustram o plano de expansão urbana de Rio das Ostras (RIO DAS OSTRAS, 2006).

> "SUBSEÇÃO II DA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA
>
> Art. 86. Considera-se Área de Expansão Urbana aquela delimitada no Anexo II desta lei dotada ou não de alguns dos equipamentos de infraestrutura urbana básica de transição entre a Área Urbana e a Área Rural.
>
> § 1º A Área de Expansão Urbana é dotada de Zona de Amortecimento numa faixa contínua a esta, numa profundidade de 500 metros em toda a sua extensão, destinada à formação de sítios de recreio de lote mínimo de 2.000m2 (dois mil metros quadrados).
>
> § 2º As Áreas de Expansão Urbana dos Núcleos Urbanos 01 (localidade de Rocha Leão) e 03 (localidade de Cantagalo) serão definidas mediante estudos e levantamentos específicos realizados pelos órgãos competentes, tomando-se em consideração as dimensões e características próprias destes núcleos, a situação de descontinuidade em relação às outras manchas urbanas, suas atividades culturais, sociais e econômicas e afinidade com as atividades desenvolvidas na Área Rural.
>
> SUBSEÇÃO IV DA ÁREA RURAL
>
> Art. 89. Considera-se Área Rural aquela delimitada no Anexo II desta lei situada entre os limites com os Municípios de Macaé e Casimiro de Abreu e a Área de Expansão Urbana e destinada à agropecuária e ao turismo ecológico. Parágrafo único. Os imóveis localizados na Área Rural

não serão enquadrados como urbanos enquanto forem utilizados para os fins de produção agropecuária ou de turismo rural, desde que comprovado pelos órgãos competentes.

SEÇÃO III DA ORDENAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

Art. 90. A ordenação do parcelamento, do uso e da ocupação do solo obedecerá às normas desta lei e tem como objetivo promover o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes com base no princípio da função social da propriedade, no primado do uso social dos espaços da cidade, na realização e na indisponibilidade do interesse público.

Art. 91. A Área Urbana e de Expansão Urbana serão divididas em Zonas e Áreas de Especial Interesse, conforme previsto no artigo 104 e seguintes desta lei, definindo-se, entre outras regras e parâmetros urbanísticos, os usos compatíveis, as atividades econômicas licenciáveis, a altura, a volumetria e os coeficientes de aproveitamento básico e máximo dos lotes para fins de edificação.

§ 1º As Zonas poderão se subdividir em Subzonas quando as peculiaridades próprias das mesmas assim exigirem.

§ 2º A Área Rural também será dividida por zonas atendendo à disciplina do artigo 62, dentre outras previstas nesta lei.

§ 3º O parcelamento do solo para formação de sítios de recreio, fora dos limites da Área Urbana e de Expansão Urbana, observará disciplina desta lei e da legislação municipal, não podendo em qualquer hipótese, resultar em lotes com área inferior a 5.000 m2 (cinco mil metros quadrados).

Art. 101. Não será permitido o parcelamento do solo para fins urbanos na Área Rural, nem na Área de Expansão Urbana, que não respeite a Reserva Legal instituída pelo artigo 16 da Lei Nacional 4.471/65 e, onde o poder executivo municipal considerar excessivo, distante da mancha urbana contínua, ou inadequado em relação à infraestrutura.

Parágrafo único. Fica ainda vedado o parcelamento do solo para fins urbanos em área de mangue, área de preservação permanente inclusive localizada em Área Urbana ou em Área de Expansão Urbana e em áreas inundáveis para preservar a drenagem natural das águas, a permeabilidade do solo, prevenir e evitar o risco de inundações sendo proibida a supressão da vegetação arbórea, ainda que parcialmente.

Art. 106. As Zonas de Uso e Ocupação serão do tipo e denominações a seguir indicadas:

I - Zona Central: que representa o núcleo urbano e respectivo entorno que deu origem à Cidade, admitindo-se os usos e atividades descritas nos incisos II, III e IV deste artigo, compatíveis entre si;

II - Zona Residencial: aquela onde predomina o uso residencial unifamiliar ou multifamiliar juntamente com atividades e serviços de apoio complementares ao uso residencial, e com ele compatível;

III - Zona de Indústria e Comércio: aquela onde predominam as atividades comerciais e de prestação de serviços, classificadas de acordo com sua intensidade, admitidas à incidência de uso residencial e de atividades econômicas ligadas ao setor terciário e de indústrias leves;

IV - Zona Turística: aquela destinada à realização de planos, programas e projetos de desenvolvimento turístico de interesse público, aliados às políticas de desenvolvimento sustentável;

V - Zona Industrial: aquela onde predomina o uso industrial juntamente com atividades correlatas do setor secundário e com aquelas destinadas ao seu apoio, compatíveis entre si, observado o disposto nos parágrafos 1º e 2º do artigo 63 desta Lei, da qual é parte, o núcleo urbano 04 (localidade da ZEN - Zona Especial de Negócios);

VI - Zonas Especiais: caracterizadas pelos núcleos urbanos: 01 (localidade de Rocha Leão) e 03 (localidade de Cantagalo); conforme previsto no artigo 94, parágrafo primeiro, incisos I e III desta lei, onde prevalece o uso residencial, admitindo-se atividades e serviços de apoio complementares a este uso e com ele compatíveis, bem como de atividades ligadas ao turismo ecológico e rural;

VII - Zonas de Expansão Urbana: aquelas compreendidas na Área de Expansão Urbana ainda não loteadas, cujo parcelamento do solo estará sujeito a normas específicas que atendam a continuidade da mancha urbana e à implantação de infraestrutura urbana para cumprimento das diretrizes gerais do Estatuto da Cidade;

VIII - Zonas Rurais: aquelas destinadas às atividades rurais conforme artigo 62 desta lei.

§ 1º A ocupação nas Zonas aqui descritas será controlada por diferentes parâmetros e índices urbanísticos, dentre outros, pela definição de densidades demográficas, limites de construção, e intensidade de usos e atividades econômicas, culturais e sociais.

§ 2º A delimitação das Zonas descritas neste artigo, bem como os parâmetros do parágrafo anterior, serão definidos em regulamento por ocasião da revisão da legislação urbanística a que se refere o artigo 167, I, b.

SEÇÃO III DA OUTORGA ONEROSA DO DIREITO DE CONSTRUIR

Art. 124. O Poder Executivo poderá autorizar o exercício do direito de construir acima do coeficiente de aproveitamento básico até o limite representado pelo coeficiente de aproveitamento máximo mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário em áreas, zonas ou bairros situados em Área Urbana ou de Expansão Urbana e definidos mediante lei municipal.

(...)

§ 5º A legislação municipal de zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo não poderá permitir coeficiente de aproveitamento superior a dois em Área Urbana ou de Expansão Urbana e, na fixação dos parâmetros urbanísticos para estabelecer o coeficiente de aproveitamento máximo, deverá considerar a proporcionalidade entre a infra-estrutura existente e o aumento da densidade esperado em cada área, zona ou bairro para efeito de aplicação da outorga onerosa do direito de construir e da transferência do direito de construir, devendo o coeficiente de aproveitamento máximo ser obtido mediante a observância conjunta dos diversos parâmetros urbanísticos: gabarito, taxa de ocupação, recuos ou afastamentos, dentre outros, conforme estabelecidos pela mesma legislação.

(...)

§ 8º Os recursos auferidos com a adoção da outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso serão aplicados para a realização das seguintes finalidades: I - regularização fundiária; II - execução de programas e projetos habitacionais de interesse social; III - constituição de reserva fundiária; IV - ordenamento e direcionamento da expansão urbana; V - implantação de equipamentos urbanos e comunitários; VI - criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes; VII - criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental; VIII - a proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

SEÇÃO IV DA TRANSFERÊNCIA DO DIREITO DE CONSTRUIR

Art. 125. O Poder Executivo poderá autorizar o proprietário de imóvel urbano, privado ou público, a exercer em outro local ou a alienar, mediante escritura pública, o direito

de construir previsto nesta lei ou em lei dela decorrente, quando o referido imóvel for considerado necessário para fins de:

I - implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

II - preservação, quando o imóvel for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social ou cultural;

III - servir a programas de regularização fundiária, urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda e habitação de interesse social.

§ 1º O direito de preferência será exercido sempre que o Poder Executivo necessitar de áreas para:

a) regularização fundiária;

b) execução de programas e projetos habitacionais de interesse social;

c) constituição de reserva fundiária;

d) ordenamento e direcionamento da expansão urbana;

e) implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

f) criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;

g) criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental;

h) proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

(...)

§ 2º O direito de preferência a que se refere este artigo será exercido nos termos da lei municipal mencionada no "caput", preferencialmente na aquisição de imóveis urbanos situados na Área de Expansão Urbana e nas Áreas Protegidas de interesse ambiental.

Art. 168. A área mínima do lote é fixada em 360 metros quadrados na área urbana e em 450 ou 800 metros quadrados na área de expansão urbana, de acordo com a zona em que se situem, conforme a Lei Municipal nº 919/2005 para parcelamento do solo para fins urbanos, até a publicação da nova legislação urbanística municipal a que se refere o artigo 167, I, b deste Plano Diretor.

Parágrafo único. Ficam revogadas as disposições da Lei 919/2005 no que conflitarem com este Plano Diretor, especialmente quanto aos limites da Área de Expansão Urbana, quanto aos limites da Zona de Amortecimento, e dimensões dos lotes para a formação

de sítios de recreio, e em relação à área de expansão urbana dos núcleos urbanos 01 (Rocha Leão) e 03 (Cantagalo), de que tratam os parágrafos 1º e 2º do artigo 86, e ainda no que concerne às Áreas Protegidas, conforme o artigo 87 desta Lei.

Art. 171. Fica vedada a construção de edificações com mais de dois pavimentos nos lotes com testada para a orla marítima do Município, para os cursos d'água e lagoas existentes na área urbana e de expansão urbana.

(...)

ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS

1. São as áreas inseridas no perímetro urbano ou de expansão urbana, que estejam ocupadas ou comprometidas com a ocupação humana; caracterizadas pela existência de edificações destinadas à habitação, comércio, indústria ou utilização institucional, dotadas de equipamentos de infraestrutura básica mínima como: vias de circulação pavimentadas ou não, escoamento das águas pluviais; soluções para o abastecimento de água potável, para o esgotamento sanitário e energia elétrica domiciliar; coleta e tratamento de resíduos sólidos urbanos, sendo servidas de ao menos um dos equipamentos comunitários seja de saúde, educação, cultura, lazer ou similares, mantidos pelo Município; sendo áreas normalmente utilizadas pelos cidadãos para fins urbanos, mesmo que a infraestrutura não esteja completa.

2. Onde ocorreu o fenômeno da urbanização, entendendo-se também como área urbana consolidada aquela existente na área urbana ou de expansão urbana que é utilizada para fins urbanos e não rurais. ÁREAS URBANIZÁVEIS São áreas do território municipal, passíveis de serem urbanizadas para fins de habitação, instalação de indústrias ou comércio, tornando-se assim urbanas (ainda que fora do perímetro urbano ou de expansão urbana), uma vez dotadas de infraestrutura básica e equipamento público comunitário mantido pelo Município. A lei municipal pode considerar urbanas as áreas urbanizáveis ou de expansão urbana (§ 2º do artigo 32 da Lei 5.172/66 - Código Tributário Nacional). As áreas urbanizáveis constituem parte destacada do perímetro urbano ou de um núcleo urbano já delimitado, ao passo que a área de expansão urbana é a que se reserva em continuação a mancha urbana, para receber novas construções e serviços públicos, possibilitando o normal crescimento da cidade.

URBANIZAÇÃO CONSOLIDADA

1. Parte do solo do território municipal onde se consolidou o fenômeno da urbanização, ou seja, o solo tornou-se urbano definitivamente e sem possibilidade de voltar a ser rural.

2. Local da área urbana ou de expansão urbana, onde o solo está comprometido com a ocupação humana, caracterizada por utilização efetivamente urbana, em oposição à utilização rural. Ver também áreas urbanas consolidadas. URBANIZAÇÃO ESPECÍFICA É forma de urbanizar uma gleba em Área de Expansão Urbana, ou ainda na Área Rural para uma finalidade específica, seja habitação, para destinação comercial, industrial, cultivo da terra, ou outra finalidade de interesse público. Ver áreas urbanizáveis. URBANO-AMBIENTAIS Que se refere ao urbanismo e ao meio ambiente, reciprocamente considerados.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

Distribuição no espaço urbano (área urbana e de expansão urbana) dos diferentes tipos de uso, público e privado, gerados pelas diferentes funções humanas de residir, trabalhar, recrear, circular, enfim, das funções que asseguram a efetiva realização da boa vida humana na cidade. Os tipos de usos do solo são: residencial e não residencial. Os não residenciais são: o comercial, industrial, institucional e de circulação. Cada um deles ocupa o solo diferentemente, motivo pelo qual a expressão vem sempre com sua complementação, ocupação do solo urbano: uma construção pode ocupar parcelas diferentes do lote urbano e situar-se dentro dele também de modos diferentes (recuos diferentes, sobre o terreno, sobre pilotis, etc.). Os usos e ocupações do solo podem ser os existentes ou os previamente ordenados, planejados. A lei de zoneamento urbano regulamenta os usos e ocupação do solo urbano, estabelecendo para cada zona as normas e restrições urbanísticas. A lei de zoneamento divide o território da área urbana e de expansão urbana em zonas menores, claramente definidas e delimitadas, para as quais são prescritos: os tipos de uso do solo permitidos (residencial, comercial, industrial e institucional); as taxas, coeficientes ou índices de ocupação e de aproveitamento dos lotes pelas construções, os recuos mínimos com relação às divisas dos lotes, gabaritos de altura das construções, áreas e medidas mínimas dos lotes, densidades demográficas, dentre outras normas urbanísticas.”

A Figura 4.7, apresenta o macrozoneamento de Rio das Ostras, com indicação das áreas de expansão urbana e zona urbana consolidada.

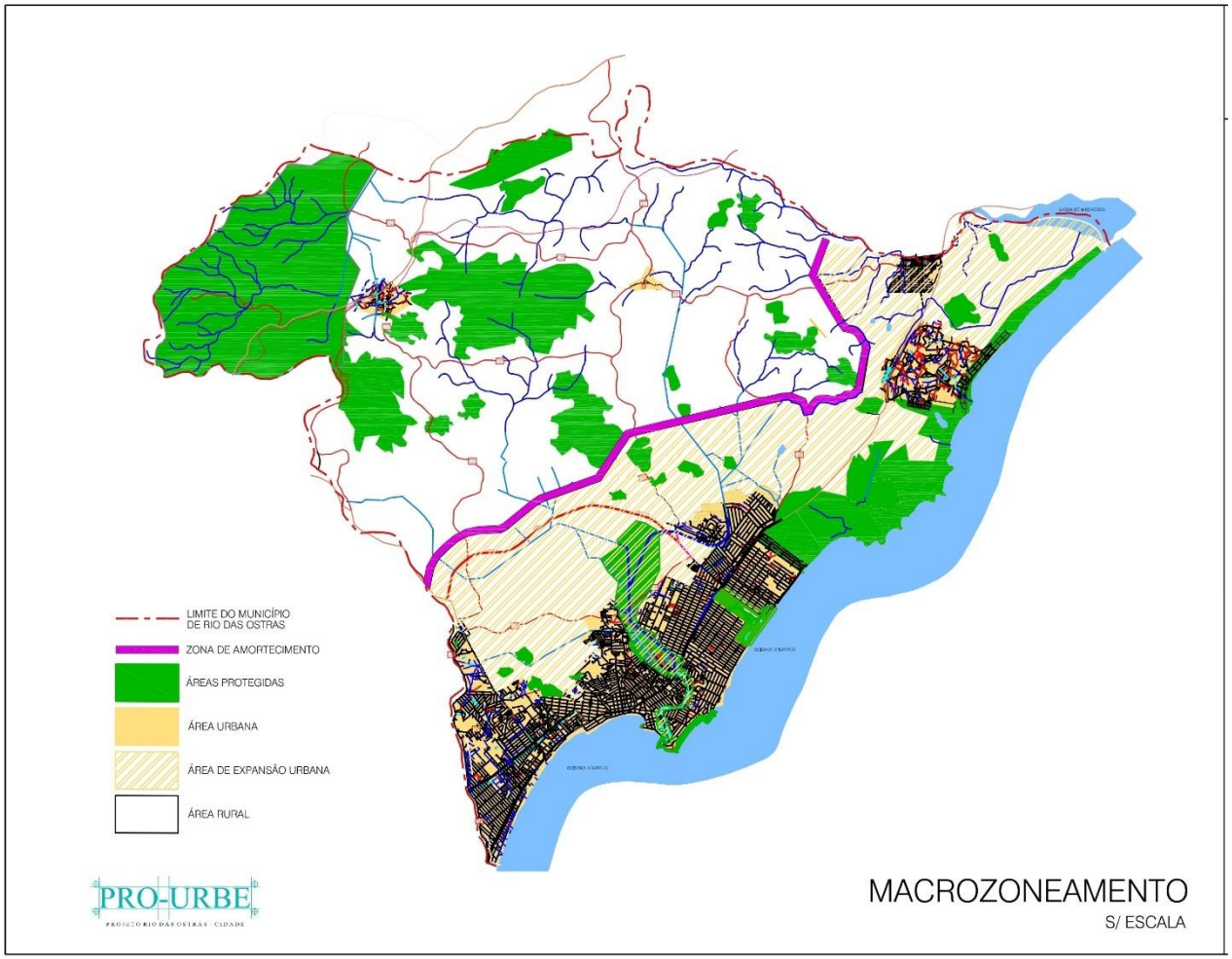


Figura 4.7 - Macrozoneamento de Rio das Ostras.
Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Rio das Ostras - Plano Diretor (RIO DAS OSTRAS, 2006).

4.3.2.11 São Pedro da Aldeia

Não há uma especificidade no tocante à expansão urbana mencionada pelo Plano Diretor de São Pedro da Aldeia, salvo quando há o direito de preempção pelo Poder Público, como segue abaixo (SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2005):

> "Art. 36 - O direito de preempção será exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para: I - regularização fundiária; II - execução de programas e projetos habitacionais de interesse social; III - constituição de reserva fundiária; IV - ordenamento e direcionamento da expansão urbana; V - implantação de equipamentos urbanos e comunitários; VI - criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes; VII - criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental; VIII - proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.
>
> Parágrafo único. A lei municipal prevista no parágrafo 1º do Art.35 desta LEI deverá enquadrar cada área em que incidirá o direito de preempção em uma ou mais das finalidades enumeradas no caput deste artigo."

4.3.2.12 Saquarema

Os artigos 116 e 118 do Plano Diretor de Saquarema mencionam as Macrozonas de Expansão Urbana de Saquarema, Bacaxá e Sampaio Correia, caracterizadas pela ausência ou a precariedade de infraestrutura e acesso aos serviços públicos que impedem a adequada ocupação. Corrigidas essas deficiências, essas áreas, servirão à expansão do tecido urbano, permitindo seu progressivo adensamento e o atendimento aos direitos de cidadanias dos seus moradores.

Seguem abaixo os principais artigos, retirados do Plano Diretor, que caracterizam a expansão urbana do município de Saquarema (SAQUAREMA, 2021).

> "Art. 2º São objetivos do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável:
>
> I. Orientar a atuação do Poder Público e da iniciativa privada;
>
> II. A expansão urbana e rural da Cidade;
>
> III. Promoção da função social da cidade, especialmente: o acesso à moradia, ao transporte público, à saúde, à educação, ao saneamento básico, à infraestrutura urbana, à cultura e ao lazer;
>
> IV. Melhoria da qualidade de vida da população.
>
> Art. 14 O Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável tem por objetivo:

- Promover a ordenação do território municipal através de controle do uso e da ocupação do solo nas áreas urbana e rural;
- Identificar as tendências de expansão urbana sobre o território, orientando para os vetores de crescimento que não acarretem comprometimentos socioambientais imediatos ou potenciais;
- Preservar e recuperar as áreas de interesse ambiental e o patrimônio cultural;
- Induzir a ocupação das áreas de expansão urbana, estabelecendo índices urbanísticos compatíveis com as características ambientais.

Art. 196 Os recursos auferidos com a adoção da outorga onerosa do direito de construir serão aplicados:

- A regularização fundiária;
- Na execução de programas e projetos habitacionais de interesse social;
- Constituição de reserva fundiária;
- Ordenamento e direcionamento da expansão urbana;
- Na implantação, manutenção e reforma de equipamento públicos urbanos e comunitários;
- Criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;
- Criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental, histórico e cultural;
- Proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

Art. 197 O impacto da outorga onerosa do direito de construir deverá ser controlado, permanentemente, pelo CONCID que tornará públicos os relatórios do monitoramento do uso do instrumento.

Art. 100 As ações estratégicas do Sistema Hidroviário são:

- Ser opção modal de conexão entre macrozonas ligando a Macrozona Urbana de Saquarema (MZUS) à Macrozona de Expansão Urbana de Saquarema (MZEUS);
- Adequar interferências existentes nas lagunas para garantir condições de navegabilidade, bem como garantir que novas obras não provoquem interferências na navegação fluvial;

Art. 112 O Poder Público promoverá a revisão da legislação urbanística observando as seguintes diretrizes:

- Rever as legislações de Zoneamento e de Parcelamento do Solo, o Código de Obras, o Código de Posturas, o Código Municipal de Meio Ambiente e o Código Tributário para adequar essas leis às diretrizes do Plano Diretor;
- Determinar as zonas nas quais será permitida a verticalização. Essas construções deverão ser limitadas de modo a privilegiar tal ocupação nas áreas mais centrais, com contrapartidas que ampliem os espaços de circulação e uso público sem obstruir a paisagem urbana atual;
- Desenvolver as diretrizes de ocupação da Macrozona de Expansão Urbana nos setores definidos no macrozoneamento;
- Garantir a reserva de áreas de lazer em terrenos com declividade inferior a 30% (trinta por cento), na aprovação de novos loteamentos;
- Criar áreas urbanas e de expansão urbanas;
- Criar áreas impróprias para urbanização;
- Criar áreas de especial interesse ambiental;
- Criar áreas rurais e de expansão rural;
- Impedir a destinação urbana às áreas consideradas como rurais.

Art. 113 O Poder Público adotará as seguintes diretrizes na revisão da Lei de Parcelamento do Solo:

- Estabelecer parâmetros para a definição das áreas públicas na aprovação de novos loteamentos que estejam dentro da zona de expansão urbana definida no macrozoneamento. Deverá ser considerada a densidade de ocupação, diferenciando:

a) No caso de áreas verdes: parques, praças, campos, áreas verdes ornamentais;

b) No caso de áreas institucionais: áreas para saúde, escola, creches, lazer e cultura.

CAPÍTULO II DO MACROZONEAMENTO

Art. 114 O macrozoneamento é o primeiro nível de definição das diretrizes espaciais do Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável que condiciona o uso e a ocupação do solo no território municipal, em concordância com as estratégias de política urbana, fixando as regras

fundamentais de ordenamento do território com o objetivo de definir diretrizes para a integração entre as áreas aptas à ocupação humana.

Art. 115 Levando-se em consideração a estrutura urbana e regional do Município de Saquarema, o seu território foi dividido em 12 (doze) Macrozonas:

- Macrozona Urbana de Saquarema (MZUS)
- Macrozona Ambiental de Vilatur (MZAV)
- Macrozona de Expansão Urbana de Saquarema (MZEUS)
- Macrozona Urbana de Bacaxá (MZUB)
- Macrozona de Expansão Urbana de Bacaxá (MZEUB)
- Macrozona Rururbana de Bacaxá (MZRUB)
- Macrozona Rural de Bacaxá (MZRB)
- Macrozona Urbana de Jaconé (MZUJ)
- Macrozona de Expansão Urbana de Sampaio Correia (MZEUSC)
- Macrozona Rururbana de Jaconé (MZRUJ)
- Macrozona Rural de Sampaio Correia (MZRSC)
- Macrozona Ambiental de Sampaio Correia (MZASC)

Art. 116 As Macrozonas de Expansão Urbana correspondem às áreas delimitadas no Mapa de Macrozoneamento, anexo 01, desta Lei Complementar, tais áreas tem por característica a ausência ou a precariedade de infraestrutura e acesso à serviços públicos que impedem a adequada ocupação. Após a correção dessas deficiências, essas áreas, servirão à expansão do tecido urbano, permitindo seu progressivo adensamento e o atendimento aos direitos de cidadanias dos seus moradores.

Art. 117 São objetivos das Macrozonas de Expansão Urbana

- Controlar os processos de adensamento construtivo em níveis intermediários de modo a evitar prejuízos para os bairros e sobrecargas no sistema viário local de áreas localizadas em pontos distantes dos sistemas de transporte coletivo;
- Promover a mobilidade urbana sustentável por meio da melhoria e complementação dos sistemas de circulação, da integração de transporte e uso do solo, priorizando os modos

de transporte público coletivo e os não motorizados, dotando-os de condições adequadas de sinalização e acessibilidade universal;

- Melhorar as condições urbanísticas dos bairros, com oferta adequada de equipamentos públicos urbanos e comunitários;
- Incentivar a consolidação das centralidades de bairro existentes, melhorando a oferta de serviços, comércios e equipamentos comunitários, bem como de serviços públicos de natureza social e coletivo;
- Estabelecer mecanismos para adequar a instalação de empreendimentos em relação ao entorno, garantindo a integração, capilaridade e conectividade entre áreas públicas e privadas;
- Promover o manejo das águas pluviais urbanas e ações que garantam a permeabilidade do solo minimizando a ocorrência de problemas críticos de inundações, enchentes e alagamentos;
- Fomentar as atividades econômicas sustentáveis, estimulando a inovação, o empreendedorismo, a economia solidária e a redistribuição das oportunidades de trabalho no território;
- Promover novos parcelamentos do solo que contemplem os seguintes requisitos ambientais:

    a) Utilizar-se de boas práticas visando à Infraestrutura de Alto Desempenho, aplicáveis ao corte típico da via urbana - incluindo faixas de rolamento, passeios, redes subterrâneas de serviço, infraestrutura de controle da água pluvial, jardins e elementos da paisagem urbana;

    b) No nível de especificações padronizadas, otimizar o desempenho, minimizar o impacto ambiental, utilizar materiais de modo mais eficiente, melhorar as práticas de construção ou estender o ciclo de vida dos componentes;

    c) Utilizar diodos de emissores de luz eficientes para a iluminação das vias públicas, de modo a aumentar a eficiência e reduzir o consumo de energia;

    d) Utilizar projetos eficientes no consumo de água e com uso de plantas tolerantes a períodos de estiagem, de modo a reduzir as necessidades de irrigação e o consumo de água potável;

Art. 118 São objetivos específicos das Macrozonas de Expansão Urbana de Saquarema, Bacaxá e Sampaio Correia:

I- Macrozona de Expansão Urbana de Saquarema (MZEUS):

a) Criar ações buscando promover o turismo cultural e o ecoturismo sustentável;

b) Criação de um modal rodoviário, visando a conexão com as demais macrozonas;

c) Identificação e criação de um núcleo agropecuário, com a finalidade do estímulo e o desenvolvimento da agricultura familiar de pequeno e médio porte e do artesanato local, potencializando o beneficiamento dessa produção local;

d) Ordenar o uso e a ocupação do solo, de forma a coibir a ocupação irregular, respeitando as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades conforme o plano de manejo das Unidades de Conservação;

II- Macrozona de Expansão Urbana de Bacaxá:

a) Incentivar o uso e ocupação do solo ordenado, de modo a promover a ocupação de forma sustentável;

b) Garantir a construção de Habitação de Interesse Social (HIS) na macrozona;

c) Melhorar a mobilidade urbana da macrozona, ampliando o acesso aos meios de transporte públicos;

d) Promover programas de regularização fundiária de forma promover a reestruturação urbana.

III- Macrozona de Expansão Urbana de Sampaio Correia:

a. Promover ações que visem a preservação ambiental incentivando o ecoturismo sustentável;

b. Ordenar o uso e a ocupação do solo, de forma a coibir a ocupação irregular, respeitando as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades conforme o plano de manejo das Unidades de Conservação;

c. Gerar recursos e incentivos às indústrias sustentáveis no polo industrial de forma a estimular a criação de empregos locais;

d. Garantir a construção de Habitação de Interesse Social (HIS) na macrozona;

e. Promover ações que gerem melhoramento na qualidade de vida da população;

f. Estimular o uso de comércio, promovendo a diversidade do comércio local e a geração de empregos na região;

g. Estimular a salvaguarda à memória e a preservação do patrimônio cultural da Usina de Santa Luiza.

Art. 172 A implementação do parcelamento, da edificação e da utilização compulsória do solo urbano objetiva:

- Otimizar a ocupação de áreas da cidade dotadas de equipamentos públicos urbanos e comunitários, coibindo a expansão urbana na direção de áreas não servidas de infraestrutura, bem como nas áreas ambientalmente frágeis;
- Aumentar a oferta de lotes urbanizados nas áreas consolidadas da malha urbana;
- Coibir a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização.

Art. 196 Os recursos auferidos com a adoção da outorga onerosa do direito de construir serão aplicados:

- A regularização fundiária;
- Na execução de programas e projetos habitacionais de interesse social;
- Constituição de reserva fundiária;
- Ordenamento e direcionamento da expansão urbana;
- Na implantação, manutenção e reforma de equipamento públicos urbanos e comunitários;
- Criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;
- Criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental, histórico e cultural;
- Proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.”

Na Figura 4.8, pode ser verificado o macrozoneamento do município de Saquarema, indicando as áreas de expansão urbana.

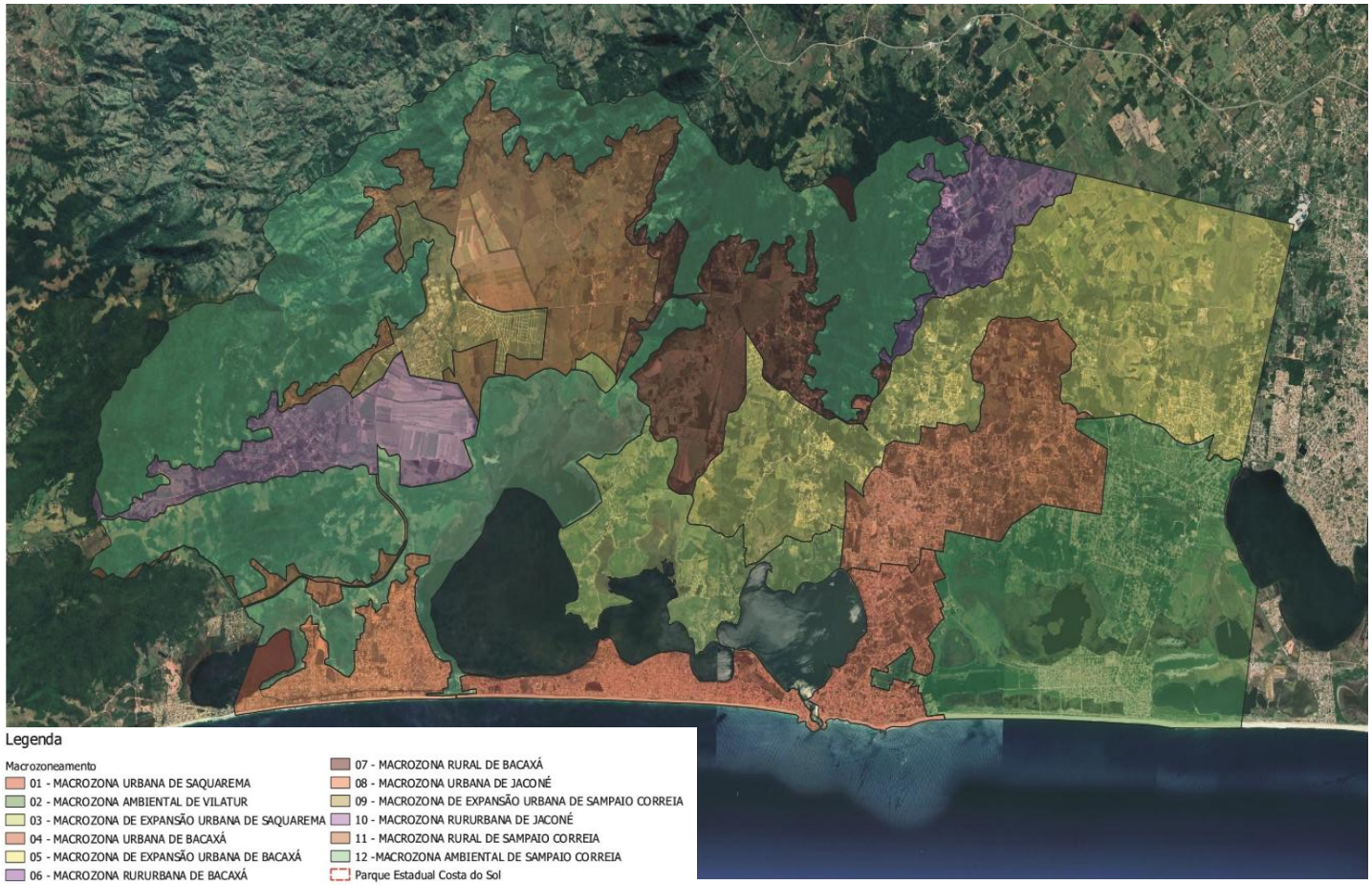


Figura 4.8 - Macrozoneamento de Saquarema.
Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal - Plano Diretor (SAQUAREMA, 2021).

4.3.2.13 Silva Jardim

O Plano Diretor de Silva Jardim não faz uma referência clara quanto a sua política de expansão urbana. Há apenas 2 artigos que citam a expansão urbana do município de maneira bem genérica (SILVA JARDIM, 2006).

> "Art. 122 - As Zonas de Expansão Urbana são aquelas destinadas à ocupação necessária ao crescimento da cidade.
>
> Art. 123 - As Zonas de Expansão Urbana estabelecem o sentido de expansão das áreas urbanas e definem a localização dos investimentos públicos em infraestrutura e assentamentos urbanos."

4.3.3 Atividades Turísticas

A RH-VI, possui um significativo potencial turístico devido a presença de inúmeras praias, lagoas e reservas naturais, e tem como foco as principais cidades turísticas de Cabo Frio, Armação dos Búzios e Arraial do Cabo.

Dentre as principais praias da região pode-se citar a Praia do Forte; Praia do Peró; Praia Grande e Praia das Conchas em Cabo Frio; Praia de Geribá; Praia Azeda e Azedinha; Praia de João Fernandes em Búzios; e Praia do Forno.

Além das praias, conta também com diversas lagoas e reservas naturais, que oferecem opções de turismo ecológico e de aventura. Dentre as lagoas mais conhecidas e procuradas estão a Lagoa de Araruama e a Lagoa de Saquarema. Já as reservas naturais incluem o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, a Reserva Ecológica de Macaé de Cima e a Reserva Ecológica da Juatinga.

Em função das praias e lagoas, a região é bastante procurada para prática de atividades aquáticas que incluem passeios de barco, *jet-ski*, mergulho, *kitesurf*, *windsurf*, *stand-up paddle* e caiaque.

Além do turismo natural, destaca-se a região o turismo histórico e cultural, marcado principalmente pela presença do Centro Histórico de Cabo Frio, que possui construções coloniais e históricas, e Armação dos Búzios, com a Igreja de Nossa Senhora dos Remédios.

Nos itens a seguir estão apresentados os atrativos turísticos dos municípios da Região Hidrográfica Lagos São João:

4.3.3.1 Araruama

O potencial turístico de Araruama, conforme o site da prefeitura (PREFEITURA DE ARARUAMA, 2017), está nas 14 praias oceânicas e os seus 6 lagos de águas calmas, em especial a Lagoa do Centro e suas salinas, que por décadas foi um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da Região dos Lagos. O município é abastecido por uma rede de pousadas e hotéis, restaurantes, shopping centers e o Mercado de Roupas, situado na praia do Barbudo.

Quanto a programação cultural, Araruama realiza o Projeto Varanda Cultural, desenvolvido pela Secretaria de Cultura, que leva a capoeira, makulelê, samba de roda e música para a Praça Antônio Raposo durante o mês de julho, no Espaço de Interação Popular. O município também oferece aos seus cidadãos acesso ao audiovisual por meio dos projetos Cineclube Tupinambá, Tutano Filme Clube (Programa Cine Mais Cultura) e Cinema Cinemagic Araruama.

O município também cultiva a tradição na confecção dos tapetes de sal para a celebração de Corpus Christi. No mês de junho ocorre a Marcha para Jesus, com diversas atrações da música gospel. O evento é uma realização do Conselho de Pastores Evangélicos do Município de Araruama (COPEMA). Outro ponto turístico e de perpetuação da cultura pentecostal é a Praça da Bíblia.

Araruama dispõe do Espaço Cultural da Praça Antônio Raposo, sob gestão da Secretaria de Cultura, onde há exposições e cursos, além do Teatro Municipal Prefeito Graciliano Torres e Salão Iconográfico.

Araruama também oferece turismo histórico. No município há fazendas históricas importantes que refletem o ciclo do café e da cana de açúcar como as fazendas Aurora, Monte Belo, Tiririca, Capitão Francisco Leite, Parati. Elas se destacaram pela importância no desenvolvimento econômico da região.

O Museu Arqueológico de Araruama também possui um importante acervo com 20 sítios cadastrados e que retratam a vida e história dos índios Tupinambás. A Paróquia São Sebastião também faz parte deste acervo. Ela foi construída quando, em 1615, padres iniciaram as obras das primeiras igrejas e conventos da região.

Por fim, a cidade conta com o Parque de exposição Araruama. Nele ocorrem diversos eventos, entre eles a Exposição Agropecuária e Industrial da Região dos Lagos “com parque de

diversões, concurso leiteiro, rodeio, provas de hipismo rural, exposição de gado bovino e equino, exposição de produtos agrícolas e de pequenos animais, supercross e shows musicais" (PREFEITURA DE ARARUAMA, 2017).

4.3.3.2 Armação dos Búzios

Conforme dados da prefeitura (PREFEITURA DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, 2023), Armação de Búzios é constituída por 23 praias. No píer do centro (Praia do Canto) e na Praia dos Ossos, é possível encontrar os táxis marítimos que levam as praias do lado norte: Azeda, Azedinha, Armação, João Fernandes, João Fernandinho, Canto, Tartaruga e Manguinhos.

No píer da Armação e no pier do Centro (Praia do Canto), diariamente, acontecem as saídas dos passeios de barco, nos turnos da manhã e da tarde. É possível adquirir seus tickets de embarque nas agências de turismo ou com os vendedores credenciados espalhados pela cidade.

Segue a relação das 23 praias do município: Praia da Gorda; Praia Rasa; Praia de Manguinhos; Praia da Tartaruga; Praia das Virgens; Praia dos Amores; Praia do Canto; Praia da Armação; Praia dos Ossos; Praia Azeda e Azedinha; Paias João Fernandes e João Fernandinho; Praia Brava; Praia Olho de Boi; Praia do Forno; Praia da Foca; Praia da Ferradura; Praia dos Amores; Praia da Ferradurinha; Praia de Geribá; Praia de Tucuns; Praia de José Gonçalves; Praia das Caravelas; Praia das Moças.

Além das belezas naturais, Armação de Búzios conta também com uma refinada produção cultural, tais como o Projeto Sal na Vista - Cinema de Graça na Praça Tia Uia, além de campeonatos esportivos como o Campeonato Estadual de Motocross e Supercross. Outro ponto turístico e cenário de manifestações culturais é a Rua das Pedras, espaço de badalação, com a concentração de diversos restaurantes, bares, lojas e danceterias.

4.3.3.3 Arraial do Cabo

O site da prefeitura de Arraial do Cabo não traz informações suficientes sobre as atividades turísticas no município. Em consulta ao site Guia do Turismo Brasil (GUIA DO TURISMO BRASIL, 2023a), relata-se Arraial do Cabo como a capital do mergulho, além de suas belas paisagens.

De acordo com o Guia, "o município reúne algumas das mais belas paisagens do litoral brasileiro, como dunas, restingas, lagoas, praias e costões. A cidade é costeira, e tem uma altitude média de apenas oito metros. Os mergulhadores encontram os melhores pontos do país

para praticar o esporte. Além das águas transparentes, Arraial do Cabo abriga uma diversificada vida marinha - são tartarugas, meros, lulas, lagostas, arraias e até golfinhos que vivem em harmonia nas ilhas do Farol e dos Porcos, nos sacos do Cherne e do Cordeiro, na praia do Forno, na Ponta D'Água e na Gruta Azul" (GUIA DO TURISMO BRASIL, 2023a).

Arraial do Cabo também oferece boa gastronomia e hospedagens. Em suma, a especialidade do município são frutos do mar. Os passeios de barco também são famosos diante das belas paisagens e com parada na praia do Farol e vista do pôr-do-sol no Pontal do Atalaia.

4.3.3.4 Cabo Frio

Cabo Frio é um dos principais centros turísticos da região, com grande rede de hotéis e pousadas. As oito praias do município, famosas pela areia branca e fina, são a Praia do Forte, Ilha do Japonês, Praia das Conchas, Praia do Peró, Praia do Siqueira, Praia Brava, Praia do Foguete e Praia do Pontal do Peró.

Além das belezas naturais, o município também dispõe de potencial histórico, cultural, gastronômico, ecoturismo, aventura, compras e artesanato.

Seguem abaixo os principais pontos turísticos, conforme dados no site da prefeitura (PREFEITURA DE CABO FRIO, 2023):

- Casa-Ateliê Carlos Scliar: espaço com um rico acervo de obras de artistas renomados, e onde são realizados cursos de desenho, pintura, gravura e cerâmica;
- Convento Nossa Senhora dos Anjos: sede do Museu de Arte Religiosa e Tradicional foi fundado em 1616. O espaço hoje oferece exposições itinerantes, saraus, manifestações de cultura popular e um extenso acervo religioso em arte barroca;
- Morro da Guia e Capela Nossa Senhora da Guia: espaço com uma vista panorâmica da cidade, além da possibilidade de observar vestígios do período tupinambá e a Capela de Nossa Senhora da Guia, fundada em 1740;
- Casa de Cultura José de Dome – Charitas: o espaço oferece exposições fixas e itinerantes, além de programações culturais;
- Forte São Matheus: é um monumento construído pelos portugueses no século XVII para impedir as invasões francesas e holandesas. É tombado pelo IPHAN e está situado na Praia do Forte;

- Igreja Nossa Senhora da Assunção: fundada em 1667 em estilo jesuítico, onde se encontra a imagem da Padroeira da cidade;
- Espaço Cultural do Surfe: espaço que retrata a história do surfe nacional, com um acervo de mais de 800 pranchas de diferentes modelos, além de vestimentas, troféus e objetos da cultura praiana de diferentes épocas;
- Fazenda Campos Novos: foi fundada pela Companhia de Jesus. Em séculos passados foi o principal complexo agrícola da região no litoral fluminense. O local também foi desembarque de navios clandestinos e de escravos, após 1850. Atualmente, pertence à prefeitura e é composta por uma casa, igreja e cemitério. É considerado um dos conjuntos arquitetônicos mais importantes do país. A Fazenda também já serviu de hospedagem para importantes personagens da história brasileira. Além disso, já foram identificados também vestígios sambaquianos, população pré-histórica do litoral;
- Ponte Feliciano Sodré: foi fundada em 1926 para a navegação dos veleiros de sal após o desabamento de uma ponte anterior de constituição férrea;
- Ecoturismo: a cidade conta com o Parque Municipal da Boca da Barra (inserido no Parque Estadual da Costa do Sol) em seis municípios da região. Esta área também está inserida na APA do Pau Brasil, situada entre Cabo Frio e Armação dos Búzios e parte do núcleo Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O espaço é atrativo para a realização de trilhas e outras atividades de ecoturismo.
- Turismo Esportivo: Cabo Frio também é uma importante rota para praticantes de Vela e Kite Surf, com os principais pontos para a prática a Barra do Uma, Lagoinha do Foguete. Lagoa das Palmeiras. Praia do Peró. Praia do Forte. A prática do skate também é um outro chamariz no município, que dispõe do espaço Skate Park Allan Mesquita, palco este inserido no roteiro de campeonatos mundiais.

4.3.3.5 Cachoeira de Macacu

O município conta com uma fundação, denominada Fundação MACATUR Cultura e Turismo (MACATUR, 2023), destinada a promover e incentivar o turismo para o desenvolvimento econômico e social da região, além de realizar a divulgação, valorização e preservação do patrimônio cultural. Conforme o site da Fundação, compõem como atividades turísticas do município:

- Casa da Arte Wellington Lyra (CAWELL): espaço que dispõe de uma escola de artes, exposições e cineteatro;
- Poço das Bruxas: situado no Rio Macacu, na localidade de Boca do Mato. A região é lembrada pelas águas cristalinas e facilidade de acesso;
- Anfiteatro de Papucaia: espaço destinado para apresentações artísticas;
- Boca do Mato: localidade situada na Serra de Cachoeiras de Macacu, com altitudes que variam de 230 a 600 metros acima do nível do mar:
- Parque Estadual dos Três Picos: famoso por ser a maior Unidade de Conservação do Estado do Rio de Janeiro. Ao todo são 46.530 hectares, com um perímetro de 512 km;
- Tenda Espírita N.S. da Piedade: é a primeira tenda de umbanda fundada no Brasil. Foi fundada em 1908 por Zélio Fernandino de Moraes, após passagens pelo Rio de janeiro e São Gonçalo/RJ. O lugar é conhecido como a Roma da Umbanda;
- Antiga Estrada de Ferro Leopoldina: possui exuberante beleza cênica natural. O espaço é utilizado para caminhadas e cicloturismo;
- Cachoeira Sete Quedas: cachoeira com 60 metros de altura e de razoável acesso.
- Ruínas de São José da Boa Morte: são consideradas um marco histórico do município. A construção é do século XVIII, com tombamento pelo INEPAC em 1989;
- Ruínas Santíssima Trindade-Papucaia: é uma igreja do século XVIII, atualmente em ruínas;
- Poço Tanque Grande: com 1.000 m² de área e profundidade que varia entre um e três metros, possui um escorrega natural, formado pelas águas do Rio Guapiaçu;
- Rio Guapiaçu: em suas margens há a prática do camping;
- Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA): o espaço é administrado por uma ONG, responsável pela realização de pesquisa, visitação e recuperação da Mata Atlântica;
- Parque Terra Santa: parque temático e ambiental, que narra a vida de Jesus Cristo por meio de estátuas de tamanho real;
- Igreja Sant´Anna de Japuíba: fundada em 1732;

- Centro Cultural Casarão de Japuíba - Sara Nascimento Azeredo: foi a sede da Fazenda Sant`Anna de Japuíba. O espaço já foi escola, delegacia, cartório, residência, consultório médico e desde 2011 é um Centro Cultural. Em seu porão há um memorial dos escravos;

- Poço Valério: região mais visitada da cidade por conta do fácil acesso, e próximo da RJ 116, contando com infraestrutura de bares, mercado, pausadas e restaurante. O bairro ainda é cortado pelos Rio Macacu, que dá nome a cidade, o Rio Valério que dá nome a Região, mais o Rio Souza e Rio São Joaquim, com outros inúmeros poços distribuído por esses rios.

4.3.3.6 Casimiro de Abreu

Casimiro de Abreu dispõe de um interessante potencial turístico ecológico. Conforme dados registrados no site da prefeitura (PREFEITURA DE CASIMIRO DE ABREU, 2023), há a Fazenda São João (que além de um ponto de visitação é também um hotel com estilo colonial português envolto a muita natureza); o Sítio Santa Isolina (que recebe visitantes para conhecer as lavouras e produtos orgânicos); a Fazenda Bom Retiro (que é também uma RPPN que oferece caminhadas, expedições ecológicas, plantio de mudas, colheita de hortaliças e produção agrícola sem uso de agrotóxicos); a Reserva Biológica União (criada em 1998 que corta os municípios de Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé, e é destinado a pesquisa científica e educação ambiental).

Outro potencial, no que tange às belezas naturais, são os rios e praias. O rio São João, que é bastante indicado para navegar e rico em diversidade de mata nativa, mangues e aves. A Prainha, que se encontra com o rio São João e onde se localiza a capela de São João Batista e o cemitério, ambos construídos no século XVII e onde estão os restos mortais do poeta Casimiro de Abreu. O Praião, localizado em Barra de São João, com 9km de praia urbanizada e propícias aos esportes aquáticos, pesca esportiva, caminhadas, corrida e passeios de bicicleta.

Acresce ao potencial turístico da cidade o Armazém das Artes, com acervo de artistas locais, a Casa de Cultura Estação Casimiro de Abreu (antiga Estação Ferroviária Federal onde correm cursos de pintura em tela e oficinas de mangá); a Praça Feliciano Sodré; a Ponte de Arame; o Casario de Barra de São João; a Ponte Caída (construída em 1942 para a travessia do Rio São João e ligação entre Cabo Frio e Barra de São João que desabou na década de 70); o Museu Casa de Casimiro de Abreu; a Praça As Primaveras; e o Circuito Gastronômico e Cultural da

Beira Rio, situado às margens do rio São João e que conta com cinco restaurantes, cada um com sua especialidade, e a presença dos seresteiros que animam o circuito que segue da Praça As Primaveras até a Praça do Canhão.

4.3.3.7 Iguaba Grande

De acordo com o site da Secretaria Estadual de Turismo (GOVERNO DO RIO DE JANEIRO, 2023), Iguaba Grande é conhecida por abrigar a maior laguna de água salgada da América Latina. Com cerca de 200 km de extensão, o local tem águas tranquilas e é ideal para a prática de esportes náuticos e passeios de jet-ski.

A cidade oferece boas opções de turismo de aventura, sendo a mais conhecida a Serra de Sapeatiba, com mais de 600 km de extensão e cerca de 350 m de altura. O Parque Natural Municipal de Iguaba Grande é uma Área de Preservação Ambiental (APA) repleta de vegetação e adequada para a prática de turismo sustentável.

As Palmeiras Imperiais emolduram toda a orla da praia central de Iguaba Grande. Centenárias, elas ajudam a contar a história da cidade, que se reforça nos Circuitos Rurais do "Arrastão da Pedra"' e da "Estrada da Capivara". Durante o passeio, os visitantes descobrem a história da Estrada de Ferro Maricá, caminham pela Rota dos Tropeiros e dos Armazéns antigos, participam de uma exposição de objetos que narram a história dos povos indígenas e da escravidão.

A Ilha de Santa Rita, cercada por ritos e mitos, também é uma opção a adeptos do turismo histórico, assim como a Casa de Cultura, que abriga a arte da cidade e a Capela de Nossa Senhora da Conceição, construída em 1761.

Seguem abaixo as principais atividades turísticas de Iguaba Grande:

- Lagoa de Araruama: principal ponto turístico da cidade e bastante frequentada por famílias e adeptos da esportes na água;
- Casa de Cultura:no passado era um local frequentado por coronéis e hoje é um espaço destinado a exposições de arte;
- Circuito do "Arrastão da Pedra" e "Estrada Capivara": visitação à Estrada de Ferro de Maricá, além de caminhadas na antiga rota dos tropeiros e armazéns antigos. No passeio há exposição de objetos que contam a história de povos indígenas e da escravidão;

- Espaço das Artes do SEMMA: espaço famoso pelos belos jardins e paisagens;
- Píeres: píer do Centro, píer da Cidade Nova, píer da antiga Prefeitura, píer do antigo Cais e píer do Popeye;
- Praça da Bíblia: famoso pelo complexo de lagos, tanque batismal e chafariz. Espaço utilizado para a práticas de esporte, visto a presença de quadra poliesportiva e parque infantil;
- Praça da Estação: espaço que oferece quadra poliesportiva, pista de skate e parquinho para crianças;
- Praça Edyla Pinheiro: espaço que dispõe de palco fixo para shows e eventos ao ar livre. Famoso também pelo belo trabalho paisagístico;
- Horto Municipal: localizado no povoado Chácara das Rosas, próximo à divisa oeste de Iguaba. Espaço onde são cultivadas bromélias e que são transferidas para os jardins públicos;
- Trilhas: Serra de Sapeatiba; Reserva da Ponta da Farinha; APA das Andorinhas; Morro dos Canellas; Parque Natural Municipal de Iguaba Grande;
- Capela Nossa Senhora da Conceição: fundada em 1761, em estilo colonial, pelo padre jesuíta Francisco Borges com a ajuda dos índios;
- Pedra da Salga: extensa laje de cor crema localizada ao norte da Lagoa de Araruama e próxima à ilhota de Santa Rita, no bairro da Cidade Nova. Região utilizada pelos pescadores tupinambás e jesuítas;
- Pedra do Lagarto: grande rocha preta, de aproximadamente 11 metros de comprimento, de granito ou gnaisse granitizado, em forma de um lagarto. Foi descoberta em março de 2008, quando estava sendo realizada uma prospecção no sítio histórico e geológico da Pedra da Salga, localizado na beira da Lagoa de Araruama. Conforme o site do município “é um indicador da existência de uma arte lítica regional que teria formado parte medular da complexa estrutura religiosa xamãnica praticada pelos sambaquianos (3000 – 1000 a.C, que construíram suas estruturas de forma de montículos com base de conchas e moluscos e formaram sete agrupações socioculturais independentes com identidades étnicas próprias baseada no xamanismo)”;

- Ilha de Santa Rita: situada em frente da praia de Cidade Nova. Na ilha há um pequeno ancoradouro e o oratório de Santa Rita de Cássia, de 1917. O local é bastante visitado para contemplar toda a orla de Iguaba Grande. Região famosa por lendas e histórias locais.

4.3.3.8 Maricá

Maricá é um extenso município, composto por vários bairros e distritos que dispõem de belezas naturais, como picos, praias e lagoas, além de uma riqueza de monumentos históricos, parques, praças, centros e eventos culturais. De acordo com o site da prefeitura (PREFEITURA DE MARICÁ, 2023), os principais potenciais turísticos que compõem Maricá são os seguintes:

- Igreja Matriz de Nossa Senhora do Amparo: foi fundada em 1802, sobre uma elevação artificial de aproximadamente três metros de altura, devido às cheias das lagoas e rios do entorno.
- Capela de Santo Antônio: local bastante visitado próximo ao dia 13 de junho, dia do santo e famoso por ser casamenteiro;
- Capela de São Jorge: local bastante visitado no dia 23 de abril, quando ocorrem as cavalgadas em homenagem ao santo guerreiro;
- Capela Nossa Senhora da Saúde: foi construída no final do século XVIII. Está localizada em ponto com vista panorâmica de todo o vale da Saúde, da Serra do Lagarto e do Rio Roncador.
- Orla de Araçatiba: espaço bastante frequentado após a sua revitalização, em 2018. A orla dispõe de 5 quilômetros, com equipamentos esportivos, academia ao ar livre, esculturas, restaurantes e pousadas;
- Orla das Amendoeiras: espaço bastante frequentado após a sua revitalização, em 2018. A orla dispõe de quadras de vôlei de praia e futevôlei, aparelhos de ginástica e brinquedos para crianças;
- Cachoeira do Espraiado: dispõe de 3 metros de queda d'agua e, em virtude do difícil acesso, é voltado para quem busca contato com a natureza;
- Farol de Ponta Negra: é considerado o patrimônio turístico e cultural da cidade. Foi inaugurado em 1909.

- Praia da Sacristia: situada entre as praias de Ponta Negra e Jaconé, sua faixa é bem pequena e considerada isolada. Nesta praia também há um pico com piscina natural de rochas vulcânicas e uma pequena gruta, com cerca de 5 metros de profundidade e que atrai muitos turistas em virtude das águas claras e temperaturas amenas;
- Pedra do Elefante: situado entre as praias de Itaipuaçu e Itacoatiara. Ponto mais alto do Parque Estadual da Serra da Tiririca é bastante procurado para a prática do ecoturismo e trilhas de nível pesado;
- Pico de Lagoinha: situado no ponto mais alto de Maricá, na localidade de Espraiado, o pico faz divisa entre os municípios de Maricá, Tanguá e Saquarema;
- Pico do Silvado: situado em região montanhosa e que faz divisa entre os municípios de Maricá, Itaboraí e Tanguá;
- Serra do Camburi: local voltado para a prática de trilha de nível moderado a pesado;
- Aldeia Indígena: situada entre os distritos de Itaipuaçu e São José do Imbassaí. O local é aberto ao turismo e há comercialização dos artesanatos produzidos pelos índios da região;
- Castelo Shiachticas: ateliê e residência de artistas plásticos, dispõe de um museu com peças antigas, tais como carros, utensílios, eletrodomésticos, fadas e piratas, expondo de forma lúdica todo seu acervo artístico;
- Orla de Itaipuaçu: com cerca de 15 km de extensão, a região é famosa pelo mar de águas claras.
- Capela Nossa Senhora das Graças: fundada em 1966 a Igreja tornou-se um marco histórico e um ponto de referência importante para os turistas;
- Paróquia São José: famosa por ser a primeira igreja construída no século XVII, em 1675, com a criação da freguesia de Santa Maria de Maricá. De arquitetura jesuítica, a Paróquia de São José é considerada um marco inaugural do município.
- Restinga de Maricá: definida como Patrimônio da Humanidade pela UNESCO enquanto Reserva da Biosfera é classificada pelo Ministério do Meio Ambiente como "Área de Extrema Importância Biológica".

- Orla do Marine: dispõe de um grande espaço de lazer, com quadras poliesportivas de areia, campo de futebol, academia, horta, pomar, parquinho, deck, aviário, estacionamento e muitos outros atrativos;
- Orla do Parque Nanci: ocupa uma área aproximada de 30 mil m², com quadras poliesportivas, pista de atletismo com quatro raias, rampa de acesso para jet-skis, quatro churrasqueiras, aparelhos de ginástica, iluminação especial e jardim decorado.
- Orla de Itapeba: área com cerca de 10 mil metros quadrados e que beira da lagoa. A orla dispõe de academia para terceira idade, playground, quadra de vôlei, 'futmesa', duas áreas reservadas para pescadores artesanais locais, mesas para piquenique, quiosques, horta urbana, vagas de estacionamento, aviário e rampa de descida para barcos e jet ski.
- Pedra do Macaco: local indicado para a prática de rapel e rico em flora e fauna local;
- Mesa dos mortais: instalação de bronze, situada no centro da cidade, e que representa um "papo" entre escritores e jornalistas;
- Capela São Pedro: representa toda a tradição religiosa e pesqueira do município. Foi erguida, em homenagem à São Pedro, santo padroeiro dos pescadores. Na passagem do Padre José de Anchieta por Maricá, no ano de 1584, aconteceu as margens desta lagoa, o "milagre da pesca miraculosa";
- Casa de Cultura: prédio em estilo neoclássico e cenário de um grande baile ocorrido no salão nobre em 1868 para a Princesa Isabel e seu esposo Conde D'Eu. Em 1985, foi tombada pelo Instituto Estadual do Patrimônio Cultural (Inepac). Atualmente abriga o Museu Histórico de Maricá, espaço onde há exposições dos mais significativos monumentos históricos da cidade;
- Praça Orlando de Barros Pimentel: principal praça do Centro de Maricá;
- Cine Teatro Henfil: espaço cultural gratuito, com letreiros que remetem aos cinemas antigos, como o Cine Odeon, no Rio de Janeiro;
- Orla da Praia da Barra de Maricá: com 9 km de extensão de areias claras, a Praia da Barra de Maricá possui águas transparentes e esverdeadas, sendo própria para banho, para prática de esportes a beira mar e pesca de linha.

- Praia de Cordeirinho: situada entre as praias de Ponta Negra e Guaratiba. Praia oceânica, com 4,5 Km de extensão e largura entre 15 e 20m. Vegetação rasteira típica de restinga, predominando espécies de gramíneas. Local muito agradável e tranquilo.
- Ecomuseu Bertha Lutz (Sede da Unidade de Conservação do Espraiado) - Área natural protegida, criada desde 2016 e vinculada à Secretaria de Cidade Sustentável.
- Orla de Jaconé - 11km de extensão, de ondas fortes, ideal para a prática de surf e pesca à linha.

Maricá também conta com uma robusta agenda de eventosao longo do ano. Cabe ressaltar que apenas pequena porção do município está localizada na RH-VI.

4.3.3.9 Rio das Ostras

Não constam informações sobre atividades turísticas no site da prefeitura, mas de acordo com o site Guia do Turismo Brasil (GUIA DO TURSMO BRASIL, 2023b), Rio das Ostras é uma cidade que atrai muitos turistas diante das águas limpas e tranquilas.

As praias de Rio das Ostras despontam pela preservação e infraestrutura, com águas calmas e ideais para banhos, assim como praias ideais para a prática do surf. Os turistas também podem aproveitar a Praça da Baleia - área de lazer na orla de Costazu, roteiro turístico que inclui também a Lagoa de Iriry, o Parque Municipal e o Parque dos Pássaros, o maior viveiro da América Latina. Destaque para o Monumento Natural dos Costões Rochosos, faixa de reserva ecológica, rica em fauna e flora.

Os atrativos históricos também despontam em Rio das Ostras: museus, centros culturais, feira de produtos artesanais e a variedade do comércio integram a programação dos visitantes. O Circuito Eco Rural de Rio das Ostras reúne campo, montanhas e lagos. São dezenas de propriedades rurais que acolhem o turista e promove uma nova atividade econômica, contato que também exalta os sabores dos sítios e fazendas.

Rio das Ostras também é famosa por celebrar anualmente o festival de jazz e blues. Cabe ressaltar que apenas pequena porção do município está localizada na RH-VI.

4.3.3.10 São Pedro da Aldeia

As praias são o cartão postal do munício, sendo 11 ao todo: Praia de São Pedro, Praia dos Cardeiros, Praia da Baleia, Praia da Tereza, Praia do sol, Praia do Sudoeste, Praia da Ponta da Areia Praia do Balneário, Praia da Salina, Praia da Pitória e Praia Linda. Não menos importante, a Lagoa de Araruama, considerada a maior laguna hipersalina em estado permanente do mundo,

é famosa pela pesca artesanal, esportes náuticos e lazer familiar (PREFEITURA DE SÃO PEDRO DA ALDEIA, 2023).

Além das belezas naturais, São Pedro da Aldeia também oferece turismo histórico, como:

- Igreja Matriz de São Pedro da Aldeia (construída em 1783 pelos jesuítas com mão de obra indígena);
- Cemitério da Irmandade do Santíssimo Sacramento (com mausoléus importados de Portugal em meados do século XIX e tombado pelo INEPAC em 2006);
- Igreja do Sagrado Coração de Jesus (construída no final do século XIX);
- Monumento à Catequese (representando a obra catequista dos padres jesuítas junto a população indígena);
- Monumento a Charles Darwin (registrando a passagem do biólogo em 1832 na cidade);
- Canhão do Século XVI (chamado pela população local de "canhão da praça" que, no passado, tinha a função de alertar sobre a possível entrada de invasores na região);
- Casa dos Azulejo (residência em estilo colonial, de 1847, e que hospedou, em 1868, a Princesa Isabel e seu esposo, mas que hoje funciona como centro cultural);
- Marco Histórico de São Pedro da Aldeia - Obelisco inaugurado em 1935, com as inscrições referentes às principais datas histórico-políticas de São Pedro da Aldeia em cada face do seu cubo;
- Poço Histórico (que abasteceu São Pedro da Aldeia até meados do século XX, quando a água encanada chegou à cidade);
- Portais Históricos (tombados pelo INEPAC e presentes nas residências do século XIX, às margens da Lagoa de Araruama);
- Estação Ferroviária de São Pedro da Aldeia (inaugurada em 1937, para a ampliação da Estrada de Ferro Maricá, cuja construção iniciou no final do século XIX e ligava Neves, bairro de São Gonçalo à beira da Baía de Guanabara, à localidade de Iguaba Grande);
- Casa da Flor (singela residência que a partir de 1923 foi ornamentada por fragmentos de cerâmica e vidros, lâmpadas queimadas, faróis de automóveis e conchas por Gabriel Joaquim dos Santos, considerado um exemplo de arquitetura espontânea, hoje considerada internacionalmente, comparável com o arquiteto espanhol Antônio Gaudi); e

- Museu da Aviação Naval (situado na Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia, da Marinha do Brasil, considerado, conforme o site do município, o único deste tema no país).

4.3.3.11 Saquarema

Não constam informações sobre atividades turísticas no site da prefeitura, mas de acordo com o site Guia do Turismo Brasil (GUIA DO TURISMO BRASIL, 2023c), Saquarema é internacionalmente conhecida pelos campeonatos de surf, visto que ondas de suas praias estão entre as melhores do país.

As principais atrações turísticas da cidade, além das praias, lagoas, cachoeiras, cascatas e serras são: Sambaqui da Beirada (sítio arqueológico de 4 500 anos), a Igreja Matriz de Nossa Senhora de Nazareth, o Templo do Rock (museu-residência do roqueiro Serguei), o Mirante do Morro da Cruz, o Centro de Treinamento de Vôlei e a Rampa de vôo livre.

Tamebém ocorrem festas religiosas, sendo a de maior destaque a de Nossa Senhora de Nazareth (padroeira do município) que ocorre de agosto a setembro e que é a terceira maior festa católica do Brasil e o mais antigo círio de Nazaré do país.

Saquarema também possui uma tradicional celebração da semana aanta. O Beija-Mão, o Canto da Verônica, a Banda de Música com as marchas fúnebres e os personagens históricos representados na Procissão do Enterro, que relembram o sepultamento de Jesus. Outra festividade muito tradicional no município é a Festa do Divino Espírito Santo, que ocorre cinquenta dias após a Páscoa e que constitui uma grandiosa manifestação popular e cultural, com a Folia do Divino.

4.3.3.12 Silva Jardim

Seguem abaixo as principais atividades turísticas de Silva Jardim, conforme dados registrados no site da prefeitura (PREFEITURA DE SILVA JARDIM, 2023).

- Cais de Pescadores de Juturnaíba: centro da vida comunitária da vila de pescadores de Juturnaíba;
- Aldeia Velha: distrito de Silva Jardim, onde se pratica o ecoturismo e turismo cultural e onde ocorrem festivais, feiras, festas e com variadas opções de restaurantes e hospedagens;

- Bananeiras: comunidade marcada por belas paisagens e povoada por indígenas desaldeados, remanescentes de tribos diversas, como os Guarulhos vindos do aldeamento de Aldeia Velha, quanto outras etnias;
- Pirineus: comunidade com belas paisagens naturais e formada por sitiantes e fazendas, com moradias esparsas e sem núcleo comercial;
- Centro Histórico: situado em frente ao prédio da prefeitura, com destaque para o jardim ornamentado por palmeiras imperiais, plantadas em 1879 pelo Major Lopes Ramos, que dava nome à praça, e espécies arbustivas e arbóreas como o oiti, pau-brasil, acácia rosa, flamboyant, pinheiro e figueira;
- Mineiro Pau: manifestação cultural realizada por trabalhadores oriundos do sul de Minas Gerais e noroeste fluminense, que vinham para a cidade durante o corte de cana. De acordo com o site da prefeitura, a prática foi iniciada nos canaviais do Sr. Grilo Paes, nos momentos de folga, por meio de uma brincadeira coletiva. A Associação Folclórica Mineiro Pau tem como origem o ano de 1952 e ainda continua atuante na cidade. É uma preciosa manifestação da cultura popular e um dos poucos grupos que persistem no país;
- Centro Cultural Capivari: antiga cadeia e atual espaço dedicado a exposições culturais;
- Banda Honório Coelho: banda musical que oferece aulas de música e diversas atividades culturais. Em 2011 tornou-se Ponto de Cultura, reconhecido pelo governo estadual e federal;
- Painel de Arte Pública: fruto do I Festival de Arte Pública produzido pela Cerâmica Julia Botafogo, com o tema Silva Jardim;
- Casarão 1919: Casa da Zezé Macedo - casa da atriz Maria José de Macedo, que se tornou conhecida posteriormente como Zezé Macedo, sendo destaque no teatro, cinema e televisão como comediante;
- Estação Ferroviária de Capivari: inaugurada em 1886, servindo de estímulo para a construção de armazéns de depósito de sal, visto que a produção de Araruama era escoada a partir dessa estação de trem, que seguia em direção ao Rio de Janeiro, pela Estação Central do Brasil e em direção a Campos;

- Geladeira Cultural de Imbaú: centro cultural que trabalha com a dimensão do desenvolvimento local através da cultura, da educação, dos jogos, da leitura e atividades sociais.

5 CARACTERIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA

5.1 Transporte

A infraestrutura de transportes viários da região engloba os sistemas rodoviário, ferroviário, aeroportuário, marítimo e dutoviário. Na Figura 5.1, é apresentado o mapa com a localização geográfica destes modais de transportes, que foi elaborado com dados da Base Cartográfica do IBGE (2018) para as rodovias e ferrovias, a base de dados da Empresa de Planejamento e Logística S.A. do Governo Federal para os portos marítimos e dutos de óleo e gás (EPL, 2018a, b) e a base de dados da ANA para os aeródromos (FUCKNER, 2010).

De acordo com as bases de dados existentes, não foram constatadas hidrovias na RH-VI, embora sejam identificadas rotas aquaviárias entre o centro de Araruama e o distrito de Praia Seca pela Lagoa de Araruama e entre o centro de Cabo Frio e as ilhas da cidade, saindo pelo canal da Lagoa de Araruama (PREFEITURA DE ARARUAMA, 2021).

5.1.1 Rodoviário

O sistema rodoviário da região está concentrado na região sul, próximo à Lagoa de Araruama e de Cabo Frio, com algumas rodovias importantes ao norte da RH-VI. A principal rodovia é a BR-101, que passa ao norte da RH-VI ligando Campo dos Goytacazes ao Rio de Janeiro e passa pelos munícipios de Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Rio Bonito.

Entre as rodovias estaduais, destacam-se a RJ - 106, RJ - 124, RJ - 102, RJ 140 e RJ-142. A RJ-106 contorna toda a RH pelos lados sul e leste, passando por Sampaio Correa, Saquarema, Araruama, São Pedro da Aldeia, Unamar (Cabo Frio) e Rio das Ostras. A RJ-124 faz a ligação Rio Bonito-Iguaba Grande e a RJ-102 percorre o trecho entre a Lagoa de Araruama e o mar, enquanto a RJ-140 faz a ligação entre as regiões norte e sul da RH-VI. A RJ-142 liga a cidade de Casimiro de Abreu à Nova Friburgo.

Destaca-se a área, ao sul do rio São João, a norte da RJ-124 e entre o Reservatório de Juturnaíba e Unamar, que não possui grandes rodovias pavimentadas.

5.1.2 Ferroviário

A ferrovia mais importante do país passa pelo norte da região: a Ferrovia Centro-Atlântica que liga Macaé ao Rio de Janeiro. Ela sai de Macaé paralelamente à BR-101 em direção ao município de Casimiro de Abreu, passando ao norte da represa de Juturnaíba até Silva Jardim. Segue novamente paralela à BR-101 até Rio Bonito indo até a cidade do Rio de Janeiro pelo contorno sul da Baía de Guanabara. Esta ferrovia faz o transporte de cargas em geral como grãos, produtos líquidos, industriais e minerais (ANTT, 2014).

5.1.3 Marítmo

Considerando as estruturas marítimas, está localizado na cidade de Arraial do Cabo o Porto do Forno. Ele está situado na extremidade norte da Praia dos Anjos e é administrado pela Companhia Municipal de Administração Portuária (COMAP), do município de Arraial do Cabo. O porto atua principalmente no escoamento de sal e no setor offshore, como base de navios da exploração de petróleo.

Cabe destacar que está prevista a construção de um novo porto de grande porte na cidade de Maricá, vizinha à Saquarema. O porto, chamado de Terminal Ponta Negra e popularmente conhecido como Porto de Jaconé têm como localização prevista a Ponta Negra, limite leste do município, região localizada dentro RH-VI. No projeto do TPN estão previstas infraestruturas terrestres (pátios internos, estaleiro, terminal de contêineres) e infraestruturas marinhas (quebra-mares, canal de acesso, bacia de evolução e atracação de navios, aterro hidráulico sobre lâmina d'água e equipamentos de sinalização) (ARCADIS/DTA, 2014). O projeto de grande porte é considerado o maior terminal portuário privado do país e deve trazer grandes impactos à região.

Figura 5.1 - Mapa do Sistema de Transportes da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

5.1.4 Aeroportuario

Com base nos dados de aeródromos públicos, privados e militares obtidos através do Catálogo de Metadados da ANA, foram identificados 08 aeródromos na RH-VI, que de acordo com a ANAC, são considerados "toda área destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves" (ANAC, 2012).

Dentre os aeródromos da região, as principais estruturas são o Aeroporto Internacional de Cabo Frio, o Aeroporto Umberto Modiano em Búzios e a Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia, os três localizados no limite sudeste da RH. A norte da RH são observadas duas estruturas de menor porte: o Aeroporto Casemiro de Abreu e o Aerodromo Jorge Mussi. Destaca-se que todos os aeródromos estão situados nos limites sul e leste da RH-VI, nas áreas costeiras, sem nenhuma estrutura localizada no centro, oeste e norte da região.

5.1.5 Dutoviário

A RH-VI possui cinco estruturas de transporte dutoviário passando pelas UHPs VI-a e VI-b localizadas ao norte da região. Quatro tubulações estão dispostas paralelamente, duas transportando gás natural e duas transportando petróleo. Uma quinta estrutura, que transporta gás natural, está disposta separadamente. Estas estruturas fazem o transporte dos produtos entre o Terminal de Cabiúnas em Macaé e a Refinaria Duque de Caxias e são chamadas de GASDUC-I, II e III, e OSDUC I e II.

5.2 Infraestrutura Hídrica

A infraestrutura hídrica da RH-VI é composta por pontos de captação de água para abastecimento urbano e irrigação, aquedutos, canais retificados e estruturas de reservação como açudes, lagos e a barragem e reservatório de Juturnaíba, considerada a principal estrutura hídrica da região que é responsável por grande parte do fornecimento de água.

A região não possui nenhuma termelétrica instalada (IBGE, 2018), assim como não possui nenhum tipo de unidade hidrelétrica, como as CGHs, PCHs e UHEs (FUCKNER, 2021).

5.2.1 Sistemas de irrigação e canais retificados

Considerando os usos do solo na região, conforme descrito no item 3.1.8 e exposto na Figura 3.109**,** a região apresenta majoritariamente áreas agropecuárias (pastagem, natural ou destinada

à pecuária) e formação florestal. A agricultura ocupa um espaço pequeno na região, embora os municípios de Araruama e Cabo Frio sejam o terceiro e o oitavo municípios do estado em maior área irrigada, com destaque para o cultivo da cana fertirrigada (ANA, 2021b).

O estado do Rio de Janeiro é dos menores em área irrigada no país (ANA,2021), e a RH-VI não possui dados consolidados dos sistemas de irrigação estabelecidos, como por exemplo os canais construídos com este propósito. No entanto, pode-se identificar os pontos de captação de água superficial para irrigação com base nos dados cadastrados no CNARH, fornecidos pelo Serviço de Regulação de Recursos Hídricos -SERVREG, do INEA. Foram identificados 22 pontos, sendo 09 deles em operação e 13 em fase de projeto. Conforme a Figura 5.2, todos os pontos em operação estão localizados próximos ao limite oeste da RH, com destaque para duas regiões irrigadas nos arredores do distrito de Sampaio Correa, no município de Saquarema.

Além disso, pode-se observar através da malha hidrográfica da região uma grande quantidade de canais artificiais retificados. Por volta da década de 70, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) executou diversas obras hidráulicas na RH-VI, alterando os ecossistemas aquáticos da região (RIBEIRO, et al, 2018). O rio São João teve 69% do seu curso alterado pelas obras de retificação e teve uma redução de mais de 40 km em seu comprimento. O objetivo das obras era controlar as enchentes através da construção de canais de drenagem e aumentar as terras agricultáveis (FILHO, 2017).

O rio Una e seus afluentes também foram objeto das obras de retificação do DNOS, ocorridas por volta dos anos 1940 antes das obras no rio São João.

Nas planícies aluviais da região, principalmente ao redor do rio São João, mas também próximo ao rio Una, foram construídas valas de drenagem e grandes canais retificados. Estes canais, submetidos às intervenções antrópicas e de formato retilíneo, atualmente podem atuar como canais de drenagem, mas também como fontes ou canais de irrigação principal, secundários ou terciários.

Conforme a Figura 5.2, onde os canais foram identificados com base nos dados do IBGE, observa-se a grande quantidade destes canais no entorno no rio São João, principalmente na UHP VI-a, mas também nas UHPs VI-b e VI-f (IBGE, 2018).

Figura 5.2 - Mapa dos Sistemas Irrigação da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

5.2.2 Estruturas de reservação

Entre as estruturas de reservação de água identificadas na região hidrográfica estão açudes, lagos artificiais, a barragem e o reservatório de Juturnaíba, principal estrutura de reservação da região e principal fonte de água para o abastecimento humano. Também se constatou a presença de barragens não cadastradas ao longo do rio Una e do rio São João. Elas se configuram como pequenos barramentos construídos de terra ou pedra e não estão cadastradas nos bancos de dados nacionais e estaduais.

5.2.2.1 Açudes e lagos artificiais

Utilizando dados da base cartográfica continua do IBGE para o estado do Rio de Janeiro, identificou-se a presença de diversas pequenas estruturas de reservação na área da RH-VI (IBGE, 2018). As estruturas são de açudes, lagos artificiais, pequenos barramentos, e outras, não sendo possível fazer a distinção entre elas. Foram identificadas 852 estruturas, localizadas principalmente em propriedades rurais e utilizados para dessedentação animal e irrigação, mas também em áreas verdes e parques nos aglomerados urbanos.

Conforme a Figura 5.8, a grande maioria dessas estruturas está localizada entre a Lagoa de Araruama e o Reservatório de Juturnaíba, e à oeste deste reservatório próximo ao município de Silva Jardim.

5.2.2.2 Barragens e reservatório de Juturnaíba

O estado do Rio de Janeiro conta com um Sistema de Informações dos Barramentos (SisBar). Nele, os empreendedores podem cadastrar seus barramentos, onde as informações ficam disponíveis ao INEA. Através do órgão foi possível obter os dados referentes aos barramentos cadastrados na RH-VI, sendo cindo deles além da barragem de Juturnaíba. Destas cinco, todas são utilizadas para abastecimento público com quatro pertencentes à empresa Águas do Rio 1 SPE AS, e uma delas à Companhia Estadual de Águas e Esgotos (INEA, 2023f).

A barragem de Juturnaíba, projetada em 1972 e construída entre 1978 e 1984 pelo DNOS, foi feita transversalmente ao vale do rio São João com o objetivo de fornecer água para o abastecimento humano e industrial, controlar cheias e fornecer água para irrigação (VAZ, 2012). Ela é considerada a principal estrutura hídrica da região e está localizada entre os municípios de Araruama e Silva Jardim, conforme a Figura 5.8.

A barragem é composta por um dique de terra de 3.460 metros de comprimento por 11 metros de altura e por um vertedouro em concreto armado do tipo labirinto com quatro elementos de dissipação de energia com comprimento de 710 metros (VAZ, 2012).

Figura 5.3 - Dique de terra da barragem de Juturnaíba.
Fonte: Autoria própria.

Figura 5.4 - Vertedouro da barragem de Juturnaíba.
Fonte: Autoria própria.

Figura 5.5 - Um dos quatro dissipadores de energia do vertedouro da barragem de Juturnaíba.
Fonte: Autoria própria.

Com a construção da barragem, se formou à montante da estrutura a represa de Juturnaíba, considerado o maior reservatório de acumulação de água para abastecimento humano no estado do Rio de Janeiro (ROCHA et al., 2020). A área alagada chega a 43 km², perímetro de 85 km, largura de 4 km e comprimento de 15 km. A profundida média é de aproximadamente 2,3 metros com profundidade máxima chegando a 8 metros. O volume de água da represa chega a 10 milhões de m³ (CBHLSJ, 2005). A operação da represa é dividida entre duas concessionárias privadas, a PROLAGOS S/A e a Águas de Juturnaíba S/A.

Existem duas estações de tratamento de água (ETA) com pontos de coleta na represa, cada uma delas operada por uma das concessionárias. Ambas estão localizadas na margem sudeste da represa, conforme a conforme a Figura 5.8.

Figura 5.6 - Represa de Juturnaíba.
Fonte: Autoria própria.

Figura 5.7 - ETA Juturnaíba (PROLAGOS).
Fonte: Autoria própria.

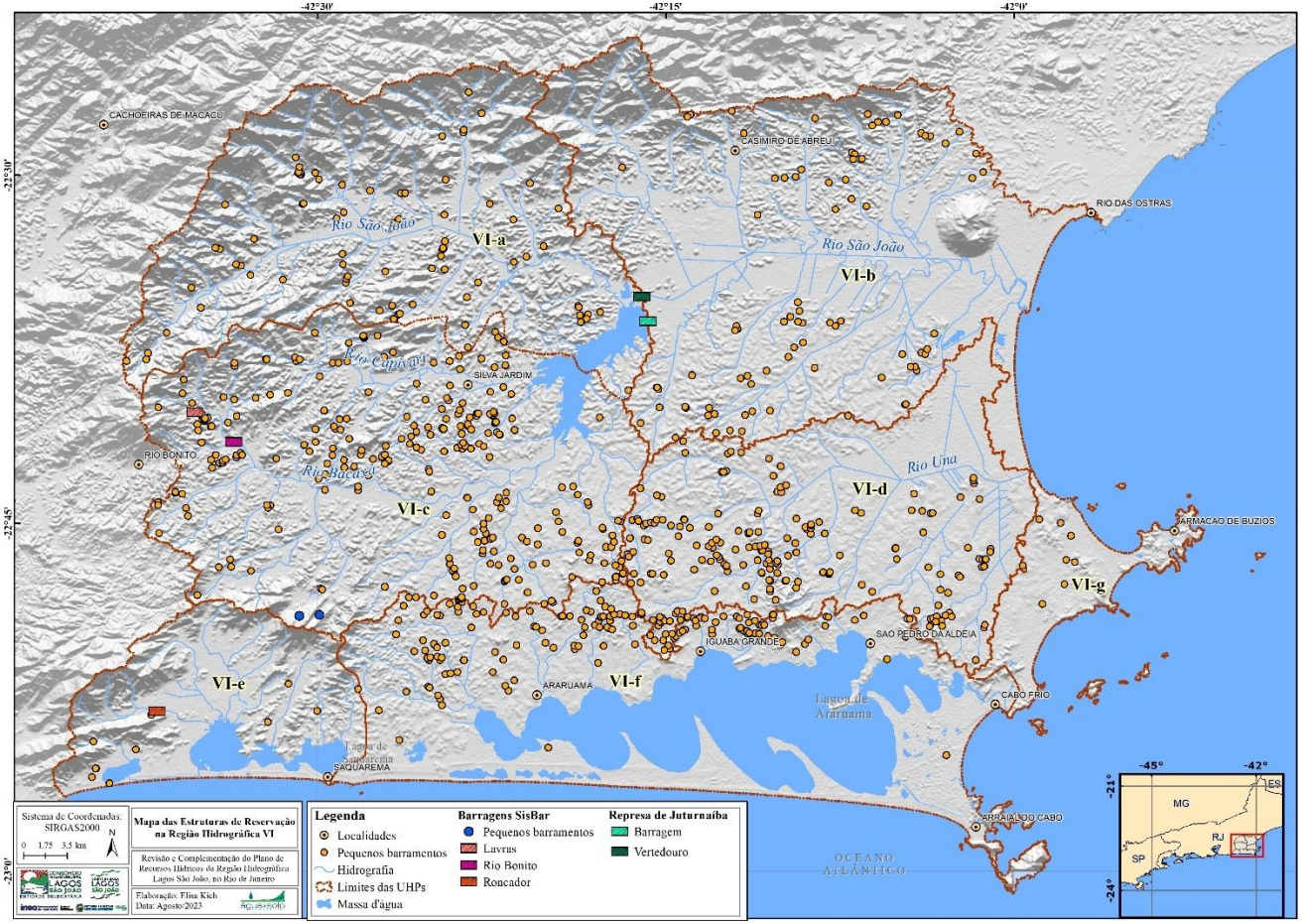


Figura 5.8 - Mapa das Estruturas de Reservação da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

6 SANEAMENTO AMBIENTAL

Na caracterização dos sistemas integrantes do saneamento básico da RH-VI, são abordados em sequência os sistemas de abastecimento de água (SAA) e de esgotamento sanitário (SES). Para cada um dos sistemas, são apresentados diagnósticos das situações atuais na medida em que os dados consultados o permitam.

O saneamento pode ser dividido em urbano e rural. Em função dos problemas maiores estarem concentrados nas áreas urbanas, e da disponibilidade de dados sobre saneamento se concentrar quase que somente nestas áreas, neste trabalho será focado principalmente o saneamento urbano. Quando houver disponibilidade de dados sobre saneamento rural, o mesmo também será analisado.

No total dos 13 municípios contidos na RH-VI, três não possuem sede municipal na bacia, Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu.

Este capítulo foi desenvolvido com dados secundários de caráter nacional (ANA, 2021a; SNIS, 2021), os PMSBs e informações fornecidas pelas Concessionárias prestadoras dos serviços para todos os municípios da RH-VI.

Também são analisados os indicadores para acompanhar a evolução da cobertura de abastecimento de água e coleta/tratamento de esgoto de acordo com o previsto nos Planos Municipais de Saneamento Básico.

6.1 Planos Municipais de Saneamento

A Lei Federal nº 11.445/2007 instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico, tendo como objetivo consolidar os instrumentos de planejamento e gestão afetos ao saneamento, com vistas a universalizar o acesso aos serviços, garantindo qualidade e suficiência no suprimento dos mesmos, proporcionando melhores condições de vida à população, bem como a melhoria das condições ambientais (BRASIL, 2007).

Os Planos Municipais de Saneamento Básico se configuram em uma ferramenta de planejamento estratégico para a futura elaboração de projetos e execução de Planos de Investimentos com vistas à obtenção de financiamentos para os empreendimentos priorizados.

São instrumentos que definem critérios, parâmetros, metas e ações efetivas para atendimento dos objetivos propostos, englobando medidas estruturais e não estruturais. A seguir, na Tabela 6.1 está sendo mostrado a situação dos Planos Municipais de Saneamento dos municípios inseridos na bacia.

Tabela 6.1 – Situação dos PMSBs e o ano de aprovação

Município	Situação do PMSB	Ano PMSB	Fonte utilizada
Araruama	Elaborado	2013	ARARUAMA, Prefeitura Municipal de Araruama. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Armação dos Búzios	Elaborado	2013	ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Arraial do Cabo	Elaborado	2013	ARRAIAL DO CABO, Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Cabo Frio	Elaborado	2013	CABO FRIO, Prefeitura Municipal de Cabo Frio. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Cachoeiras de Macacu	Elaborado	2013	CACHOEIRAS DE MACACU, Prefeitura Municipal de Cachoeiras de Macacu. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Casimiro de Abreu	Não elaborado	-	CEDAE. Estudos técnicos e planejamento para a universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário. 2019.
Iguaba Grande	Elaborado	2013	IGUABA GRANDE, Prefeitura Municipal de Iguaba Grande. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Maricá	Elaborado	2015	MARICÁ, Prefeitura Municipal de Maricá. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2015.

Município	Situação do PMSB	Ano PMSB	Fonte utilizada
Rio Bonito	Elaborado	2013	RIO BONITO, Prefeitura Municipal de Rio Bonito. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Rio das Ostras	Não elaborado	-	CEDAE. Estudos técnicos e planejamento para a universalização do abastecimento de água e esgotamento sanitário. 2019.
São Pedro da Aldeia	Elaborado	2013	SÃO PEDRO DA ALDEIA, Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Saquarema	Elaborado	2013	SAQUAREMA, Prefeitura Municipal de Saquarema. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.
Silva Jardim	Elaborado	2013	SILVA JARDIM, Prefeitura Municipal de Silva Jardim. Plano Municipal de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2013.

De acordo com a Lei Federal 14.026/2020, os PMSBs deverão ser revisados a cada 10 (dez anos):

> Artigo 19. § 4º Os planos de saneamento básico serão revistos periodicamente, em prazo não superior a 10 (dez) anos. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)

Desta forma no presente ano (2023), os municípios inseridos na RH-VI que possuem PMSB deverão, obrigatoriamente, revisar seus Planos Municipais de Saneamento. Os Planos Municipais de Saneamento de todos os municípios adotam as metas do PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico, transcrito na Figura 6.1.

Metas do PLANSAB

Indicador	Fonte	Ano	Brasil	N	NE	SE	S	CO
A1. % de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede de distribuição ou por poço ou nascente.	Censo (IBGE)	2010	92,6	76,5	83,3	97,8	98,6	96,1
		2017	94,5	84,1	87,5	98,3	99,1	97,2
		2023	96,1	90,7	91,0	98,6	99,5	98,2
		2033	99,0	94,0	97,0	100,0	100,0	100,0
E1. % de domicílios urbanos e rurais abastecidos por rede coletora ou fossa séptica para os excretas ou esgotos sanitários.	Censo (IBGE)	2010	67,0	33,5	45,2	86,9	72,0	52,1
		2017	73,6	35,9	54,3	90,6	78,1	74,8
		2023	80,5	55,1	65,8	92,6	86,0	78,3
		2033	92,0	87,0	85,0	96,0	99,0	84,0

Figura 6.1 - Metas do PLANSAB com destaque para a região sudeste.
Fonte: SNS e MDE (2019).

A seguir, é apresentada uma breve descrição dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, baseado em informações dos PMSBs, CEDAE (2019) e ATLAS ANA de 2021. A caracterização dos sistemas de cada município será apenas para as áreas inseridas dentro da bacia hidrográfica.

6.2 Abastecimento de Água

Dos 13 municípios que compõem a bacia, dois possuem suas áreas urbanas fora da RH-VI, Cachoeiras de Macacu e Maricá. Para o município de Maricá será apresentado o detalhamento do sistema de abastecimento já que a área do município inserida na RH-VI inclui alguns aglomerados rurais. Ou seja, apenas Cachoeiras de Macacu não terá o detalhamento apresentado.

A partir do reservatório de Juturnaíba são estabelecidos os dois grandes sistemas de abastecimento de água urbano, o Sistema Integrado Águas de Juturnaíba com vazão de operação de 656,00 l/s e o Sistema Integrado PROLAGOS, com vazão de operação de 1.200,00 l/s (ANA, 2021a).

Segundo Cunha (1995), a barragem de Juturnaíba foi construída visando o complemento do abastecimento público e industrial da região, o fornecimento de água para irrigação de áreas situadas a jusante e o controle de cheias nos trechos do baixo São João.

Atualmente a concessionária PROLAGOS S.A possui responsabilidade sobre a manutenção e operação do reservatório de Juturnaíba, conforme contrato firmado em 1998 (RIO DE JANEIRO, 1998).

Figura 6.2 – Vertedouros da Barragem de Juturnaíba.
Fonte: Drone COVANT/SEDEC (INEA, 2023d).

Atualmente, a operação de abastecimento de água para a RH-VI é feita por duas concessionárias, ambas utilizando água do reservatório de Juturnaíba citado anteriormente. Cada concessionária atende um grupo de municípios específicos, e ambas possuem ETAs no lado sudeste do reservatório.

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. 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). Considerando a população flutuante da região, o reservatório atende mais de 1 milhão de pessoas (IKEMOTO e NAPOLEÃO, 2018).

A partir destas duas estações de tratamento de água das concessionárias saem dois aquedutos (adutoras) na direção sul distribuindo a água tratada aos municípios atendidos. Conforme pode-se observar na Figura 6.3 e mencionado acima, o aqueduto do Sistema Integrado Juturnaíba atende os municípios localizados à sudoeste do reservatório, enquanto o Sistema

Integrado PROLAGOS atende os municípios a sudeste. Esta adutora possui recomendações de ampliação na região do rio Una.

Observa-se ainda que os municípios de Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Cachoeiras de Macacu e Maricá que estão parcialmente inseridos na RH-VI possuem sistemas de abastecimento urbano independentes com pontos de captação fora da região hidrográfica. O município de Rio Bonito possui um ponto de captação de água superficial dentro da RH, pertencente ao Sistema Rio Bonito (ANA, 2021a).

Por fim, cabe destacar que os municípios de Arraial do Cabo, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Rio Bonito, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras possuem captação de mananciais exclusivamente superficial, enquanto Silva Jardim, Araruama, Saquarema e Maricá também possuem pontos de captação de água subterrânea (ANA, 2021a).

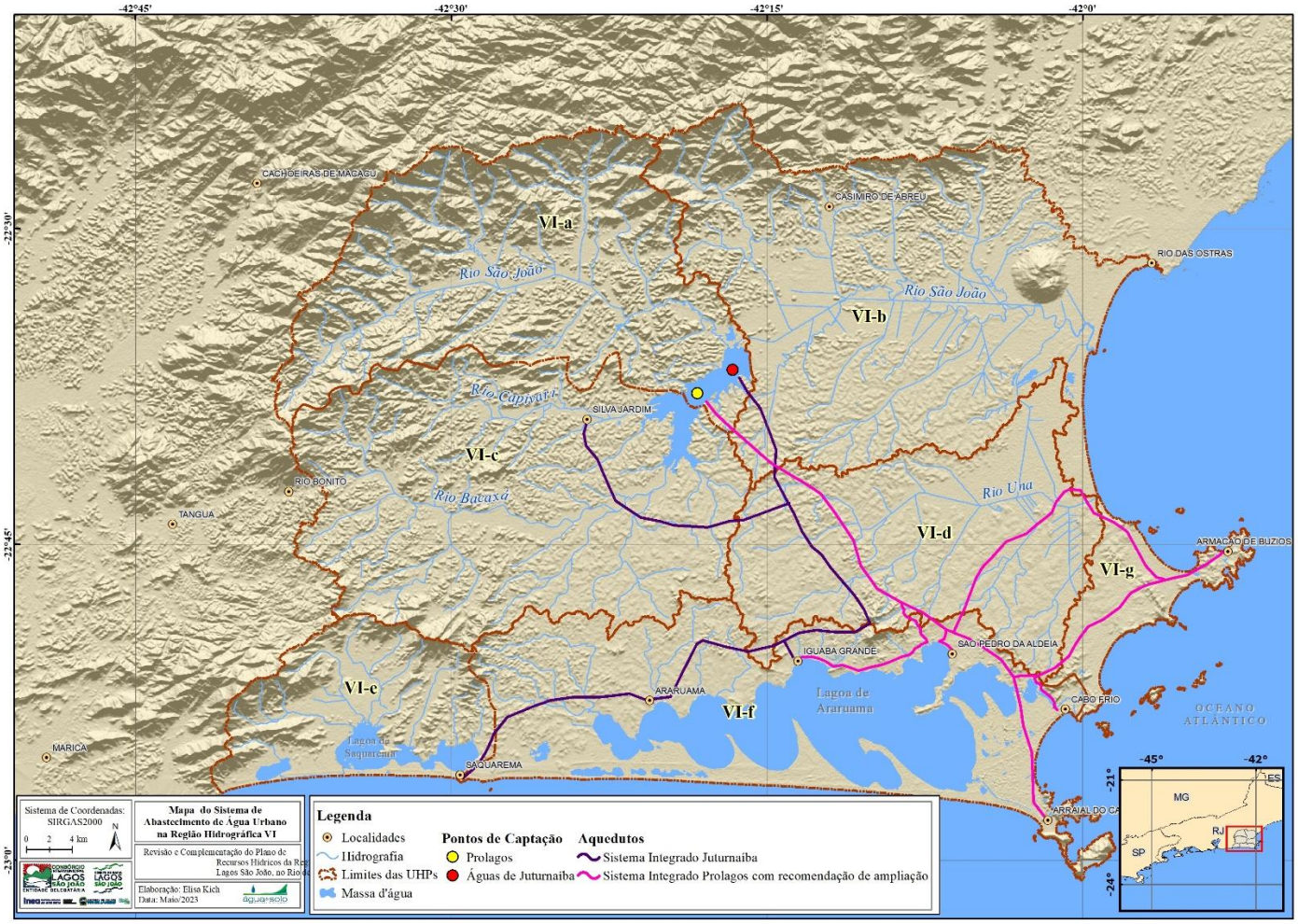


Figura 6.3 - Mapa dos Sistemas Integrados de Abastecimento da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

6.2.1 Sistema integrado PROLAGOS

O sistema integrado PROLAGOS, operado pela empresa PROLAGOS (pertencente ao grupo AEGEA), atende os municípios de Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande, estão 100 % inseridos na bacia hidrográfica. A Figura 6.6 mostra o Sistema Integrado PROLAGOS de abastecimento de água, englobando os municípios citados anteriormente. O sistema, que atua desde 1998 abrange cerca de 98% da população urbana, produz cerca de 1.200 l/s e atende mais de 300 mil habitantes da região. O contrato de prestação de serviços vai até o ano de 2041(PROLAGOS, 2023).

A ETA Juturnaíba, da PROLAGOS (Figura 6.4), fica localizada no município de Araruama, especificamente em São Vicente de Paulo e têm capacidade para produzir 1.500 l/s, em um sistema que envolve as etapas de pré-alcalinização, coagulação, floculação, decantação e flotação, filtração, desinfecção, fluoretação e ajuste de pH (PROLAGOS, 2023). A localização do ponto de captação, da ETA e da estrutura de distribuição de água podem ser visualizados na Figura 6.3.

Figura 6.4 - ETA Juturnaíba (PROLAGOS).
Fonte: autoria própria.

6.2.2 Sistema integrado Águas de Juturnaíba

Os municípios de Saquarema, Silva Jardim e Araruama que também estão 100 % inseridos na bacia hidrográfica fazem parte do sistema integrado Águas de Juturnaíba. A Figura 6.7 mostra o Sistema Integrado Águas de Juturnaíba de abastecimento de água, englobando os municípios citados anteriormente. A concessionária Águas de Juturnaíba (pertencente ao Grupo Águas do Brasil) opera nestes municípios desde 1998, e atualmente atende 98,6% da população com água tratada produzindo mais de 1.100 l/s e atendendo a mais de 230 mil pessoas (ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, 2023).

A concessionária opera a ETA Juturnaíba junto à represa de Juturnaíba (Figura 6.5), que possui capacidade de tratamento de 1.100 l/s através do sistema de tratamento convencional. (ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, 2023). Segundo o INEA, essa capacidade é suficiente para atender às demandas até o ano de 2023. A localização do ponto de captação, da ETA e da estrutura de distribuição de água podem ser visualizados na Figura 6.3.

Figura 6.5 - ETA Juturnaíba (Águas de Juturnaíba).
Fonte: Águas de Juturnaíba, 2023.

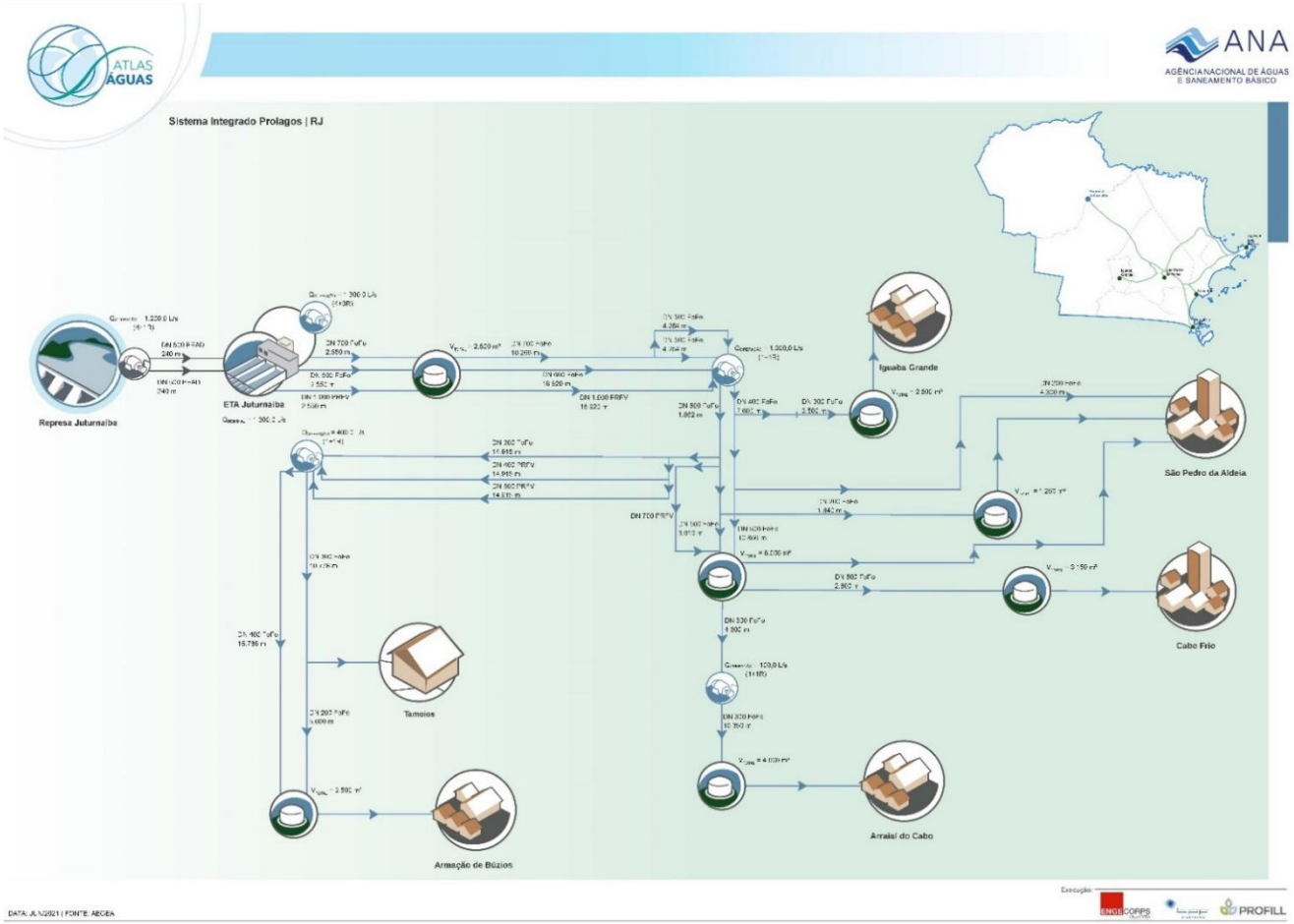


Figura 6.6 - Sistema integrado PROLAGOS.
Fonte: Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021a).

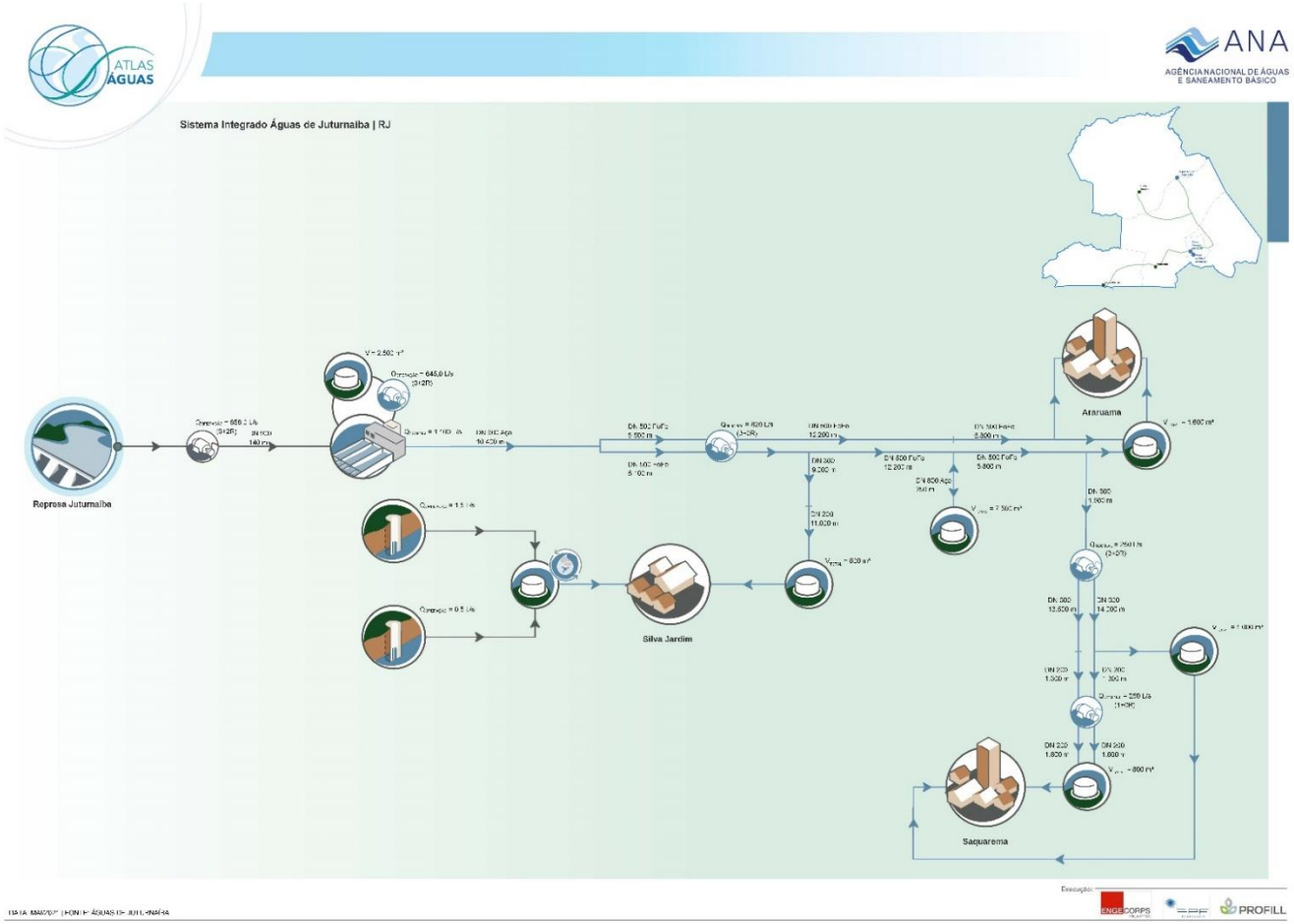


Figura 6.7 - Sistema Integrado Águas de Juturnaiba.
Fonte: Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021a).

6.2.3 Casimiro de Abreu

O município de Casimiro de Abreu está totalmente integrado na bacia hidrográfica. O sistema de abastecimento de água de Casimiro de Abreu é abastecido por 3(três) pontos de captação como mostra a Figura 6.8.

6.2.4 Maricá

A área do Município de Maricá que está integrado na bacia hidrográfica é o bairro Jaconé, pertencente ao Distrito de Ponta Negra. Jaconé, contava em 2010, segundo o IBGE, com 4.959 habitantes. O bairro é atendido pelo sistema de abastecimento de Água Ponta Negra com as seguintes características:

Captação: Captação Rio Caranguejo; Vazão Captada: 42 l/s; Operação: 6 h/dia; não há operador; 1 conjunto moto bomba em operação; 1 conjunto moto bomba reserva;

Estação de Tratamento de Água ETA Ponta Negra: ETA Metálica - Tratamento Convencional; Vazão: 42 l/s; Operação: 6 h/dia; Operador: 1 por turno;

Estação Elevatória de Água Tratada ETA Ponta Negra: realiza o recalque da água tratada da ETA Ponta Negra para o Reservatório Apoiado; 2 conjuntos moto bomba em operação; 1 conjunto moto bomba reserva; Potência instalada: 30 cv cada bomba; Vazão de recalque: 18 l/s;

Reservatório ETA Ponta Negra: Reservatório apoiado: 2 unidades; Material em concreto; Capacidade: 500 m³ cada.

6.2.5 Rio Bonito

O abastecimento de água da sede de Rio Bonito é composto por duas captações superficiais, através de barragens de nível no Rio Bacaxá, com vazão nominal de 90 a 100 L/s, e na Serra do Sambê (Rio Agulheiros formado pela sucessão dos córregos acachoeirados Pinto, Mineiro e Grande) com vazão nominal de 75 a 80 L/s. Do Rio Bacaxá, a água bruta é recalcada por uma Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) e direcionada, através de Adutora de Água Bruta

(AAB), para a Estação de Tratamento de Água (ETA). A Figura 6.9 mostra o fluxograma esquemático do sistema de abastecimento de água da sede de Rio Bonito.

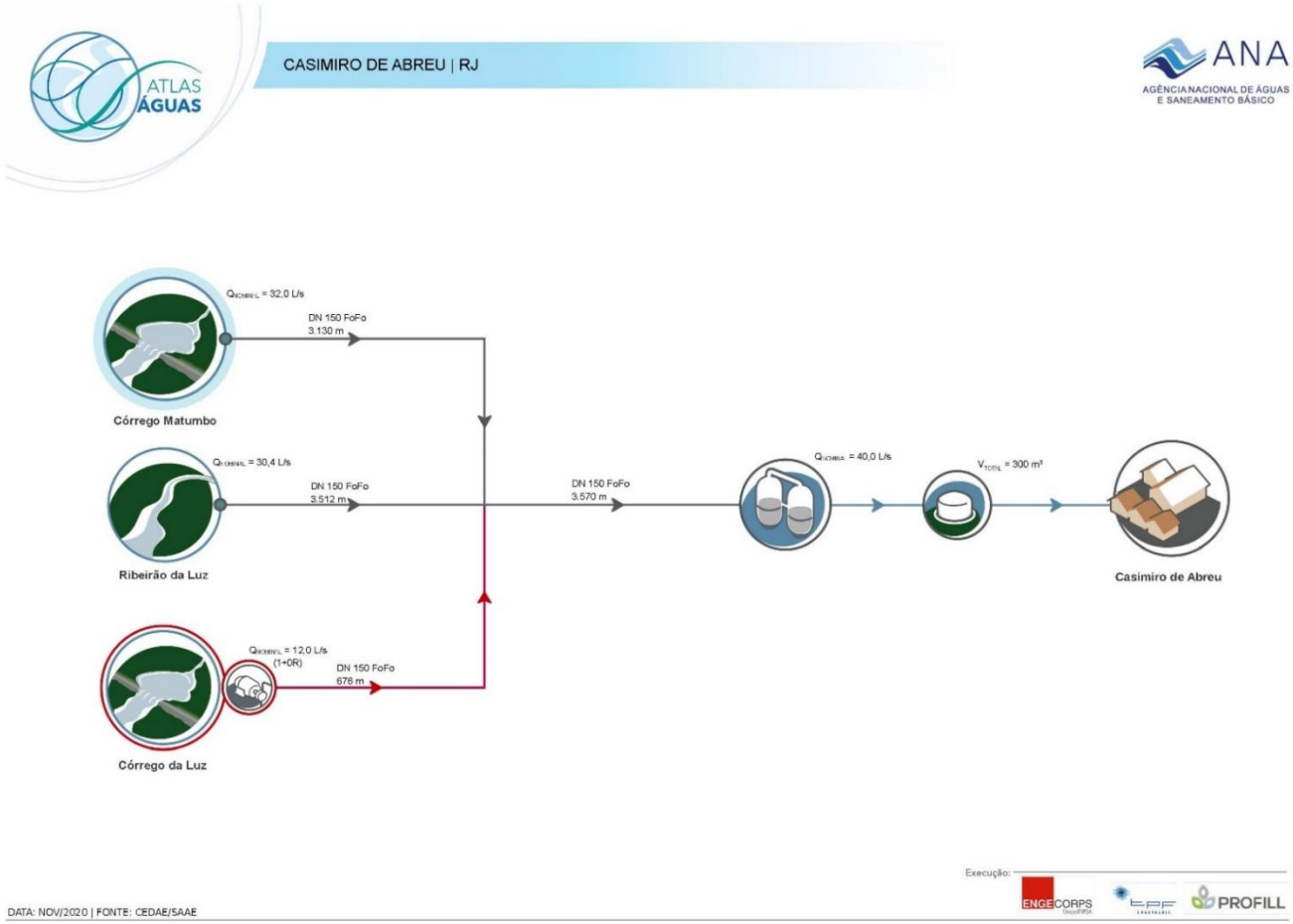


Figura 6.8 - Sistema de Abastecimento de água de Casemiro de Abreu.
Fonte: Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021a).

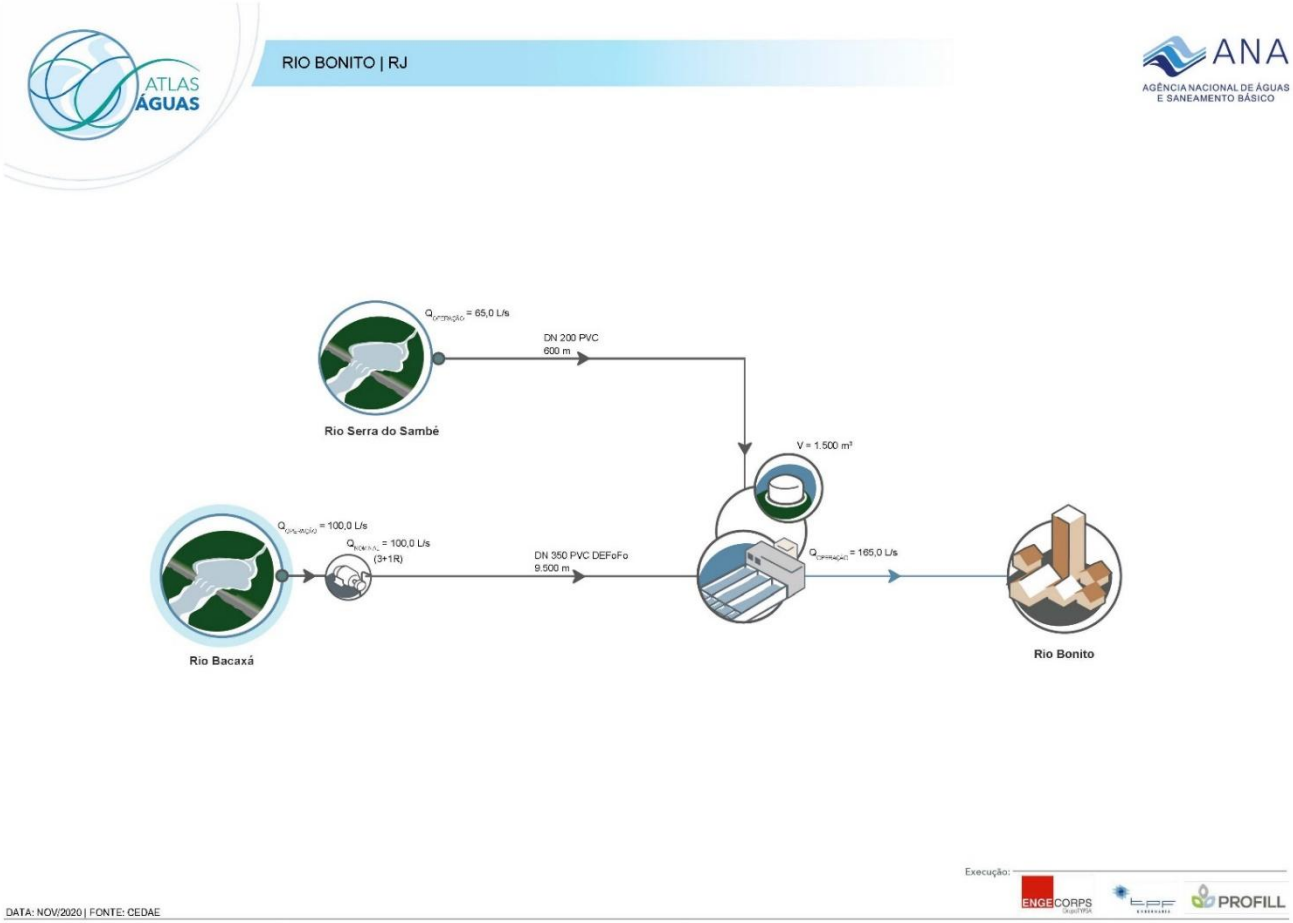


Figura 6.9 - Sistema de abastecimento de água da sede de Rio Bonito.
Fonte: Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021a).

6.2.5.1 Distrito Vale Basilio

O sistema de abastecimento de água do distrito de Vale do Basilio é composto por uma captação no Rio Caceribu com vazão de 48 L/s. A água bruta é direcionada, através de uma linha de Adutora de Água Bruta (AAB), para uma Estação de Tratamento de Água (ETA) compacta. A água tratada é encaminhada, através de uma Adutora de Água Tratada (AAT) para a rede de distribuição do distrito (Figura 6.10).

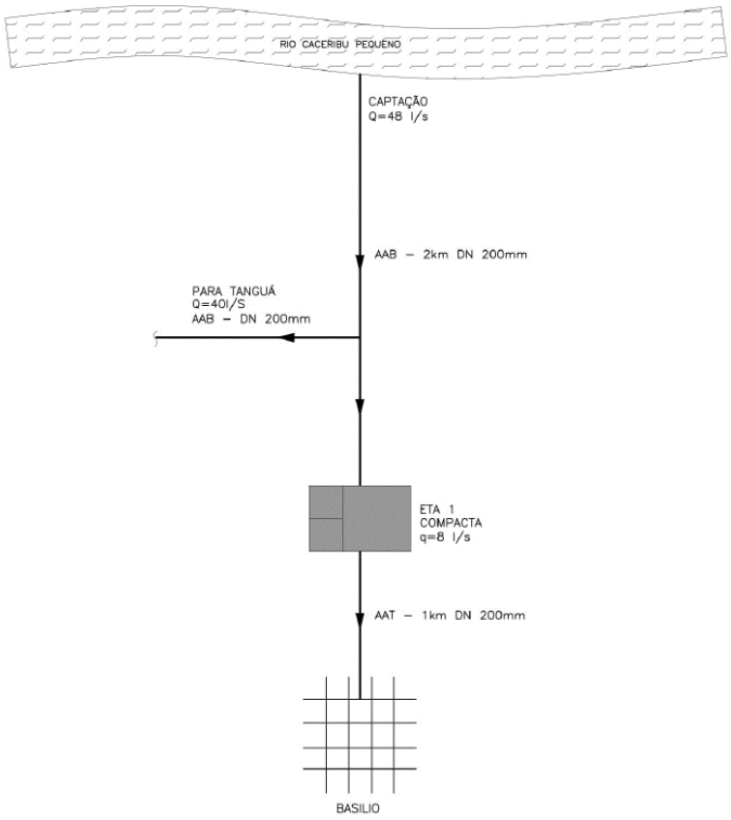


Figura 6.10 - Sistema de Abastecimento de água do distrito do Vale do Basilio
Fonte: Plano de Investimento (CEDAE, 2021).

6.2.5.2 Distrito Boa Esperança

O sistema de abastecimento de água do distrito Boa Esperança é composto por uma captação no Rio Mole com vazão de 4 L/s. A água bruta é direcionada para uma Estação de Tratamento de Água (ETA). A água tratada é encaminhada para a rede de distribuição do distrito (Figura 6.11).

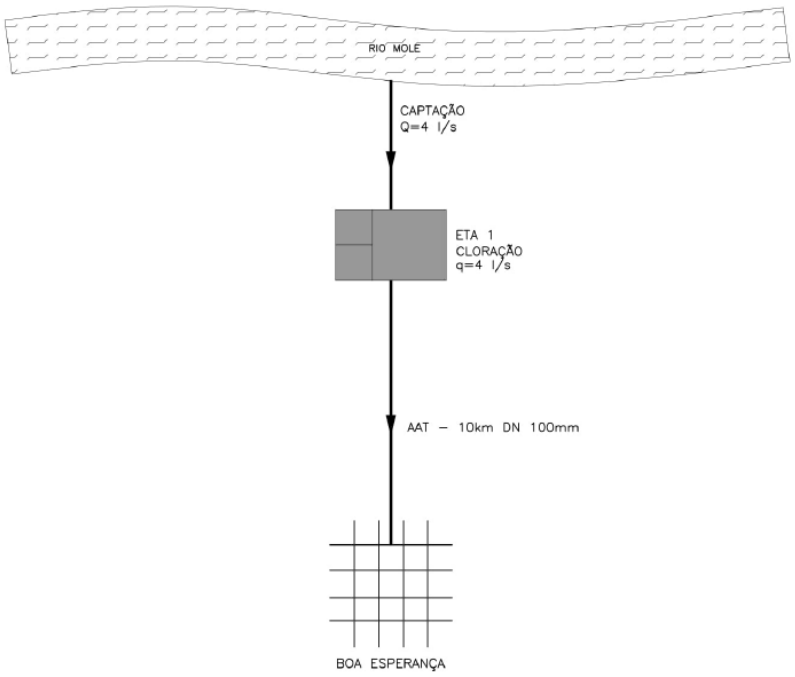


Figura 6.11 - Sistema de Abastecimento de Água do Distrito de boa Esperança
Fonte: Plano de Investimento (CEDAE, 2021).

6.2.6 Rio das Ostras

O sistema de abastecimento de água de Rio das Ostras é abastecido por uma captação superficial no Rio Macaé, ou seja, não é abastecido pela RH-VI. A Figura 6.12 mostra o fluxograma esquemático do sistema de abastecimento de água de Rio das Ostras.

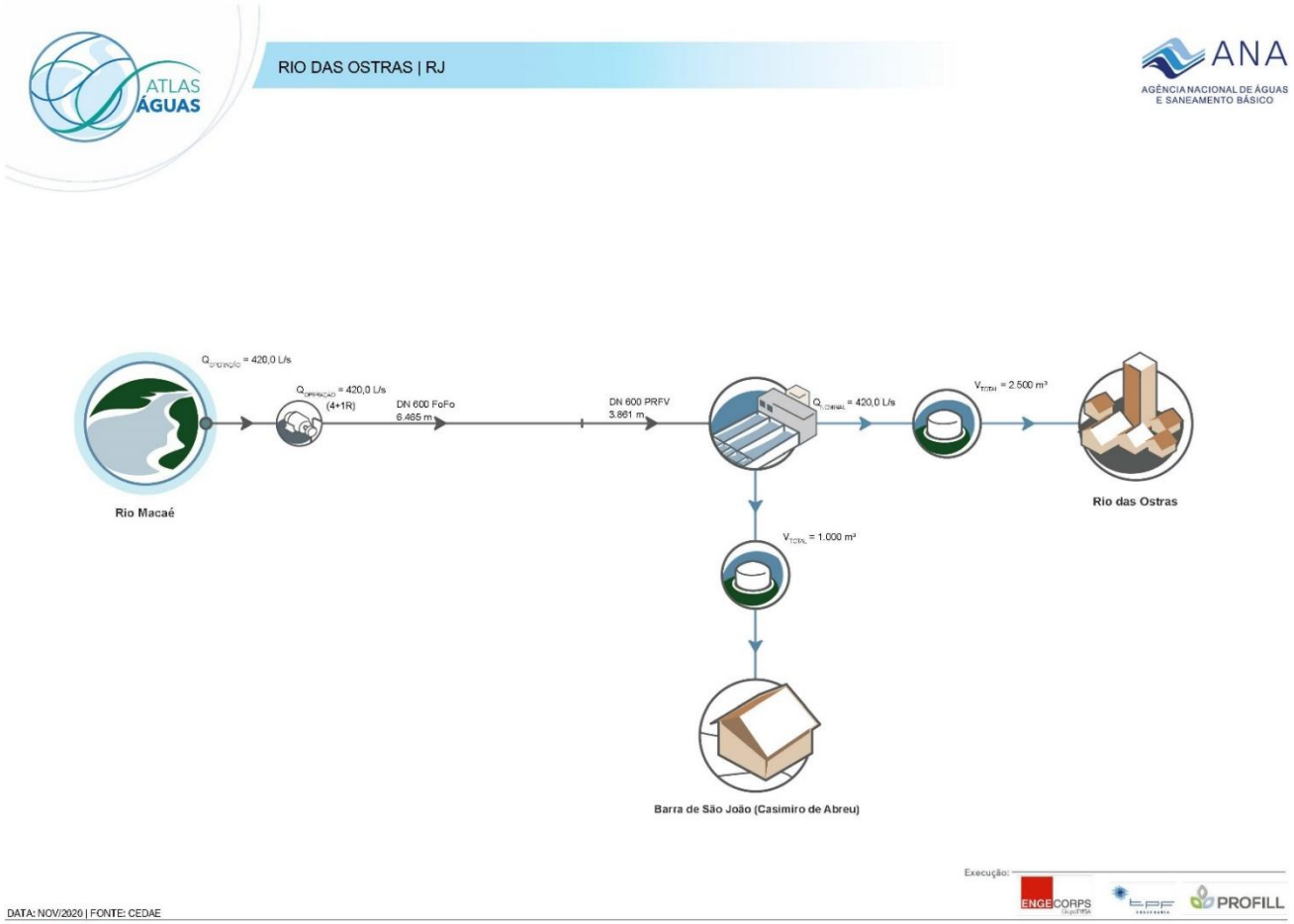


Figura 6.12 - Sistema de abastecimento de Rio das Ostras.
Fonte: Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano (ANA, 2021a).

6.2.7 Resumo do abastecimento de água

A seguir, estão sendo apresentados os quadros resumo das informações relevantes e os volumes captados nos mananciais já descritos acima.

Se forem considerados somente os municípios com sede municipal na bacia do Lago São João, continua ocorrendo uma grande variação entre os dados para população total e população atendida com água (61,6%).

Outro ponto importante é o índice de perdas de água, sendo a média dos municípios com sede municipal na bacia do Lago São João (42 %).

De acordo com o marco regulatório (BRASIL, 2020a), meta de atendimento até 31 de dezembro de 2033 é de 99% da população do município com água potável, 25% de perdas e não intermitência.

Na Tabela 6.2 são apresentados dados relativos ao consumo médio per capita, para cada um dos Sistemas de Abastecimento de Água dos municípios da bacia. Considerando somente os municípios com sede na bacia, verifica-se um consumo per capita médio dos municípios de 140 l/hab.dia. Os municípios com maiores consumos médios são: Araruama e Armação de Búzios municípios que sofrem grande influência da população flutuante.

Após o item sobre esgotamento sanitário é apresentado mapa com a localização das Estações de Tratamento de Água.

Tabela 6.2 - Populações atendidas pelo sistema de abastecimento de água para a bacia do Lago São João (SNIS, 2021).

Município	População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE 2010) (hab)	População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE 2010) (hab)	População total atendida com abastecimento de água (hab)	Volume de água produzido (m³/ano)	Volume de água consumido (m³/ano)	Índice de atendimento total de água (%)	Índice de perdas (%)
Araruama	136.109	129.399	130.407	21.602,74	15.312,87	95,81	29%
Armação dos Búzios	35.060	35.060	34.250	6.786,00	3.417,00	97,69	50%
Arraial do Cabo	30.827	30.827	30.115	2.942,36	1.620,00	97,69	45%
Cabo Frio	234.077	176.583	228.670	17.666,00	10.431,00	97,69	41%
Casimiro de Abreu*	45.864	37.007	10.652	12.830,92	11.930,75	23,23	7%
Casimiro de Abreu**	45.864	37.007	27.286	2.067,27	1.535,01	59,49	26%
Iguaba Grande	29.344	29.344	28.666	3.061,72	1.554,00	97,69	49%
Maricá ((área na bacia)	-	4.959	4.959	-	-	60 %	-
Rio Bonito	60.930	45.254	26.258	4.647,80	1.372,84	43,1	70%
Rio das Ostras*	159.529	150.817	2.143	66,33	53,06	1,34	20%
Rio das Ostras**	159.529	150.817	107.969	0	4.583,03	67,68	-
São Pedro da Aldeia	107.556	100.546	105.071	8.981,00	4.749,00	97,69	47%
Saquarema*	91.938	87.259	6.944	619,04	236,77	7,55	62%
Saquarema**	91.938	87.259	79.092	0	3.094,27	86,03	-
Silva Jardim	21.775	16.443	17.581	0	550,65	80,74	-

(*) Atendimento pela Prefeitura municipal fora da sede urbana do município.

(**) Atendimento peala Concessionária na área urbana do município.

Tabela 6.3 - Prestador dos serviços de abastecimento de água e consumo médio per capita e dos municípios da bacia do Lago São João (SNIS, 2021).

Município	Prestador	Tipo de serviço	Onde atende	Natureza jurídica	Consumo médio percapita de água
Araruama	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	Sede	Empresa privada	218,12
Armação dos Búzios	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Sede	Empresa privada	275,62
Arraial do Cabo	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Sede	Empresa privada	147,94
Cabo Frio	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Sede	Empresa privada	125,97
Cachoeiras de Macacu	Águas do Rio - AEGEA	Água	Sede	Empresa privada	145,78
Cachoeiras de Macacu	Autarquia Municipal de Água e Esgoto de Cachoeiras de Macacu	Água	Rural	Autarquia	122,23
Casimiro de Abreu	Águas do Rio - AEGEA	Água	Sede	Empresa privada	126,03
Casimiro de Abreu	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Rural	Autarquia	160,72
Iguaba Grande	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Sede	Empresa privada	149,82
Maricá	Águas do Rio - AEGEA	Água	Sede e Distritos	Empresa privada	125,34
Rio Bonito	Águas do Rio - AEGEA	Água	Sede e Distritos	Empresa privada	138,35
Rio das Ostras	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras	Água e Esgoto	Rural	Autarquia	67,83
Rio das Ostras	BRK Ambiental Rio das Ostras S.A	Esgotos	Sede	Empresa privada	95,44
Rio das Ostras	Águas do Rio - AEGEA	Água	Sede	Empresa privada	119,3
São Pedro da Aldeia	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Água e Esgoto	Sede e Distritos	Empresa privada	124,7
Saquarema	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	Sede e Distritos	Empresa privada	105,02
Silva Jardim	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Água e Esgoto	Sede e Distritos	Empresa privada	85,81

A Tabela 6.4 mostra os indicadores de qualidade com relação à turbidez e cloro residual na água distribuída nos sistemas de abastecimento de água.

Tabela 6.4 -- Indicadores de Qualidade da água distribuída nos sistemas de abastecimento de água dos municípios da Bacia lago São João (SNIS, 2021).

Município	Prestador	IN076 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão	IN079 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual	IN080 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez
Araruama	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	0,30	101,35	101,36
Armação dos Búzios	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	-	104,38	402,68
Arraial do Cabo	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	-	105,16	406,53
Cabo Frio	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	-	104,58	337,74
Cachoeiras de Macacu	ÁGUAS DO RIO	0,35	100,88	100,88
Cachoeiras de Macacu	Autarquia Municipal de Água e Esgoto de Cachoeiras de Macacu	1,15	100,00	100,00
Casimiro de Abreu	ÁGUAS DO RIO	1,07	99,30	97,86
Iguaba Grande	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	-	106,56	407,43
Maricá	ÁGUAS DO RIO	0,33	100,00	100,00
Rio Bonito	Prefeitura Municipal de Rio Bonito	Não informado	Não informado	Não informado
Rio Bonito	ÁGUAS DO RIO	3,65	91,30	91,30
Rio das Ostras	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio das Ostras	-	143,75	90,18
Rio das Ostras	BRK Ambiental Rio das Ostras S.A	Não informado	Não informado	Não informado
São Pedro da Aldeia	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	-	104,39	372,50
Saquarema	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	-	108,68	108,78
Silva Jardim	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	1,49	148,08	148,70

IN076 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão: Relação entre a quantidade de amostras para turbidez (analisadas) e a quantidade de amostras para turbidez fora do padrão.
IN079 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual: Relação entre a quantidade de amostras para cloro residual (analisadas)e a quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias).
IN080 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez: Relação entre a quantidade de amostras para turbidez (analisadas)e a quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias).

6.3 Esgotamento Sanitário

A seguir estão sendo apresentados os sistemas de esgotamento sanitário dos municípios da RH-VI. As informações secundárias apresentadas a seguir, dizem respeito às sedes dos municípios pois não existem informações disponíveis sobre os distritos e área rural.

6.3.1 Araruama

O sistema de esgotamento sanitário de Araruama possui uma cobertura de 62,25% de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado na Lagoa Araruama. Os distritos de Morro Grande, Iguabinha, São Vicente de Paulo e Praia Seca não possuem coleta de esgoto. A Tabela 6.5 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.5 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Araruama (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	62,25	100
2020	67,28	100
2019	71,24	100
2018	64,68	100
2017	62,47	100
2016	55,94	100
2015	96,80	100
2014	77,82	100
2013	95,80	100
2012	95,00	100
2011	80,03	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento não estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.13 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

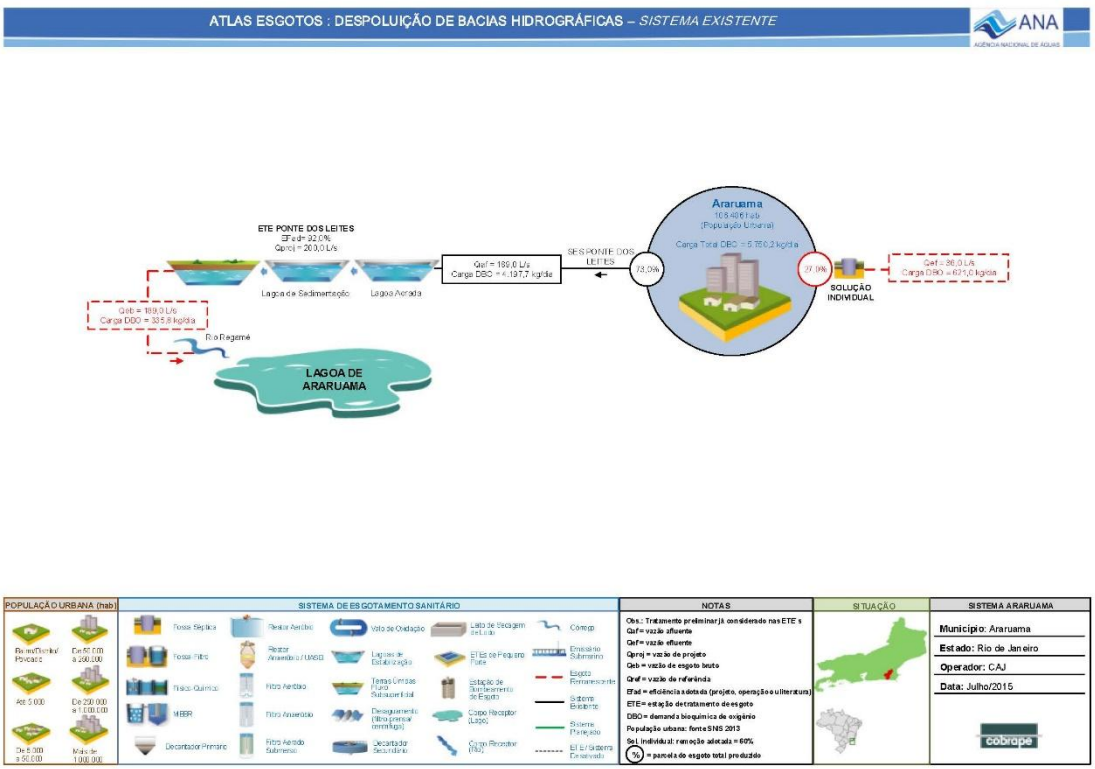


Figura 6.13 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Araruama (2015)
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.2 Armação dos Búzios

O sistema de esgotamento sanitário de Armação de Búzios possui uma cobertura de 71,14% de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado no mar. A Tabela 6.6 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento. A Figura 6.11 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

Tabela 6.6 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Armação de Búzios (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	71,14	100
2020	95,81	100
2019	91,84	100
2018	87,18	100
2017	90,66	100
2016	86,72	100
2015	76,81	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

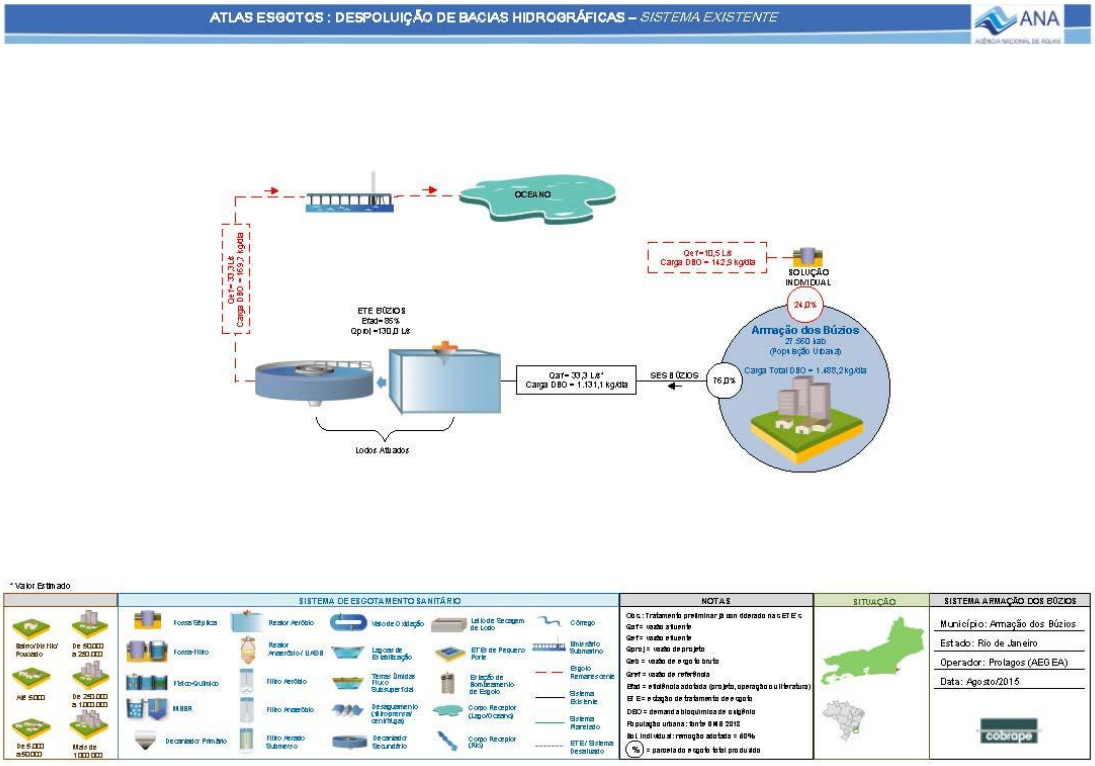


Figura 6.14 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Armação de Búzios.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.3 Arraial do Cabo

O sistema de esgotamento sanitário de Arraial do Cabo possui uma cobertura de 100 % de coleta e 100% de tratamento, isto é, está universalizado. O efluente tratado é lançado no mar. A Tabela 6.7 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.7 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Arraial do Cabo (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	100	100
2020	100	100
2019	100	100
2018	100	100
2017	100	100
2016	88,69	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.15 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

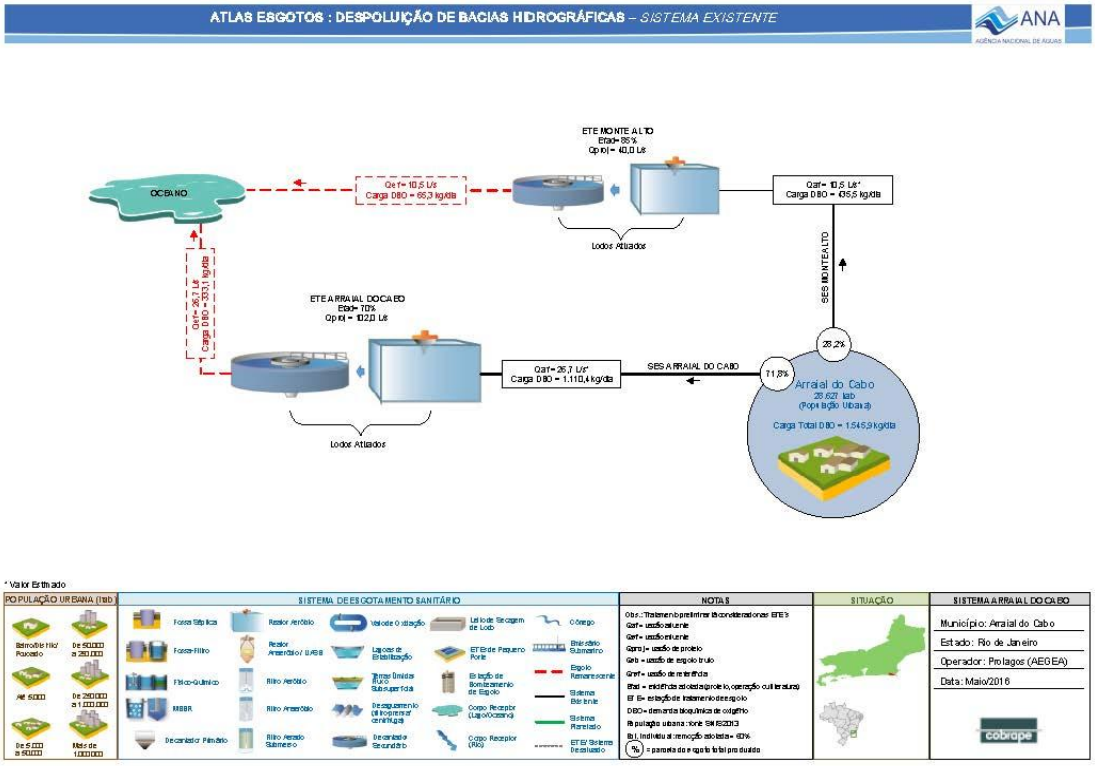


Figura 6.15 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Arraial do Cabo.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.4 Cabo Frio

O sistema de esgotamento sanitário de Cabo Frio possui uma cobertura de 88,65 % de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado no canal de Itajuru. A Tabela 6.8 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.8 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Cabo Frio (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	88,65	100
2020	100,00	100
2019	100,00	100
2018	100,00	100
2017	100,00	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.16 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

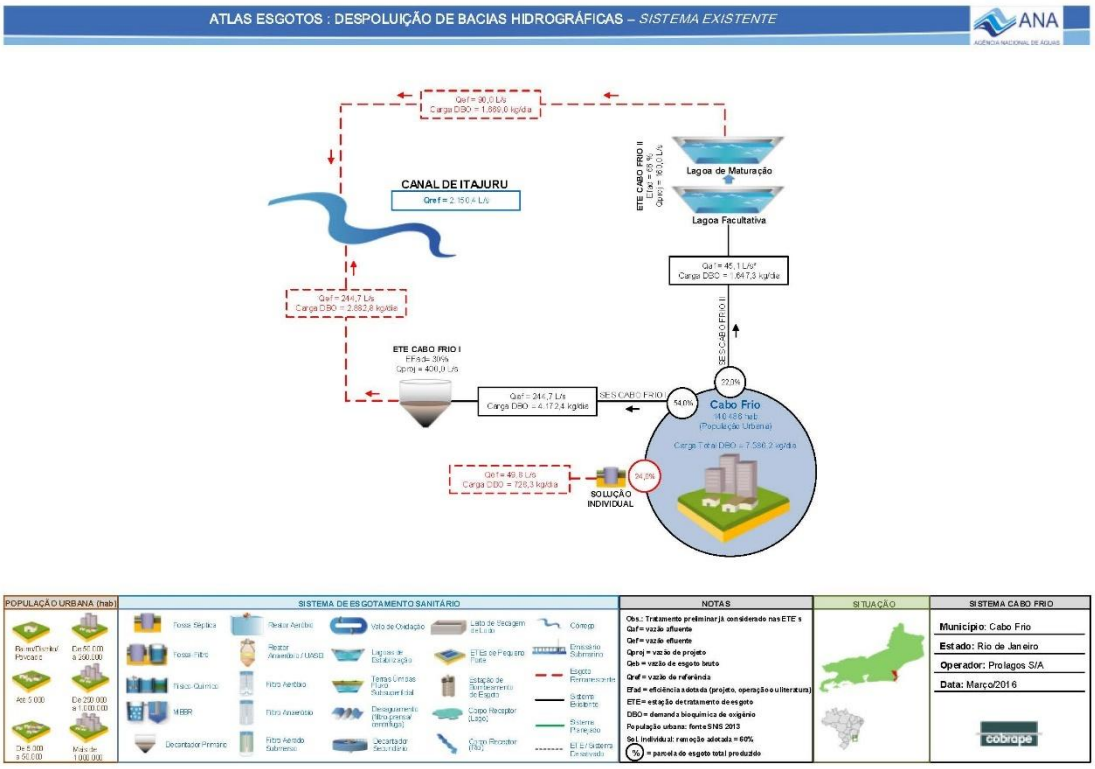


Figura 6.16 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cabo Frio.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.5 Casimiro de Abreu

O sistema de esgotamento sanitário de Casemiro de Abreu possui uma cobertura de 67 % de coleta e não possui tratamento. O efluente não tratado é lançado nos córregos próximos como mostra figura a seguir. A Tabela 6.9 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.9 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Casemiro de Abreu (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	NÃO INFORMADO	NÃO INFORMADO
2020	66,81	0
2019	66,81	0
2018	66,81	0
2017	66,30	0

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2016	60,63	0

As metas do Plano Municipal de Saneamento não estão sendo atendida (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.17 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

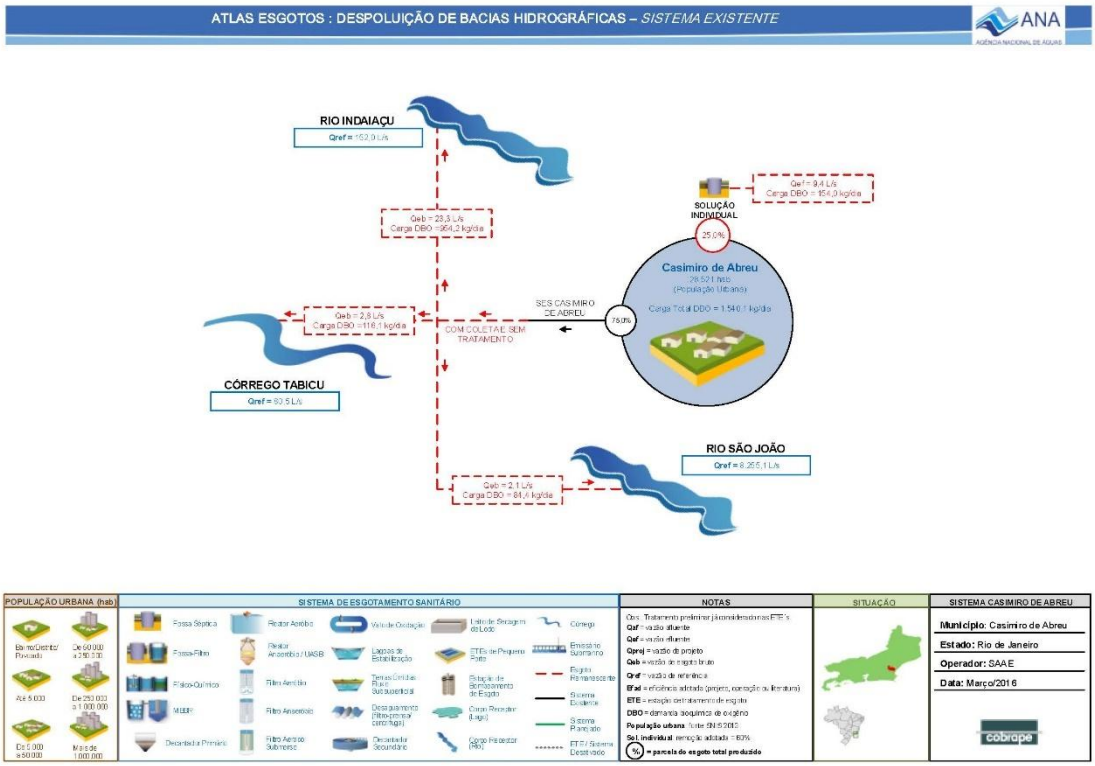


Figura 6.17 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Casemiro de Abreu.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.6 Iguaba Grande

O sistema de esgotamento sanitário de Iguaba Grande está universalizado, isto é, possui 100% de coleta e tratamento de esgoto. O efluente tratado é lançado na Lagoas Araruama. A Tabela 6.10 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.10 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Iguaba Grande (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	100	100
2020	100	100

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2019	100	100
2018	100	100
2017	100	100
2016	75,23	100
2015	99,46	100
2014	100	100
2013	100	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento estão sendo atendida (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.18 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

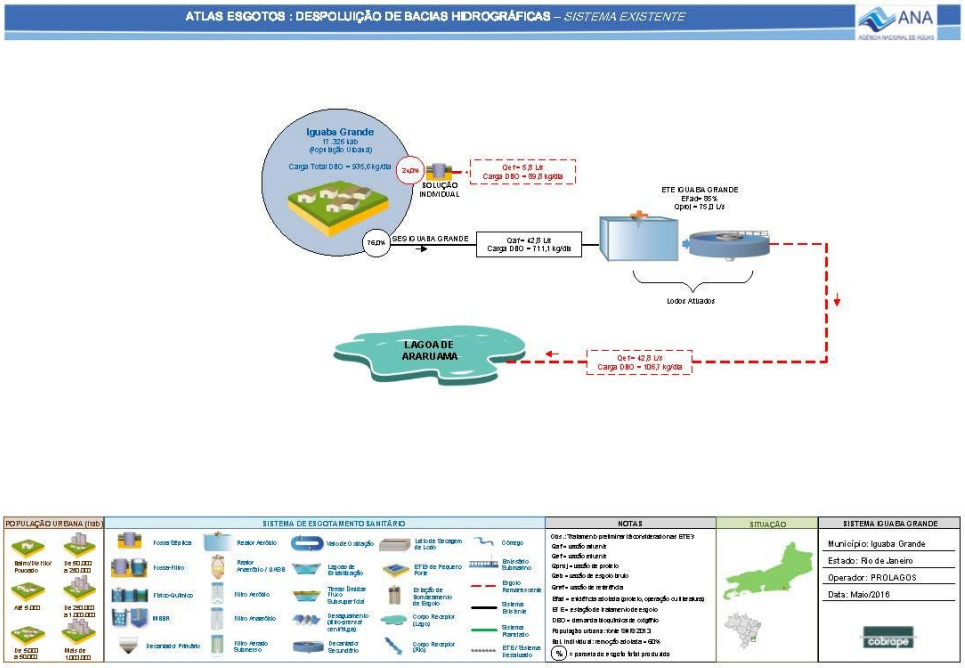


Figura 6.18 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Iguaba Grande.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.7 Maricá

O bairro de Jaconé que pertence à RH-VI, não possui rede coletora de esgoto. Os efluentes domésticos são lançados na rede de drenagem que vai in natura para o mar.

6.3.8 Rio Bonito

O município de Rio Bonito ainda não conta com coleta e tratamento de esgoto, 100 % do esgoto coletado é lançado no rio de mesmo nome.

6.3.9 Rio das Ostras

O sistema de esgotamento sanitário de Rio das Ostras possui uma cobertura de 100 % de coleta e 100% de tratamento, isto é, está universalizado. O efluente tratado é lançado no Rio Jundiá. A Tabela 6.11 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.11 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Rio das Ostras (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	100	100
2020	100	100
2019	100	100
2018	100	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.19 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

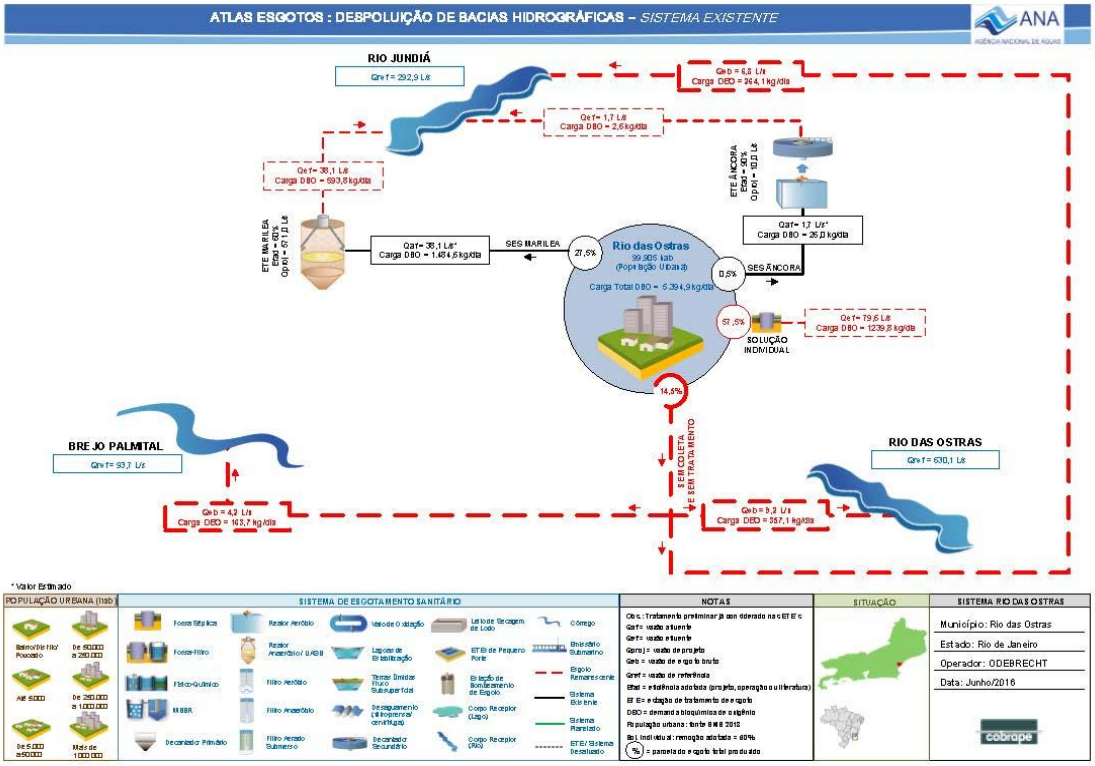


Figura 6.19 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Rio das Ostras.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.10 São Pedro da Aldeia

O sistema de esgotamento sanitário de São Pedro da Aldeia possui uma cobertura de 75 % de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado na Lagoas Araruama. A Tabela 6.12 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.12 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em São Pedro da Aldeia (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	74,77	100
2020	83,49	100
2019	72,47	100
2018	79,58	100
2017	73,51	100
2016	76,27	100
2015	84,58	100
2014	85,89	100
2013	90,84	100
2012	99,13	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento não estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.20 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

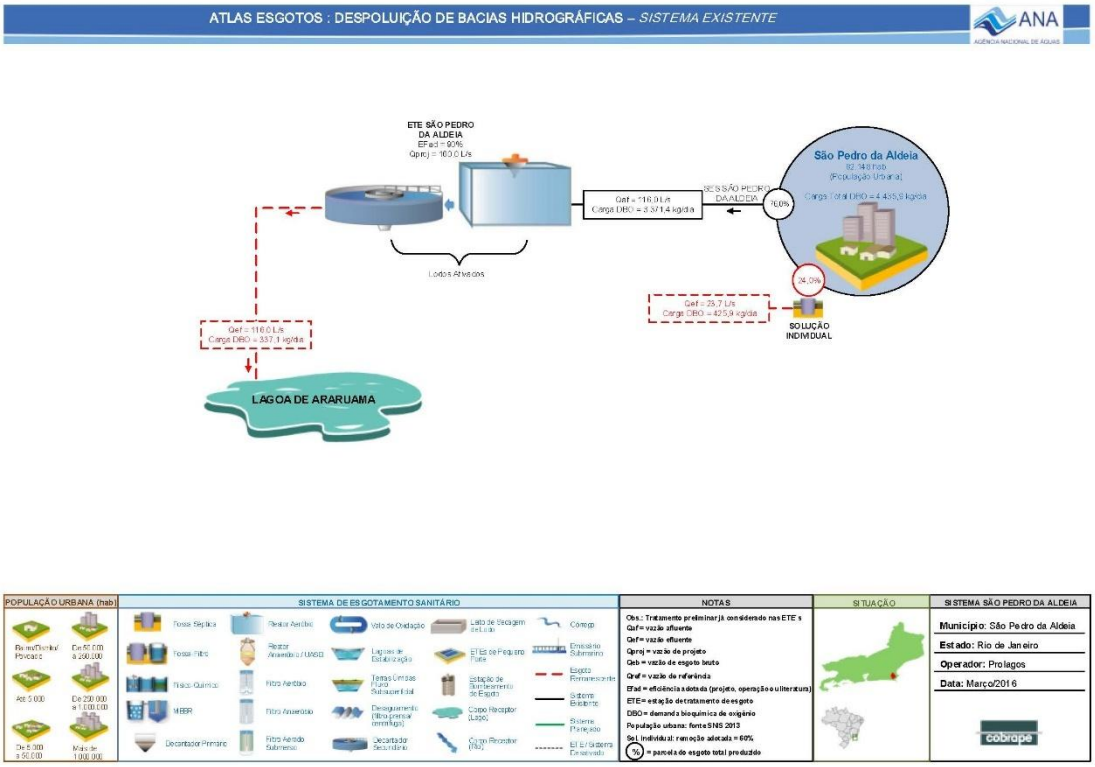


Figura 6.20 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de São Pedro da Aldeia.
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.11 Saquarema

O sistema de esgotamento sanitário de Saquarema possui uma cobertura de 74 % de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado no mar. A Tabela 6.13 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.13 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Saquarema (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	74,09	100
2020	78,83	100
2019	83,49	100
2018	77,7	100
2017	75,04	100

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2016	55,94	100
2015	56,62	100
2014	53,3	100
2013	59,53	100
2012	90,03	100
2011	82,38	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento não estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.21 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

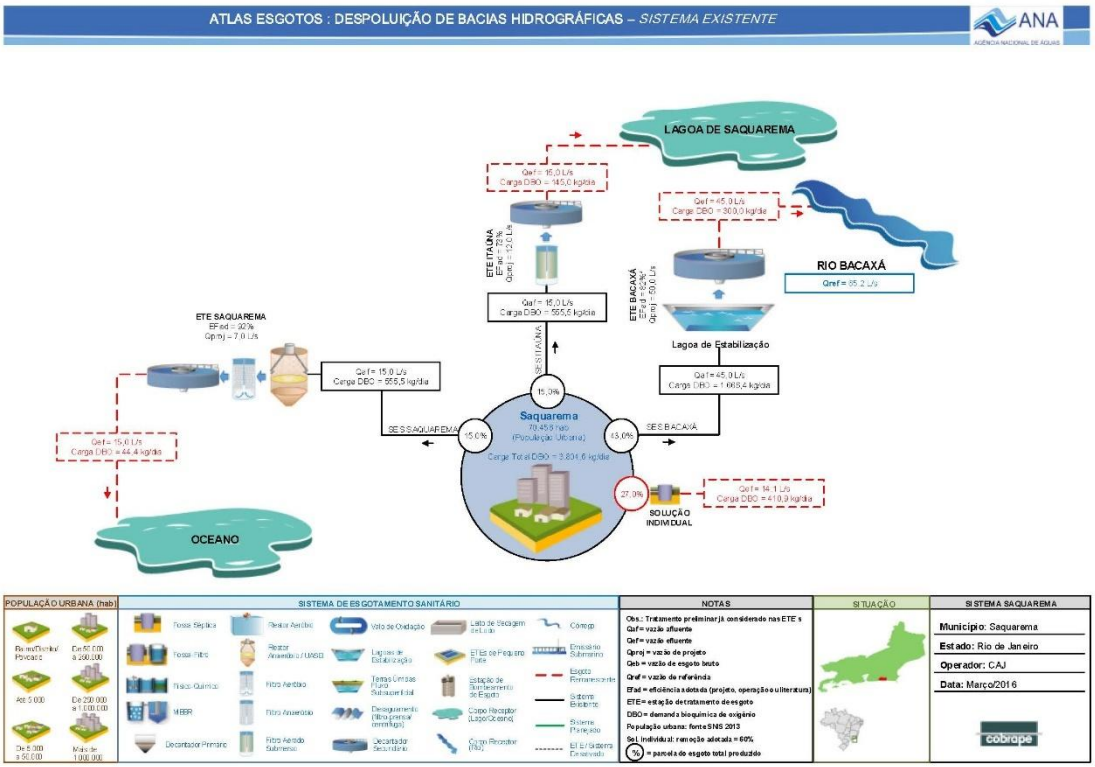


Figura 6.21 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Saquarema-sede (2015)
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.12 Silva Jardim

O sistema de esgotamento sanitário de Silva Jardim possui uma cobertura de 83 % de coleta e 100% de tratamento. O efluente tratado é lançado no Córrego Valão da Caixa. A Tabela 6.14 mostra a evolução da cobertura de coleta e tratamento.

Tabela 6.14 - Evolução do índice de cobertura de coleta e tratamento de esgoto em Silva Jardim (SNIS, 2021).

Ano de Referência	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	IN016 - Índice de tratamento de esgoto (%)
2021	83,36	100
2020	77,87	100
2019	82,56	100
2018	85,47	100
2017	82,55	100
2016	55,94	100
2015	54,50	100
2014	53,58	100
2013	59,83	100
2012	76,94	100
2011	75,60	100

As metas do Plano Municipal de Saneamento não estão sendo atendidas (2017: 90,6%). A próxima meta é no ano 2023: 92,6%.

A Figura 6.22 mostra o fluxograma do sistema de esgotamento sanitário de 2015, a última informação disponível e mais atual, haja vista que o PMSB é de 2013.

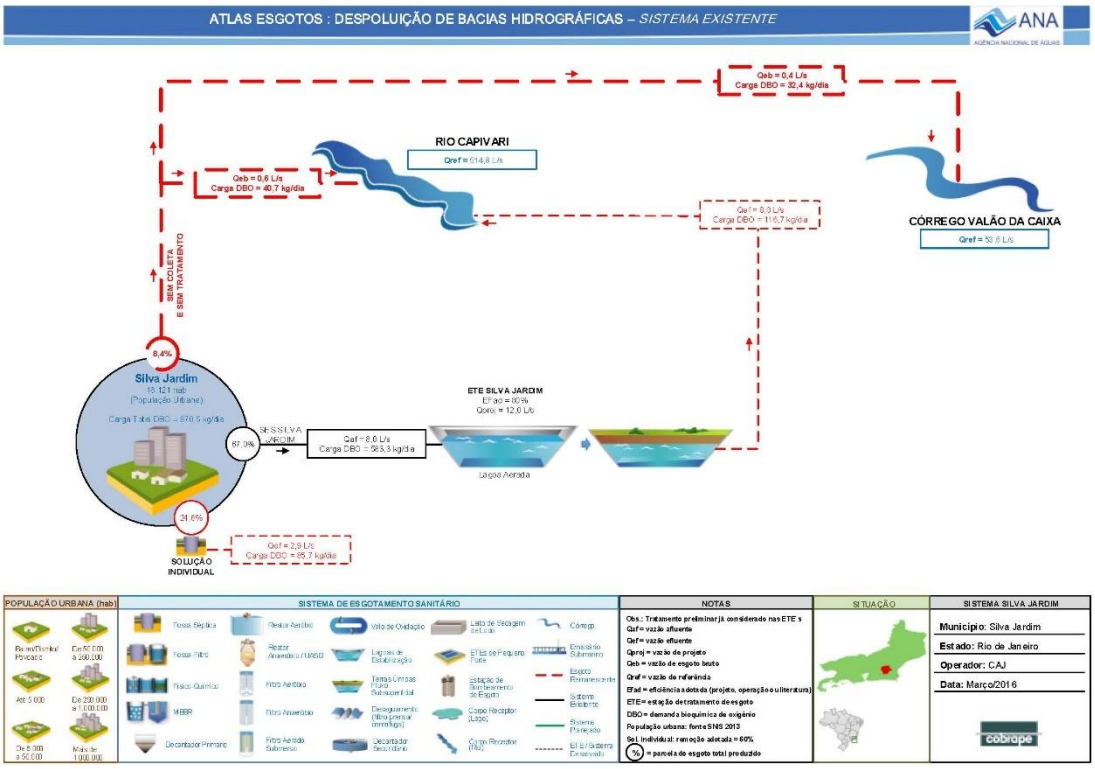


Figura 6.22 - Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário de Silva Jardim (2015)
Fonte:Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017c).

6.3.13 Resumo do 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 6.15 com informações do SNIS 2021. A Figura 6.23 apresenta a localização das ETAs e ETEs na RH-VI.

Tabela 6.15 - 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

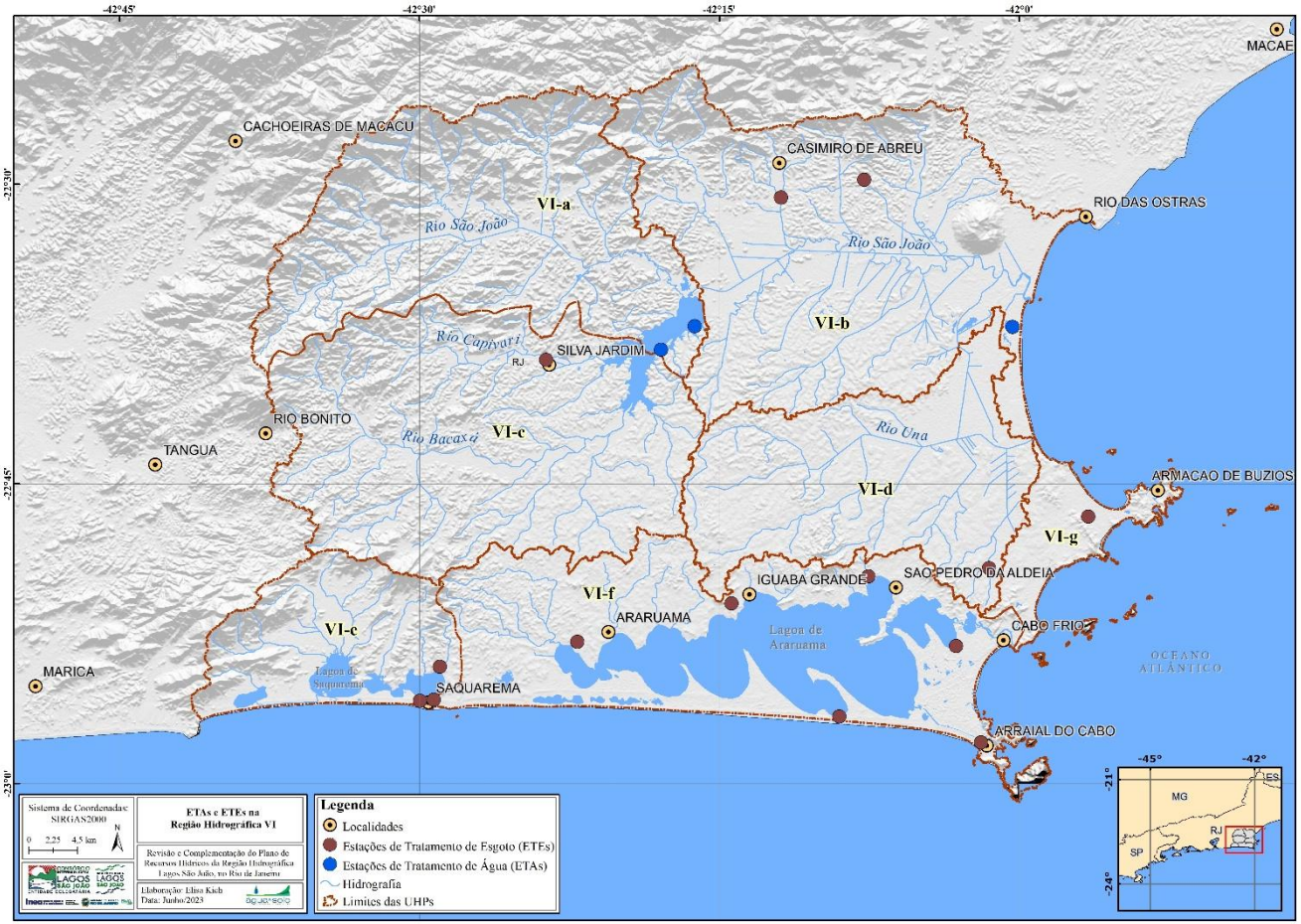


Figura 6.23 - ETAs e ETEs na RH-VI.
Fonte: Elaboração própria.

Conforme quadro acima, apenas 37% da população total dos municípios inseridos na Bacia São João 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.

6.4 Resíduos Sólidos

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a gestão integrada de resíduos sólidos é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. A administração municipal deve desenvolver a gestão baseada em critérios ambientais e econômicos para coletar, tratar e dispor os resíduos de sua cidade, visando garantir a limpeza urbana além de garantir a destinação final adequada aos resíduos gerados no município, tanto o de competência direta do poder público municipal, quanto os de responsabilidade da iniciativa privada (BRASIL, 2010)

O Rio de Janeiro instituiu o Plano Estadual de Resíduos Sólidos no ano de 2013 (RIO DE JANEIRO, 2013b). Ele está inserido no conjunto de ações estruturantes do Estado direcionadas ao planejamento de políticas públicas para potencializar a gestão dos resíduos sólidos.

O plano apresenta um conjunto de metas, orientações e instrumentos relacionados adiversos aspectos que devem nortear gestores públicos e privados de várias esferas na tomada de decisão e formulação de programas e ações relativos à gestão e ao manejo dos resíduos sólidos. Esses aspectos são institucionais, ambientais, sanitários, econômicos, financeiros, sociais e normativos.

No documento, foram previstas metas associadas às políticas nacional e estadual de resíduos sólidos, além de outras políticas transversais considerando vários horizontes (curto, médio e longo prazo) para a implantação do PERS.

Estas metas consideraram os avanços na implantação da Política Estadual de Resíduos Sólidos por meio do subprograma "Lixão Zero" e do Programa "Pacto pelo Saneamento", que antecipou o cumprimento de metas que viriam a ser estabelecidas com a regulamentação da PNRS.

6.4.1 População atendida

A seguir, na Tabela 6.16, são apresentados os índices de atendimento com coleta regular.

De acordo com as metas do Plano Estadual de Resíduos Sólidos, em 2021, a meta é de 100%, logo, os municípios de Arraial do Cabo, Cabo Frio, Rio Bonito, Rio das Ostras, Saquarema e Silva Jardim, não conseguiram cumprir a meta.

A População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades é o valor declarado pelo órgão responsável da população urbana efetivamente beneficiada com o serviço regular de coleta de RDO (Resíduos Sólidos Domiciliares) no município, no final do ano de referência. Inclui populações da sede e de localidades (distritos e povoados) efetivamente atendidas de forma regular. No SNIS é adotado o valor declarado pelo agente responsável pelo serviço. Entende-se como regular o serviço com frequência mínima de 1 (uma) vez por semana.

A Tabela 6.17 mostra o percentual da população atendida com coleta regular porta-a-porta.

Tabela 6.16 - Indice de atendimento da população com coleta regular (SNIS, 2021).

Município	População total do município (Fonte: IBGE):	População urbana do município (Fonte: IBGE)	População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades	Percentual da População Total atendida	Percentual da População Urbana atendida
Araruama	136.109	129.399	129.399	95%	100%

Município	População total do município (Fonte: IBGE):	População urbana do município (Fonte: IBGE)	População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades	Percentual da População Total atendida	Percentual da População Urbana atendida
Armação dos Búzios	35.060	35.060	35.000	100%	100%
Arraial do Cabo	30.827	30.827	27.715	90%	90%
Cabo Frio	234.077	176.583	158.924	68%	90%
Cachoeiras de Macacu	59.652	51.597	51.597	86%	100%
Casimiro de Abreu	45.864	37.007	37.007	81%	100%
Iguaba Grande	29.344	29.344	29.344	100%	100%
Maricá	167.668	165.077	165.077	98%	100%
Rio Bonito	60.930	45.254	44.700	73%	99%
Rio das Ostras	159.529	150.817	148.000	93%	98%
São Pedro da Aldeia	107.556	100.546	100.546	93%	100%
Saquarema	91.938	87.259	86.585	94%	99%
Silva Jardim	21.775	16.443	16.153	74%	98%

Tabela 6.17 - Percentual da População atendida com coleta regular porta-a-porta (SNIS, 2021).

Município	População total atendida no município com coleta regular de pelo menos uma vez por semana	População urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta	Percentual da população urbana atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta, ou seja, porta a porta
Araruama	136.109	129.399	95%
Armação dos Búzios	35.000	35.000	100%
Arraial do Cabo	27.715	27.715	100%
Cabo Frio	210.669	143.032	68%
Cachoeiras de Macacu	55.750	51.597	93%
Casimiro de Abreu	44.258	33.306	75%
Iguaba Grande	29.344	29.344	100%
Maricá	167.668	165.077	98%
Rio Bonito	58.504	44.700	76%
Rio das Ostras	154.000	143.000	93%
São Pedro da Aldeia	107.556	100.546	93%
Saquarema	88.451	86.334	98%
Silva Jardim	19.705	16.153	82%

A Tabela 6.18 mostra a frequência de coleta regular. O município de Cabo Frio é o que apresenta maior da população (80%) com coleta diária. Silva Jardim e Rio Bonito com o maior percentual com frequência de 2 ou 3 vezes por semana (86%).

Tabela 6.18 - Frequência da Coleta regular (SNIS, 2021).

Município	Percentual da população atendida com frequência diária	Percentual da população atendida com frequência de 2 ou 3 vezes por semana	Percentual da população atendida com frequência de 1 vez por semana
Araruama	35	40	25

Município	Percentual da população atendida com frequência diária	Percentual da população atendida com frequência de 2 ou 3 vezes por semana	Percentual da população atendida com frequência de 1 vez por semana
Armação dos Búzios	60	30	10
Arraial do Cabo	50	35	15
Cabo Frio	80	15	5
Cachoeiras de Macacu	25	50	25
Casimiro de Abreu	25	50	25
Iguaba Grande	20	80	0
Maricá	20	78	2
Rio Bonito	12	86	2
Rio das Ostras	50	50	0
São Pedro da Aldeia	30	70	0
Saquarema	35	55	10
Silva Jardim	12	86	2

6.4.2 Resíduos domiciliares

A Tabela 6.19 mostra o valor anual da soma das quantidades totais de RDO (resíduos sólidos domiciliares) e RPU (resíduos públicos urbanos) coletadas por todos os agentes mencionados, públicos, privados e outros agentes, exceto cooperativas de catadores. Não inclui quantidades coletadas de resíduos dos serviços de saúde (RSS) e resíduos da construção civil (RCC).

Tabela 6.19 - Quantidade de Resíduos Coletados (SNIS, 2021).

Município	Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes (toneladas/ano)
Araruama	31.561,90
Armação dos Búzios	28.278,00
Arraial do Cabo	16.499,60
Cabo Frio	109.820,00
Cachoeiras de Macacu	13.425,00
Casimiro de Abreu	11.889,00
Iguaba Grande	18.665,80
Maricá	106.598,40
Rio Bonito	11.508,10
Rio das Ostras	68.206,30
São Pedro da Aldeia	42.163,60
Saquarema	62.716,20
Silva Jardim	8.116,20

A Tabela 6.20 e a Figura 6.24 mostram a destinação final dos resíduos.

Tabela 6.20 - Destino dos Resíduos Públicos Urbanos (SNIS, 2021).

Município	Município(s) de destino de RDO e RPU exportado
Araruama	São Pedro da Aldeia/RJ

Município	Município(s) de destino de RDO e RPU exportado
Armação dos Búzios	São Pedro da Aldeia/RJ
Arraial do Cabo	Saquarema/RJ
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia/RJ
Cachoeiras de Macacu	Itaboraí/RJ
Casimiro de Abreu	São Pedro da Aldeia/RJ
Iguaba Grande	São Pedro da Aldeia/RJ
Maricá	São Gonçalo/RJ
Rio Bonito	Itaboraí/RJ
Rio das Ostras	Macaé/RJ
São Pedro da Aldeia	São Pedro da Aldeia/RJ
Saquarema	Saquarema/RJ
Silva Jardim	Saquarema/RJ

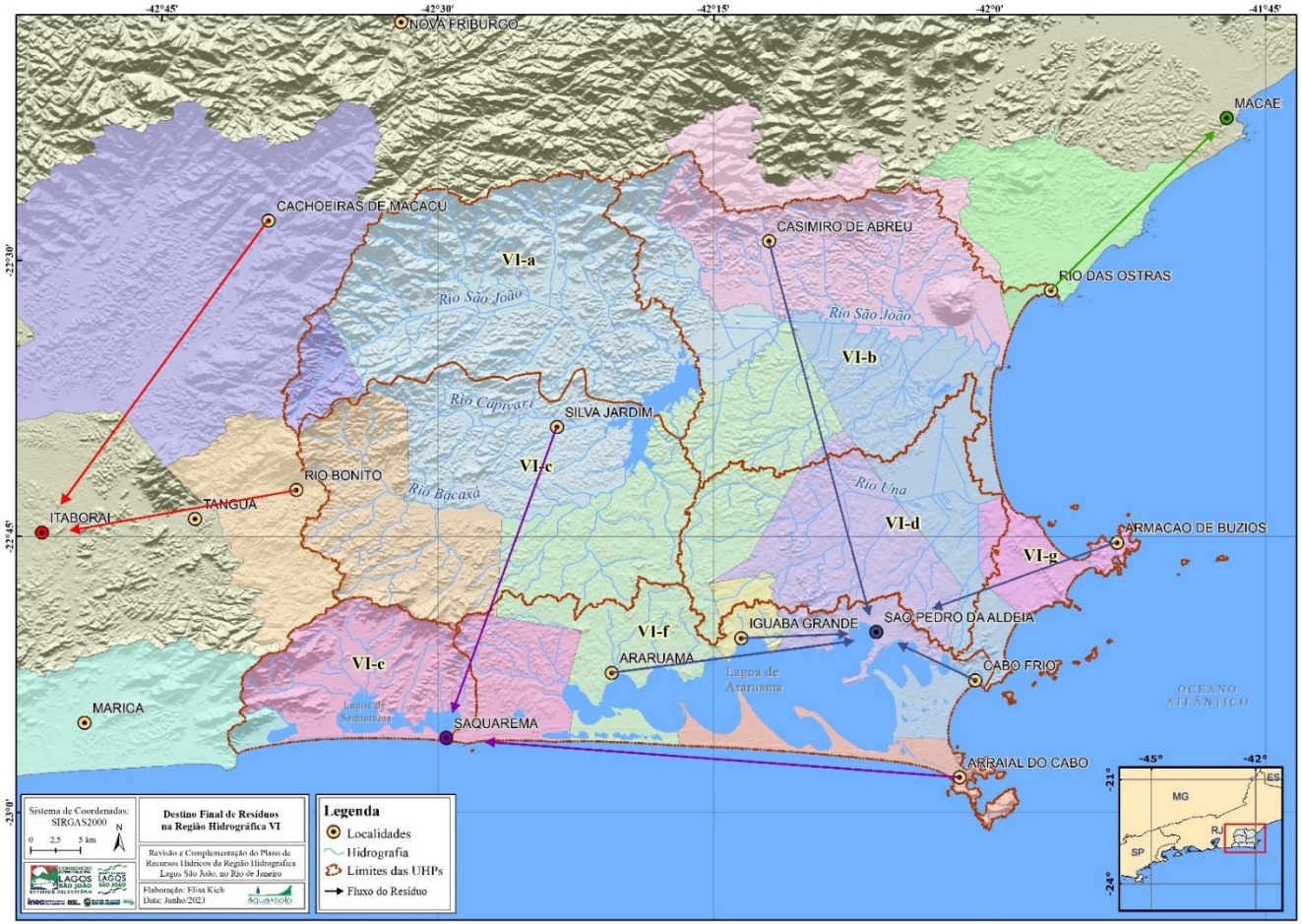


Figura 6.24 - Arranjo do Destino Final na Bacia.
Fonte: Elabração Própria.

6.4.3 *Coleta seletiva*

Um dos pontos mais nevrálgicos em um sistema de manejo de resíduos sólidos, diz respeito à reutilização e reaproveitamento de recicláveis porque, além de gerar empregos, reduz os materiais que poderiam ser reaproveitados que acabam indo para o aterro.

Incentivar a formação de Cooperativas as associações de catadores é uma ação primordial que os municípios deveriam tomar. A Tabela 6.21 mostra como estão os municípios para incentivar a formação de cooperativas e/ou associação de catadores. Apenas o município de Casimiro de Abreu possui algum tipo de iniciativa.

Tabela 6.21 - Existência de catadores organizados em Cooperativas e Associações (SNIS, 2021).

Município	Existem catadores organizados em Cooperativas ou Associações?	Existe algum trabalho social por parte da prefeitura direcionado aos catadores?
Araruama	Não	Não
Armação dos Búzios	Não	Não
Arraial do Cabo	Não	Não
Cabo Frio	Não	Não
Cachoeiras de Macacu	Não	Não
Casimiro de Abreu	Sim	Não
Iguaba Grande	Não	Não
Maricá	Não	Não
Rio Bonito	Não	Não
Rio das Ostras	Não	Não
São Pedro da Aldeia	Não	Não
Saquarema	Não	Não
Silva Jardim	Não	Não

6.4.4 *Cobrança dos serviços*

Segundo o SNIS (2021), não fazem cobrança pelos serviços os municípios de Araruama, Arraial do Cabo, Cabo Frio, São Pedro da Aldeia e Silva Jardim. Os demais cobram uma taxa específica no boleto do IPTU, com exceção de Cachoeira de Macacu que cobra no boleto de água e esgoto, o que tem sido uma tendência nacional para dar maior eficácia à cobrança.

6.4.5 *Resíduos Sólidos de Saúde (RSS)*

A Tabela 6.22 mostra as despesas dos municípios da bacia. Já a Tabela 6.23 mostra o gasto por habitante com coleta de RSS. É possível observar a significativa diferença entre o município com o maior gasto (R$ 9,95/hab) e o menor (R$ 0,72/hab).

Tabela 6.22 - Informações sobre os Resíduos Sólidos de Saúde no CILSJ (SNIS, 2021).

Município	Despesa com agentes públicos com a coleta de RSS	Despesa com empresas contratadas para coleta de RSS	Despesa total com a coleta de RSS
Araruama	-	187.272,50	187.272,50
Armação dos Búzios	-	242.380,32	242.380,32
Arraial do Cabo	-	99.600,00	-
Cabo Frio	-	1.716.000,00	1.716.000,00
Cachoeiras de Macacu	12.000,00	69.323,00	81.323,00
Casimiro de Abreu	-	344.370,00	344.370,00
Iguaba Grande	-	-	292.103,70
Maricá	-	254.804,09	254.804,09
Rio Bonito	-	355.970,99	355.970,99
Rio das Ostras	-	-	1.200.554,45
São Pedro da Aldeia	-	675.087,15	675.087,15
Saquarema	-	66.612,02	66.612,02

Tabela 6.23 - Gasto unitário com RSS (SNIS, 2021).

Município	Custo unitário por habitantes que os municípios gastam com RSS (R$/hab)
Iguaba Grande	9,95
Rio das Ostras	7,53
Casimiro de Abreu	7,51
Cabo Frio	7,33
Armação dos Búzios	6,91
São Pedro da Aldeia	6,28
Rio Bonito	5,84
Maricá	1,52
Araruama	1,38
Cachoeiras de Macacu	1,36
Saquarema	0,72
Arraial do Cabo	-
Silva Jardim	-

6.4.6 Resíduos Sólidos Construção C ivil (RCC)

A Tabela 6.24 mostra as informações disponíveis sobre o manejo de resíduos sólidos da construção civil. Com relação ao quadro, importante observar que apenas em 3 (três) municípios, Cabo Frio, Cachoeiras de Macacu e Casemiro de Abreu a prefeitura executa coleta diferenciada deste tipo de resíduos, os demais coletam juntamente com os resíduos domésticos, o que sobrecarrega o aterro com um material que poderia ser reciclado e reaproveitado.

Tabela 6.24 - Informações sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil (SNIS, 2021).

Município	Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de caminhões tipo basculantes ou carroceria no município?	Há agentes autônomos que prestam serviço de coleta de RCC utilizando-se de carroças com tração animal ou outro tipo de veículo com pequena capacidade volumétrica no município?	A Prefeitura ou SLU executa usualmente a coleta diferenciada de RCC no município?	Há empresas especializadas (caçambeiros") que prestam serviço de coleta de RCC no município?
Araruama	Não	Não	Não	Não
Armação dos Búzios	Sim	Não	Não	Sim
Arraial do Cabo	Não	Não	Não	Não
Cabo Frio	Não	Não	Sim	Não
Cachoeiras de Macacu	Sim	Sim	Sim	Sim
Casimiro de Abreu	Não	Não	Sim	Não
Iguaba Grande	Sim	Sim	Não	Não
Maricá	Sim	Não	Não	Sim
Rio Bonito	Não	Não	Não	Não
Rio das Ostras	Sim	Sim	Não	Sim
São Pedro da Aldeia	Sim	Não	Não	Sim
Saquarema	Sim	Não	Não	Sim
Silva Jardim	Não	Não	Não	Não

6.5 Drenagem Urbana

A seguir estão sendo apresentadas as informações referentes aos sistemas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais na bacia. Na Tabela 6.25 estão sendo mostradas as informações referentes a áreas de risco.

Observa-se que:

- Apenas 7 municípios possuem alerta hidrológico. Comparando-se com a Tabela 6.26, mesmo existindo domicílios em área de risco, não existe sistema de alerta, como é o caso de Cabo Frio, Rio das Ostras e Silva Jardim;
- Em apenas 2 municípios existe cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações;
- Apenas o município de Araruama e Cachoeiras de Macacu sabem a área do mapeamento das áreas de risco de inundações e enchentes.

Do total de 510.758 domicílios em 2021 (SNIS, 2021), 4.832 domicílios ou menos de 1% dos domicílios (Tabela 6.26) vivem em áreas de risco de inundação.

Tabela 6.25 - Informações referentes a áreas de risco (SNIS, 2021).

Nome do Município	Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações) no município?	Existe cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações?	Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?	O mapeamento é parcial ou integral?	Qual percentual da área total do município está mapeado?
Araruama	Sim		Sim	Parcial	De 1% a 25%
Arraial do Cabo	Não		Não		
Cabo Frio	Não	Não	Não		
Cachoeiras de Macacu	Sim		Sim	Parcial	De 51% a 75%
Casimiro de Abreu	Sim		Não		
Iguaba Grande	Sim	Sim	Sim	Integral	
Maricá	Sim		Sim	Integral	
Rio Bonito	Sim		Não		
Rio das Ostras	Não	Não	Sim	Integral	
São Pedro da Aldeia	Não	Sim	Não		
Silva Jardim	Sim		Sim	Integral	

Tabela 6.26 - Domicílios sujeitos a enxurradas (SNIS, 2021).

Município	Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação	Número de enxurradas na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	Número de enxurradas na área urbana do município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	Número de alagamentos na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	Número de alagamentos na área urbana do município, no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):	Número de inundações na área urbana do município, nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
Araruama	0	0	0	0	0	0
Arraial do Cabo	0	0	0	0	0	0
Cabo Frio	3.000	0	0	0	0	0
Cachoeiras de Macacu	42	0	0	1	0	1
Casimiro de Abreu	500	0	0	1	0	1
Iguaba Grande	400	0	0	1	0	0
Maricá	0	0	0	0	0	1
Rio Bonito	100	1	0	1	0	1
Rio das Ostras	100	0	0	1	0	0
São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0
Silva Jardim	720	1	0	2	1	9

Como mostra a Tabela 6.27, nos últimos 5 anos 12.261 pessoas estiveram desabrigadas devido a eventos hidrológicos impactantes e no ano de 2021 não houve recorrência.

Tabela 6.27 - Número de pessoas desabrigadas devido a eventos hidrológicos impactantes no último ano e nos últimos 5 anos (SNIS, 2021).

Município	Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
Araruama	0	0
Arraial do Cabo	0	0
Cabo Frio	0	0
Cachoeiras de Macacu	3.112	0
Casimiro de Abreu	34	0
Iguaba Grande	2	0
Maricá	2.937	0
Rio Bonito	15	0
Rio das Ostras	48	0
São Pedro da Aldeia	0	0
Silva Jardim	6.213	0

Como mostra a Tabela 6.28, dos municípios da bacia, apenas 3 municípios possuem plano diretor de macrodrenagem os demais contam com o planejamento desenvolvido nos Planos Municipais de Saneamento Básico de 2013, isto é, 10 anos de defasagem.

Metade dos municípios possuem cadastro técnico dos sistemas de micro e macrodrenagem, outro fator que dificulta muito as ações de gestão de águas pluviais. Apenas 4 municípios possuem obras em andamento referente à macro e microdrenagem.

Tabela 6.28 - Existência de Planos, estudos e projetos de macro e microdrenagem (SNIS, 2021).

Município	Existe Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no município?	Existe cadastro técnico de obras lineares no município?	Existe projeto básico, executivo ou as built" de unidades operacionais de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?"	Existem obras ou projetos em andamento, no ano de referência, para o sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?
Araruama	Sim	Sim	Sim	Sim
Arraial do Cabo	Não	Não	Não	Não
Cabo Frio	Não	Sim	Não	Não
Cachoeiras de Macacu	Não	Não	Não	Não
Casimiro de Abreu	Sim	Sim	Sim	Não
Iguaba Grande	Não	Sim	Sim	Sim
Maricá	Não	Sim	Sim	Sim
Rio Bonito	Não	Não	Não	Não
Rio das Ostras	Sim	Sim	Sim	Sim
São Pedro da Aldeia	Não	Não	Sim	Não
Silva Jardim	Não	Não	Não	Não

A Tabela 6.29 mostra o tipo de rede de drenagem e o percentual de vias pavimentadas e com meio-fio.

De todos os municípios, apenas 3 municípios possuem rede de drenagem exclusiva para águas de chuva, isso é um fator muito ruim, porque o esgoto está sendo coletado nessas redes e encaminhado para os cursos dágua.

Com relação à pavimentação, mostramos neste quadro em ordem crescente de maior para menor percentual de pavimentação. Apenas 4 municípios possuem as vias totalmente pavimentadas, mas não são pavimentos sustentáveis (permeáveis) em que possam reintegrar a água de chuva ao solo.

Nos demais onde a pavimentação é menos, será sugerido no prognóstico do presente Plano que seja prevista uma metodologia de solos permeáveis e uma cobrança no IPTU mais vantajosa também para os lotes onde exista pavimentos permeáveis. O tipode de drenagem exclusivo é quando 100% do sistema de drenagem é destinado exclusivamente às águas pluviais, o unitário

é quando 100% do sistema de drenagem recebe águas pluviais e esgotos e o combinado é quando parte do sistema de drenagem é exclusivo e parte é unitário.

Tabela 6.29 - Tipo de Rede de drenagem e vias pavimentadas (SNIS, 2021).

Município	Qual é o tipo de sistema de Drenagem Urbana?	Extensão total de vias públicas urbanas do município:	Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante):	Percentual de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante):
Araruama	Exclusivo	685,00	685,00	100 %
Arraial do Cabo	Não existe	106,00	106,00	100 %
Cabo Frio	Unitário	3.826,00	1.913,00	100 %
Cachoeiras de Macacu	Outro	273,54	112,32	100 %
Casimiro de Abreu	Exclusivo	170,50	125,50	74 %
Iguaba Grande	Combinado	121,95	46,22	63 %
Maricá	Exclusivo	1.200,00	760,00	56 %
Rio Bonito	Unitário	500,00	500,00	50 %
Rio das Ostras	Combinado	618,01	343,02	41 %
São Pedro da Aldeia	Combinado	475,00	185,00	39 %
Silva Jardim	Unitário	120,00	120,00	38 %

A Tabela 6.30 mostra o tipo de intervenções realizadas no sistema de drenagem. Nota-se que, na maioria dos municípios é feita dragagem ou desassoreamento de canais abertos, dragagem ou desassoreamento dos cursos d'água naturais, limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos, limpeza de bocas de lobo e poços de visita, limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, manutenção ou recuperação de sarjetas, manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais. Com exceção de Arraial do Cabo que não houve qualquer tipo de intervenção.

Tabela 6.30 - Intervenções no sistema de drenagem no último ano (SNIS, 2021).

Município	No ano de referência, quais das seguintes intervenções ou manutenções foram realizadas no sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas ou nos cursos d'água da área urbana do município?
Araruama	Outra
Arraial do Cabo	Não houve intervenção ou manutenção no sistema de drenagem ou nos cursos d'água
Cabo Frio	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção corretiva de estações elevatórias, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais, Manutenção preventiva de estações elevatórias
Cachoeiras de Macacu	Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos
Casimiro de Abreu	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Dragagem ou desassoreamento dos cursos dágua naturais, Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais
Iguaba Grande	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Dragagem ou desassoreamento dos cursos dágua naturais, Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos, Limpeza de bocas

Município	No ano de referência, quais das seguintes intervenções ou manutenções foram realizadas no sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas ou nos cursos d'água da área urbana do município?
	de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas
Maricá	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais
Rio Bonito	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais
Rio das Ostras	Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais
São Pedro da Aldeia	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Dragagem ou desassoreamento dos cursos dágua naturais, Limpeza das margens de cursos d'água naturais e de lagos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, Manutenção ou recuperação de sarjetas, Manutenção ou recuperação estrutural de redes e canais
Silva Jardim	Dragagem ou desassoreamento de canais abertos, Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, Limpeza e desobstrução de redes e canais fechados

7 AVALIAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DAS ÁGUAS

7.1 Disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica apresenta o quanto de água está disponível para os diversos usos existentes na RH-VI. Nos próximos sub-capítulos será apresentado o detalhamento da metodologia de cálculo da disponibilidade hídrica para as águas superficiais e subterrâneas.

7.1.1 Disponibilidade das águas superficiais

A disponibilidade hídrica superficial é estimada com base na vazão natural dos rios, desprezando possíveis retiradas, reservatórios e transposições. Para realizar esta reconstituição de vazões nas UHPs consideradas na RH-VI foi utilizado um modelo hidrológico chuva-vazão. Os dados obtidos nesta etapa serão utilizados posteriormente para a elaboração do balanço hídrico em cada UHP.

A metodologia para estimativa de disponibilidade hídrica superficial consiste na utilização de um modelo hidrológico distribuído capaz de converter chuva em vazão, por meio de processos hidrológicos específicos que ocorrem em bacias hidrográficas. O modelo foi calibrado e validado para estações de monitoramento fluviométrico localizadas na bacia do rio São João, contidas na RH-VI. A partir dos parâmetros calibrados e validados, o modelo foi então aplicado para as UHPs da região, exceto para a UHP VI-g Armação de Búzios, onde por não haver drenagem aparente foi considerado a estimativa de vazões de referência com base em regionalização de vazões.

7.1.1.1 Dados disponíveis

Os dados da rede de monitoramento hidrometeorológico disponíveis na região de estudo foram obtidos a partir do Portal Hidroweb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, do Banco de Dados Meteorológicos do INMET e também dados hidrometeorológicos telemétricos do INEA através do seu repositório FTP. As informações foram obtidas durante a elaboração do plano, e a partir delas foi elaborado um resumo descritivo das estações pluviométricas e fluviométricas identificadas além da análise da disponibilidade de dados das mesmas.

7.1.1.1.1 Dados pluviométricos

A descrição detalhada dos dados pluviométricos utilizados está apresentada no item 3.1.2. A Tabela 3.3 apresenta as estações pluviométricas selecionadas, o órgão operador responsável e o período de dados disponíveis. A localização das estações pluviométricas está apresentada na Figura 3.5, onde observa-se que apenas 8 das 20 estações utilizadas estão localizadas dentro do perímetro da região de estudo. Também está descrita e apresentada neste item a análise da disponibilidade de dados das séries históricas (Figura 3.7). Através dos dados pluviométricos destas estações foi elaborado o mapa de isoietas (Figura 3.9). A seguir são apresentadas as séries temporais.

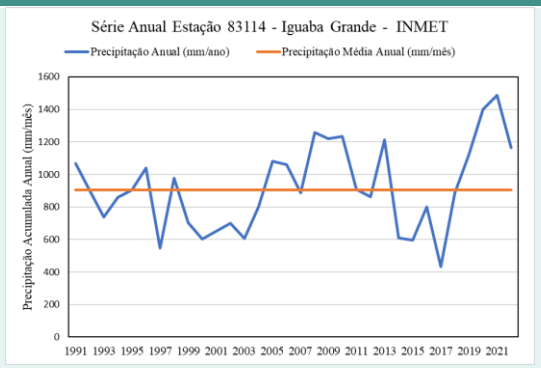
7.1.1.1.1.1 Séries temporais

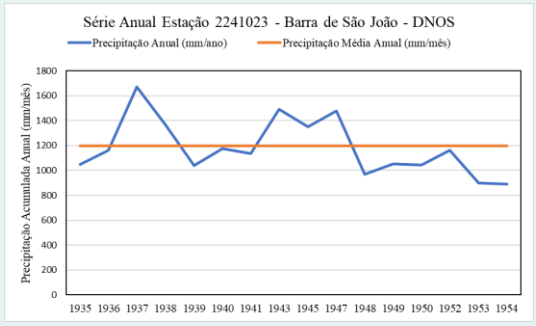
As séries temporais de precipitação são muito utilizadas na área da hidrologia como dados de entrada de modelos hidrológicos para simulação de eventos de chuva em uma bacia hidrográfica.

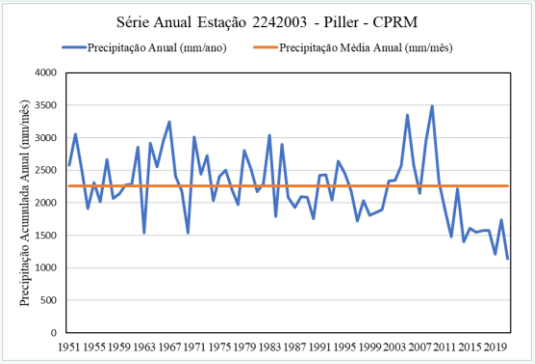
Abaixo está apresentada a Tabela 7.1 com os valores da série histórica anual de precipitação para as estações selecionadas. Desta forma, é possível perceber a variação global dos valores anuais de precipitação e consequentemente variações significativas dos valores registrados. As variações significativas em relação à média global observadas foram encontradas na série anual da estação 2242003, a qual apresentou redução significativa nos dados registrados para os últimos 6 anos de registro. Nesta análise foram desconsideradas as estações 2241023, 2241104 e 2242067 devido ao período de dados insuficiente.

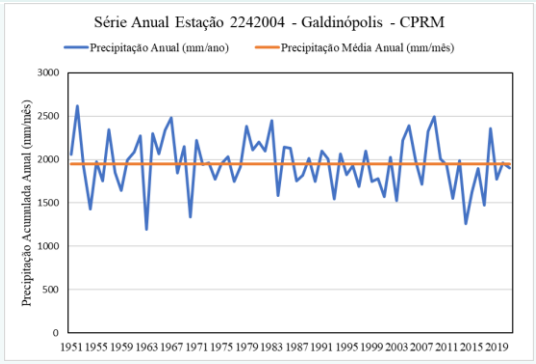
Tabela 7.1 - Séries anuais das estações pluviométricas.

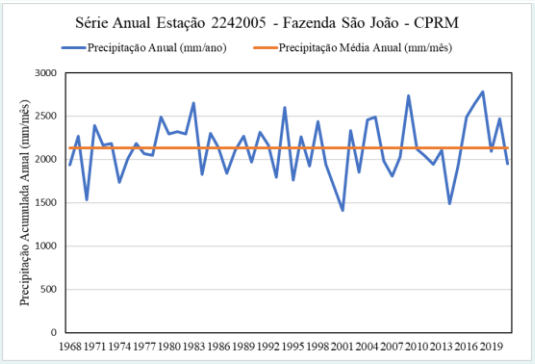
Série Anual Estações Pluviométricas

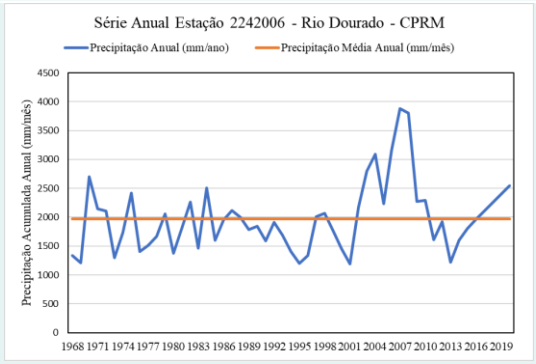


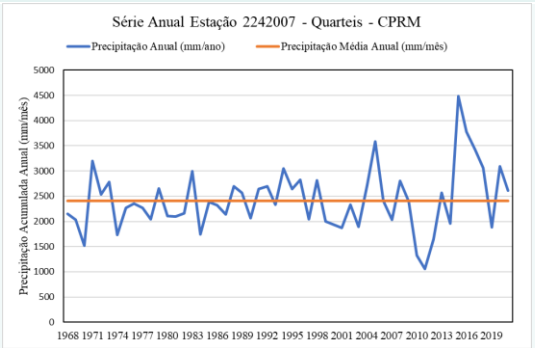


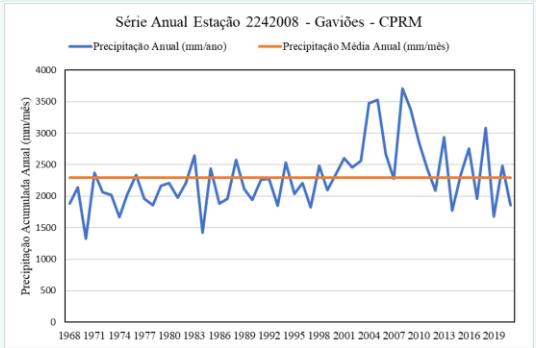




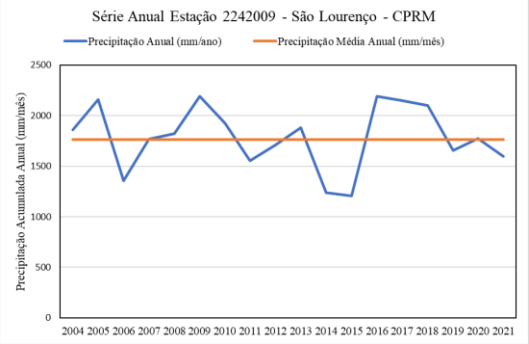


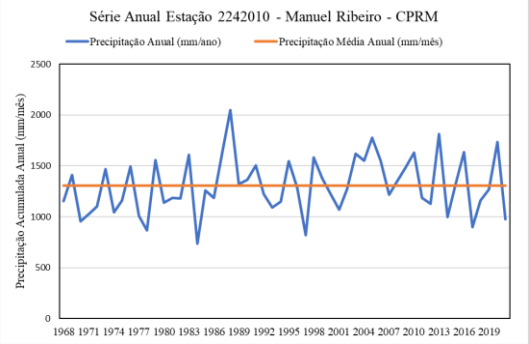


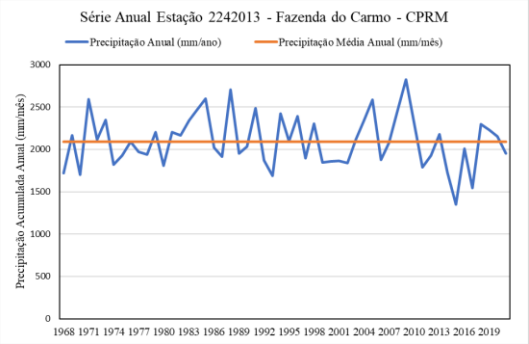


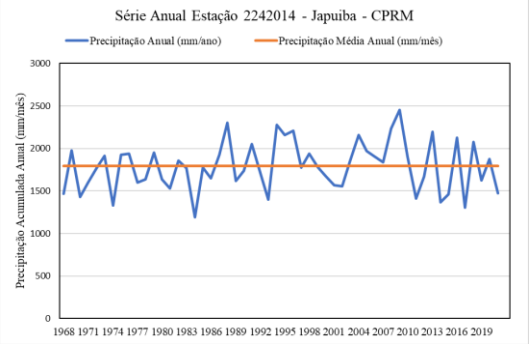


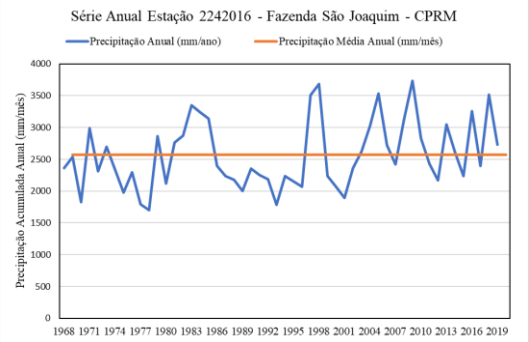
Série Anual Estações Pluviométricas

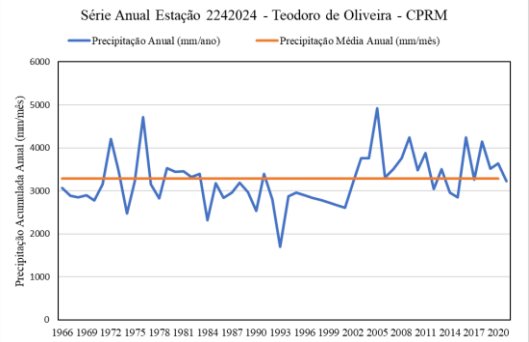


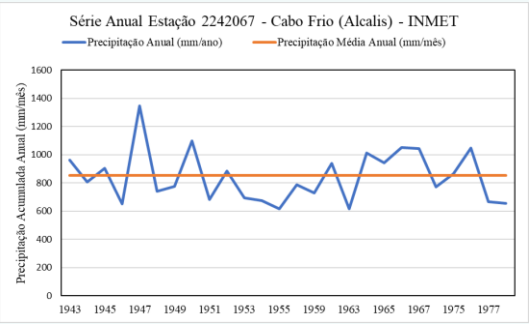


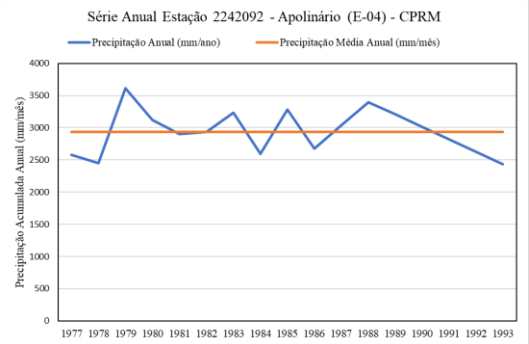




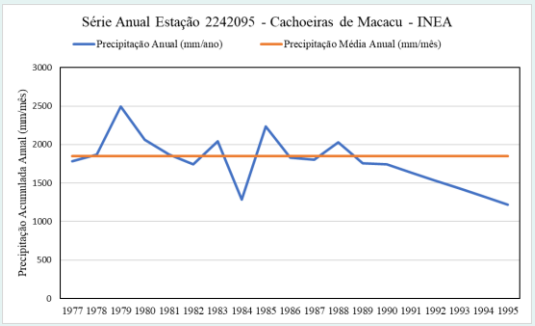


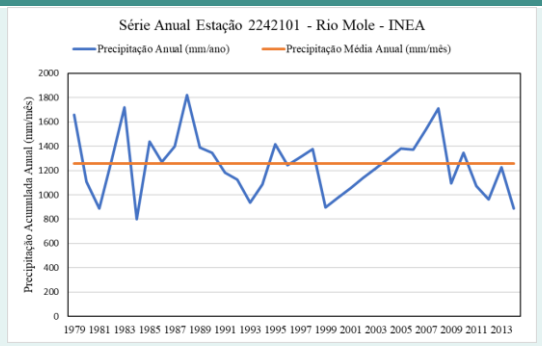


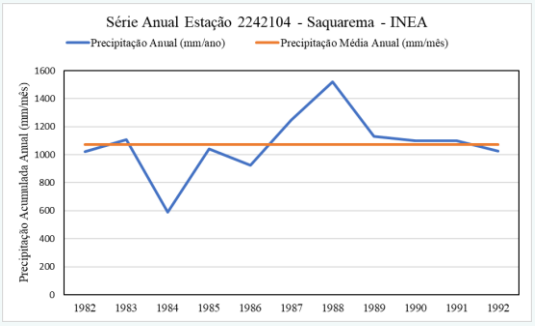


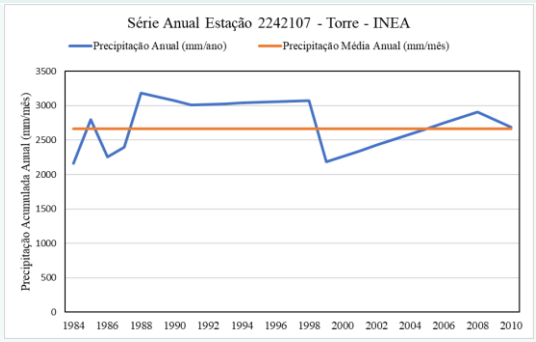


Série Anual Estações Pluviométricas





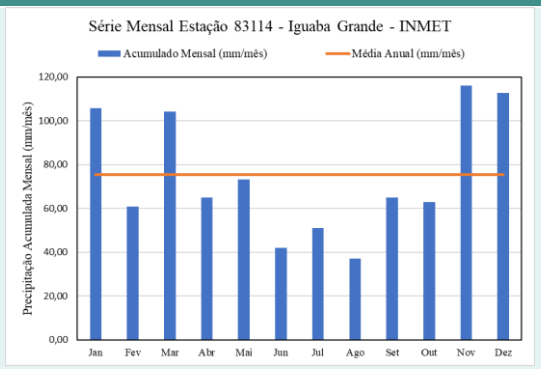


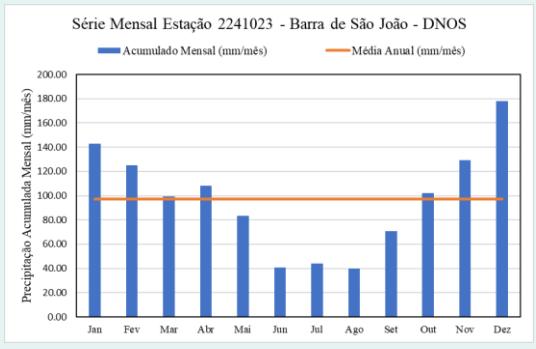


As séries temporais dos valores de precipitação mensal e a média mensal de precipitação das estações estudadas estão apresentadas abaixo na Tabela 7.2, sendo que o resumo destes dados está apresentado na Tabela 7.3.

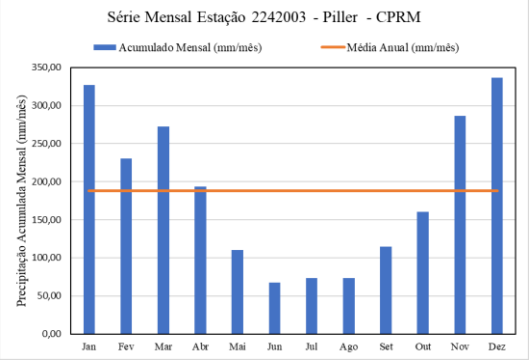
Tabela 7.2 - Séries mensais das estações pluviométricas.

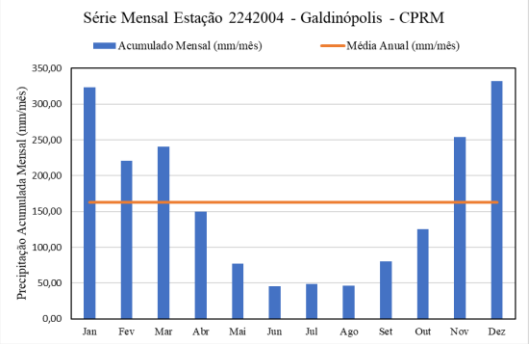
Séries mensais das estações pluviométricas

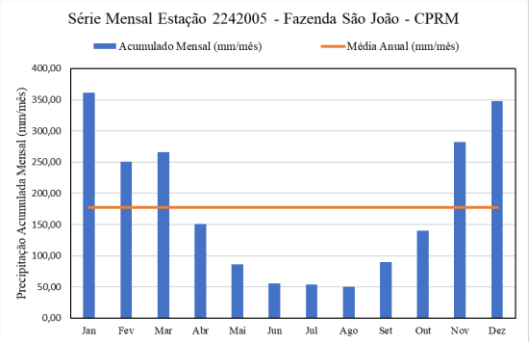


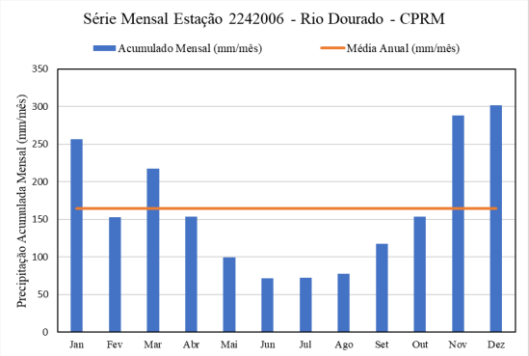


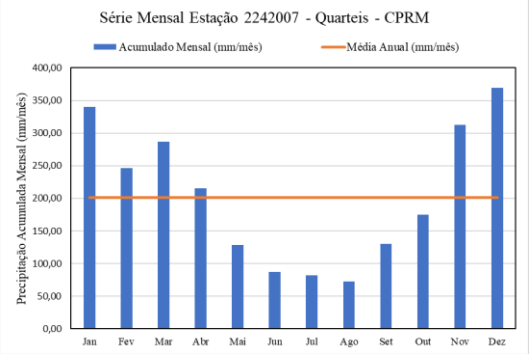
Séries mensais das estações pluviométricas

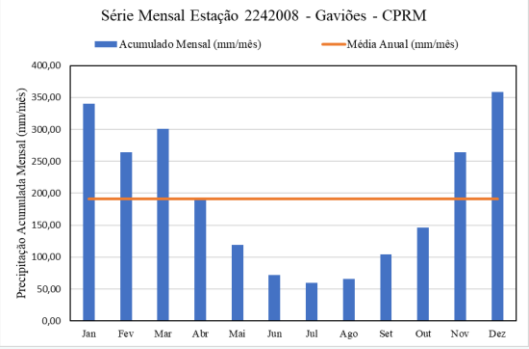


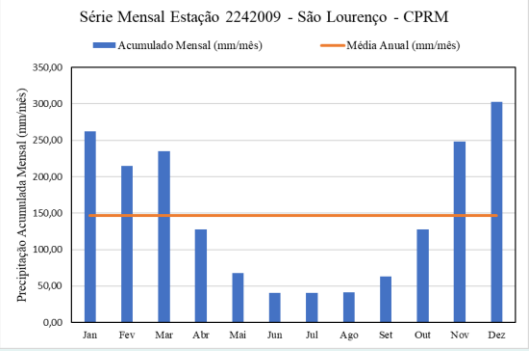


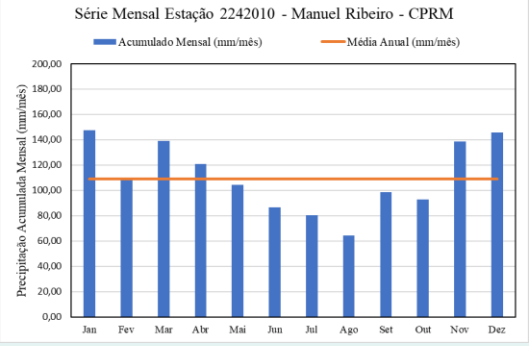




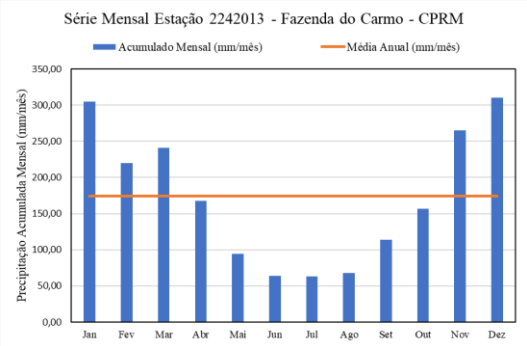


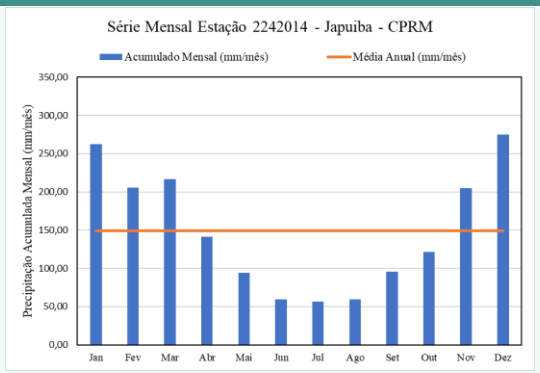


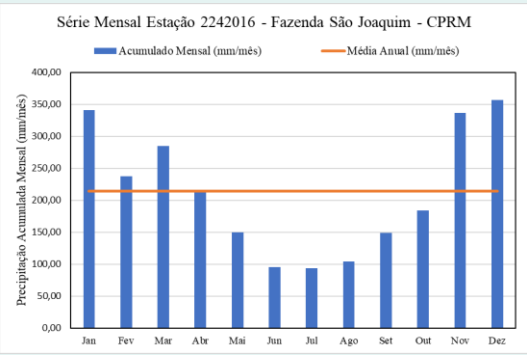


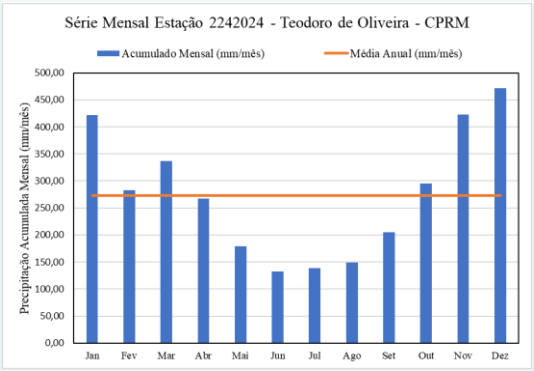


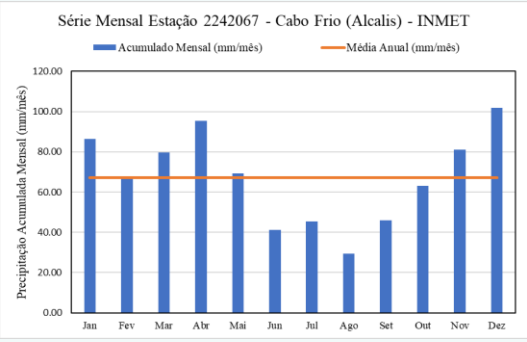
Séries mensais das estações pluviométricas

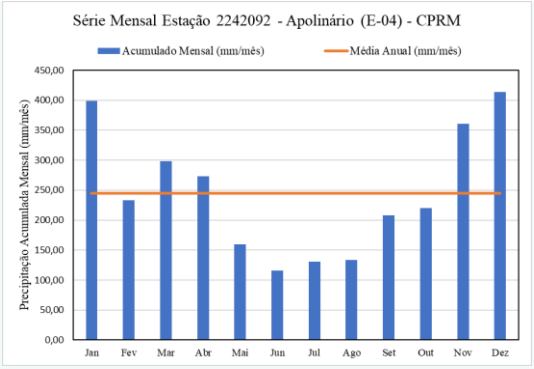


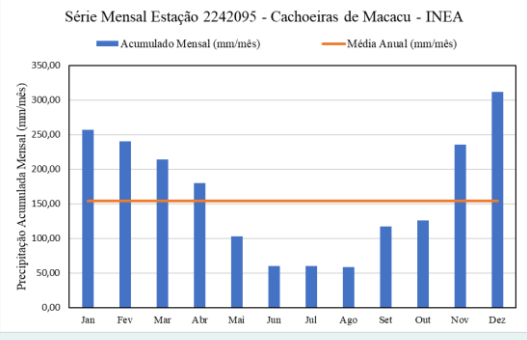


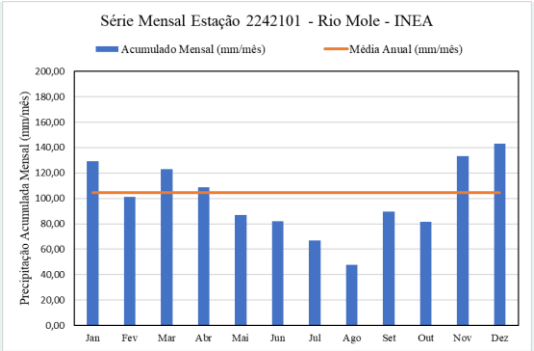




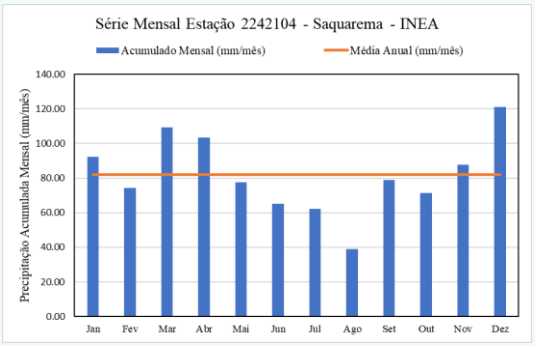








Séries mensais das estações pluviométricas



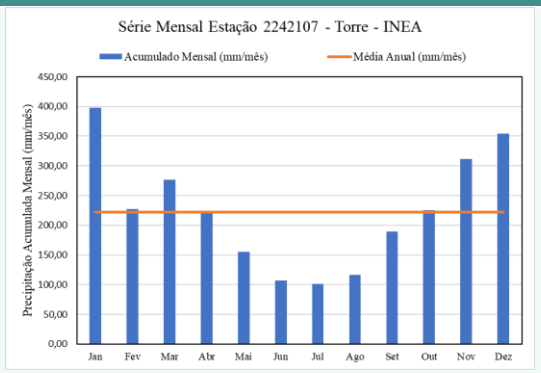


Tabela 7.3 - Resumo das médias mensais e média total anual das estações pluviométricas.

Estação	Nome	Operador	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
83114	Iguaba Grande	INMET	105,75	60,83	104,23	64,82	73,07	41,94	50,88	37,12	64,95	62,88	116,08	112,64	906,53
2241023	Barra de São João	DNOS	142,74	124,95	99,19	108,43	83,32	40,87	44,22	39,67	70,65	102,08	129,30	178,18	1195,49
2242003	Piller	CPRM	326,64	230,52	272,33	193,64	109,96	67,75	73,60	73,11	114,44	160,08	286,55	336,78	2.255,36
2242004	Galdinópolis	CPRM	323,71	220,83	240,85	150,02	77,45	45,80	48,53	46,33	80,34	125,05	254,16	332,32	1.948,97
2242005	Fazenda São João	CPRM	361,16	250,88	266,14	150,74	86,01	55,77	54,14	50,41	89,94	139,67	282,08	348,21	2.129,10
2242006	Rio Dourado	CPRM	256,47	153,03	217,46	153,80	99,38	71,53	72,18	77,36	117,48	153,19	288,25	301,60	1.969,95
2242007	Quarteis	CPRM	340,41	246,00	286,96	215,79	128,12	86,84	82,36	72,88	130,59	175,36	312,25	369,37	2.410,90
2242008	Gaviões	CPRM	340,59	264,31	300,49	190,87	118,79	71,68	60,03	66,19	104,68	146,29	264,34	358,37	2.294,55
2242009	São Lourenço	CPRM	262,31	214,74	234,85	127,91	67,64	40,70	40,83	41,60	63,18	128,01	248,23	302,56	1.763,93
2242010	Manuel Ribeiro	CPRM	147,71	109,59	138,94	121,00	104,26	86,40	80,17	64,20	98,62	92,88	138,43	145,95	1.308,99
2242013	Fazenda Do Carmo	CPRM	304,81	219,90	241,08	167,82	94,54	63,87	63,51	67,46	113,87	157,04	265,16	310,51	2.089,75
2242014	Japuiba	CPRM	262,47	205,81	217,05	141,37	94,25	59,49	56,49	59,25	95,56	121,58	204,91	274,64	1.792,25
2242016	Fazenda São Joaquim	CPRM	341,19	237,88	285,14	213,47	149,42	95,80	94,10	104,66	149,20	184,20	336,32	356,78	2.569,64
2242024	Teodoro De Oliveira	CPRM	421,63	283,14	337,00	267,10	179,60	132,45	138,67	148,59	205,54	294,75	422,41	471,01	3.280,63

Estação	Nome	Operador	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2242067	Cabo Frio (Alcalis)	INMET	86,30	66,51	79,67	95,42	69,34	41,13	45,27	29,26	46,05	62,99	81,16	101,84	852,93
2242092	Apolinário (E-04)	CPRM	398,55	233,34	298,59	272,83	159,22	116,26	130,70	133,42	207,66	219,66	360,22	413,76	2.934,38
2242095	Cachoeiras de Macacu	INEA	257,22	240,61	214,31	180,34	102,62	59,77	60,37	58,25	117,37	125,90	235,69	312,02	1.850,05
2242101	Rio Mole	INEA	129,50	101,22	122,96	108,62	86,80	82,02	66,95	47,64	89,45	81,64	133,15	142,91	1.255,90
2242104	Saquarema	INEA	92,41	74,27	109,43	103,26	77,58	65,14	62,14	38,91	78,79	71,25	87,64	121,19	1073,28
2242107	Torre	INEA	397,90	227,18	276,50	224,28	155,02	106,51	101,32	116,03	189,17	225,41	311,87	354,41	2.666,52

7.1.1.1.1.2 Isoietas

As médias de pluviosidade anual das estações selecionadas foram utilizadas para gerar isoietas de precipitação para a região de estudo através do software de geoprocessamento. A Figura 3.9, apresentada no item 3.1.2.3 apresenta o mapa contendo as isoietas geradas a partir dos dados de precipitação anual das estações pluviométricas selecionadas. Os maiores valores ficaram próximos a 2.500 milímetros e os menores em torno de 800 milímetros.

7.1.1.1.2 Dados fluviométricos

A área de estudo conta apenas com a estação 59181000 (Figura 7.2) para disponibilidade de dados fluviométricos com dados de cota e vazão disponíveis. As demais estações presentes na RH-VI também são apresentadas na figura, mas não foram utilizadas no estudo, devido à falta de dados. A estação de código 59181000 é operada pela CPRM, possui área de drenagem de 404 km² e apresenta dados para os anos de 1983 a 2019, sendo sua disponibilidade de dados apresentada na tabela abaixo.

Tabela 7.4 – Disponibilidade de dados fluviométricos.

Estação	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
59181000	13	92	100	100	100	100	100	100	87	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	69	100	100	100	100	100	100	100	100	75	0	0	0

7.1.1.1.2.1 Vazões médias anuais

As séries temporais de dados fluviométricos são muito utilizadas na área da hidrologia como dado de entrada de modelos hidrológicos para simulação de eventos de chuva em uma bacia hidrográfica. As séries temporais dos valores de vazão para média mensal de precipitação das estações estudadas estão apresentados na Figura 7.1.

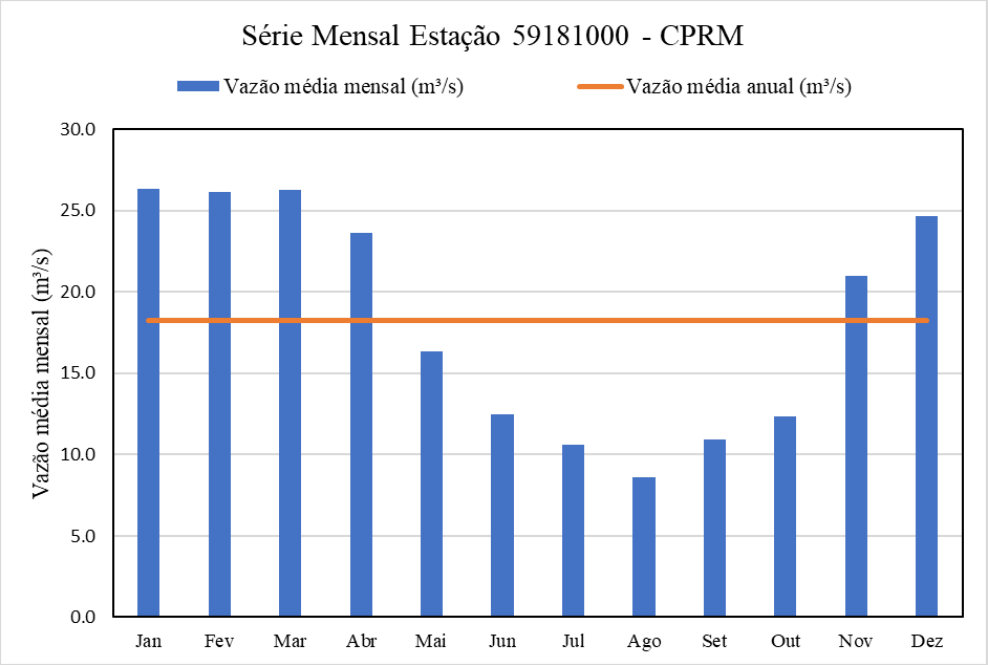


Figura 7.1 - Série Mensal da estação 59181000 (CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

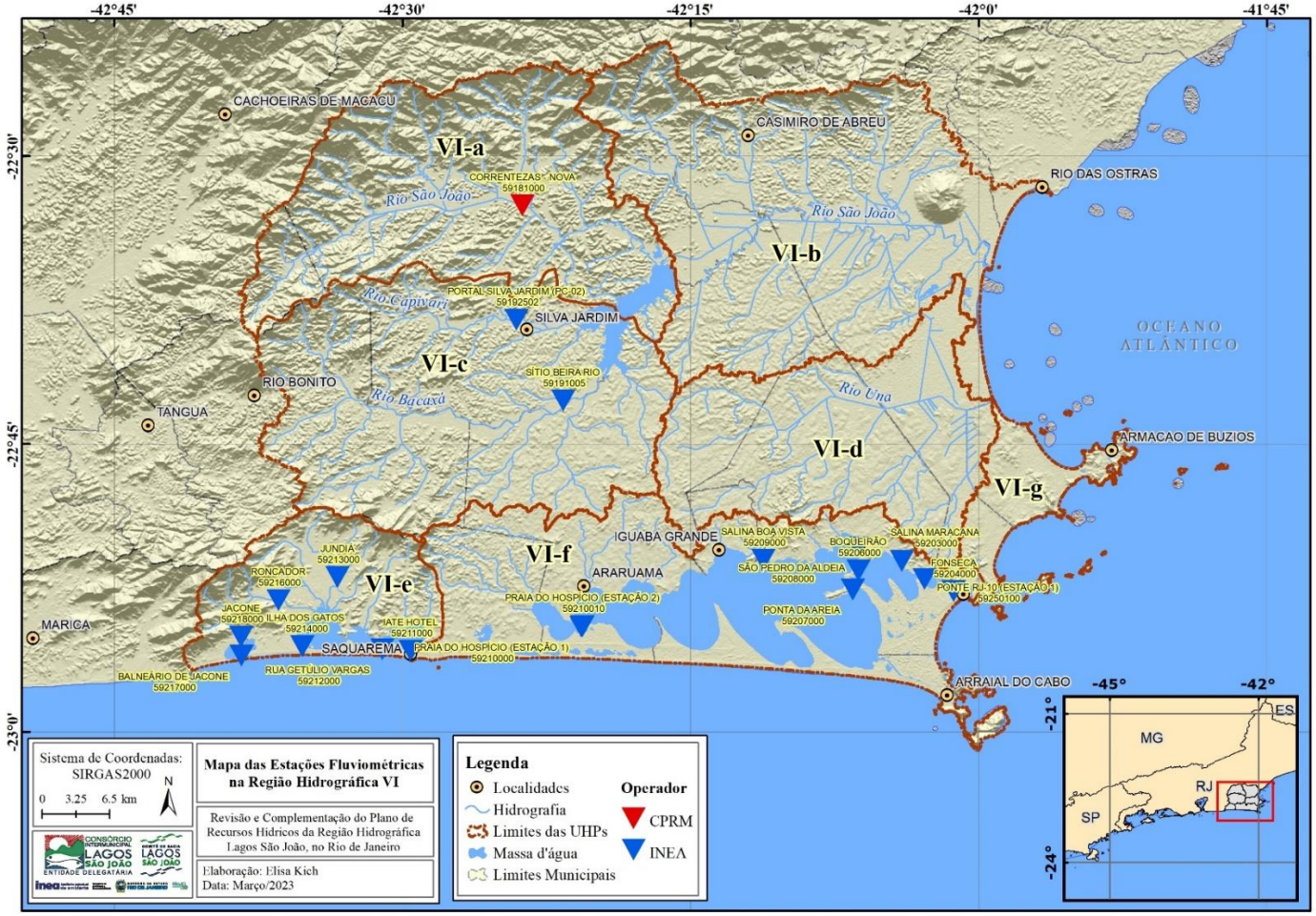


Figura 7.2 - Mapa de estações fluviométricas na Região Hidrográfica VI.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.1.2.2 Séries temporais

Os fluviogramas permitem a análise de eventos hidrológicos, sendo a representação gráfica da vazão em relação ao tempo. Abaixo está apresentado o fluviograma da estação fluviométrica de estudo na Figura 7.3.

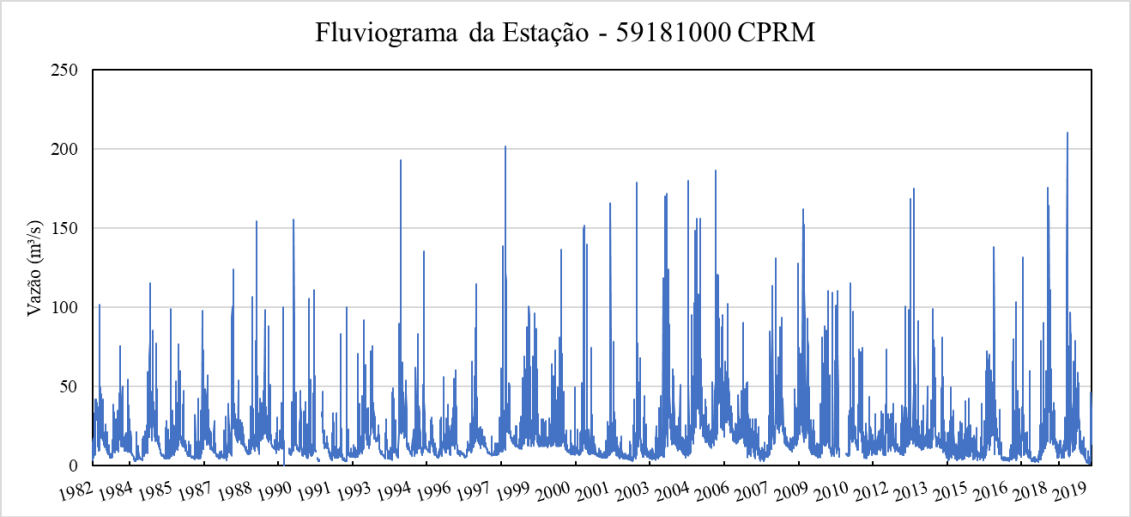


Figura 7.3 - Fluviograma da série histórica da estação 59181000 (CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

Os dados de nível de cota disponíveis foram plotados em um limniograma, permitindo a percepção das variações de cota ao longo dos anos. A Figura 7.4 permite observar que os valores de cota mínimos obtiveram aumento de valor a partir do ano de 2004, estendendo-se até o final da série de dados.

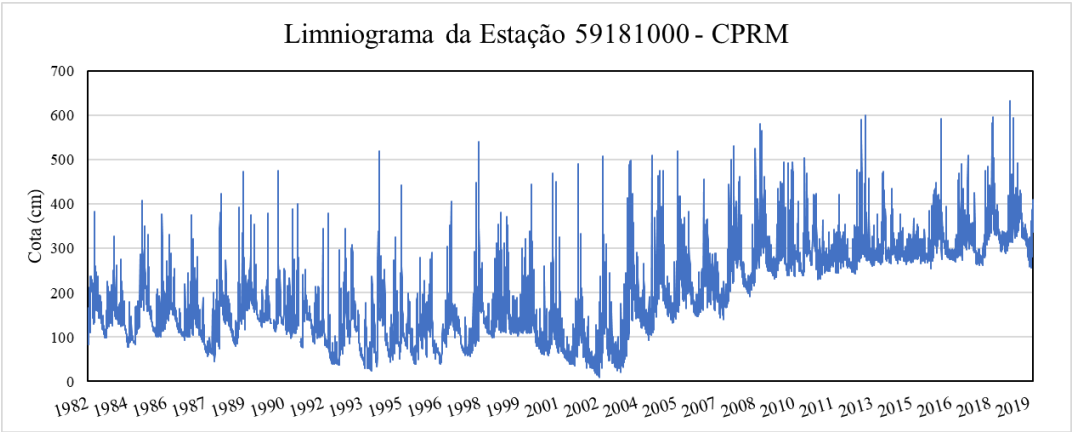


Figura 7.4 - Limniograma da série da estação 59181000 (CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

O perfil transversal da estação modificou-se consideravelmente ao longo dos anos, sendo registrados diferentes valores de cota mínima e largura. A Figura 7.5 abaixo apresenta os perfis transversais consistidos para as datas de 1982, 1992, 2002 e 2012. Os perfis de 1982, 1992 e 2002 mostraram dados parecidos entre si, entretanto o perfil do ano de 2012 apresentou cotas e largura diferente dos demais perfis. Não foram identificadas intervenções específicas (dragagem, obras) neste trecho do rio, no entanto, esta variação de perfil indica um possível assoareamento no ano de 2012.

Figura 7.5 - Perfis transversais da seção de medição da estação 59181000 ao longo do tempo.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência da série histórica dos dados da estação está apresentada a seguir na Figura 7.6.

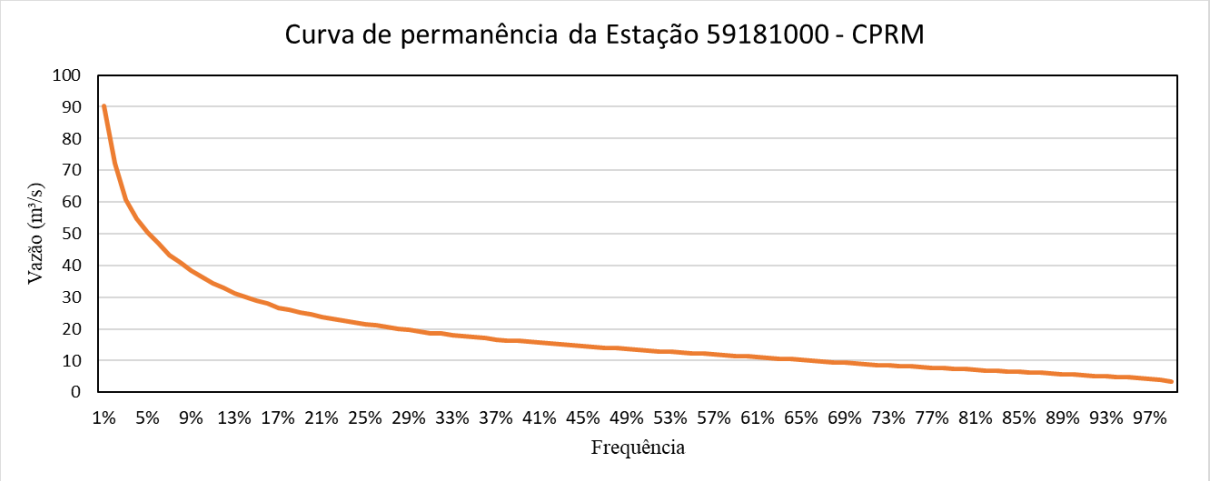


Figura 7.6 - Curva de permanência da série histórica de dados da estação 59181000(CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.1.2.3 Curva-chave

A curva-chave de descarga da estação 59181000 possui dados para os anos de 1982 e 2004. Os dados apresentam duas tendências para os anos entre 1982 a 2004 e 2005 a 2019, conforme explicitado nas

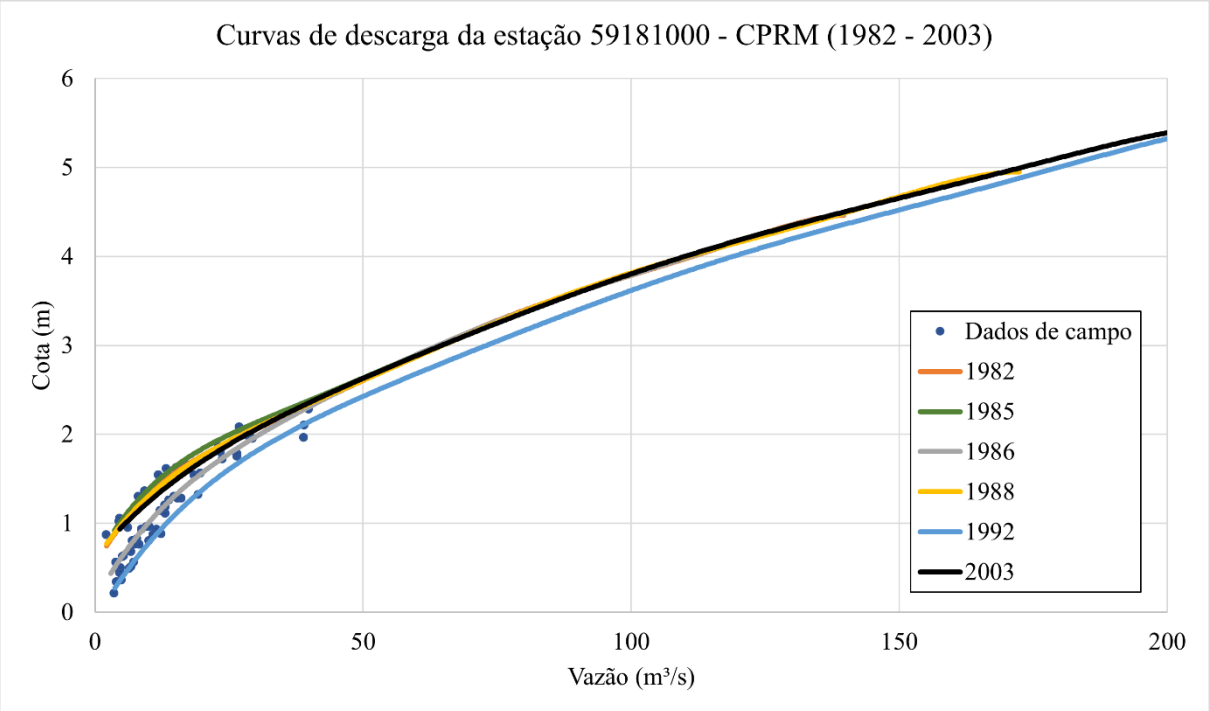


Figura 7.7 e Figura 7.8. Da mesma forma que a série limnimétrica apresenta mudança de comportamento a partir do final do ano de 2004. Ainda, entre os anos de 2002 e 2012, os perfis transversais da estação apresentou diferença entre as larguras e cotas. Estes fatores apontam

que pode ter ocorrido alguma mudança no regime de velocidade do rio, mudança na posição da seção transversal da estação. Descartou-se a possibilidade de assoreamento dado os indícios de que o levantamento não foi realizado no mesmo local.

Considerando os dados apresentados nas figuras abaixo e o conjunto de curvas de descarga disponíveis através da série histórica da ANA, a última curva chave com dados consistidos para a estação é do período de 30/11/2003 a 13/11/2006. É uma equação potencial, conforme a Equação 4.

$$Q(H) = 3{,}20 * (H + 0{,}17)^{2{,}8}$$

Equação 4

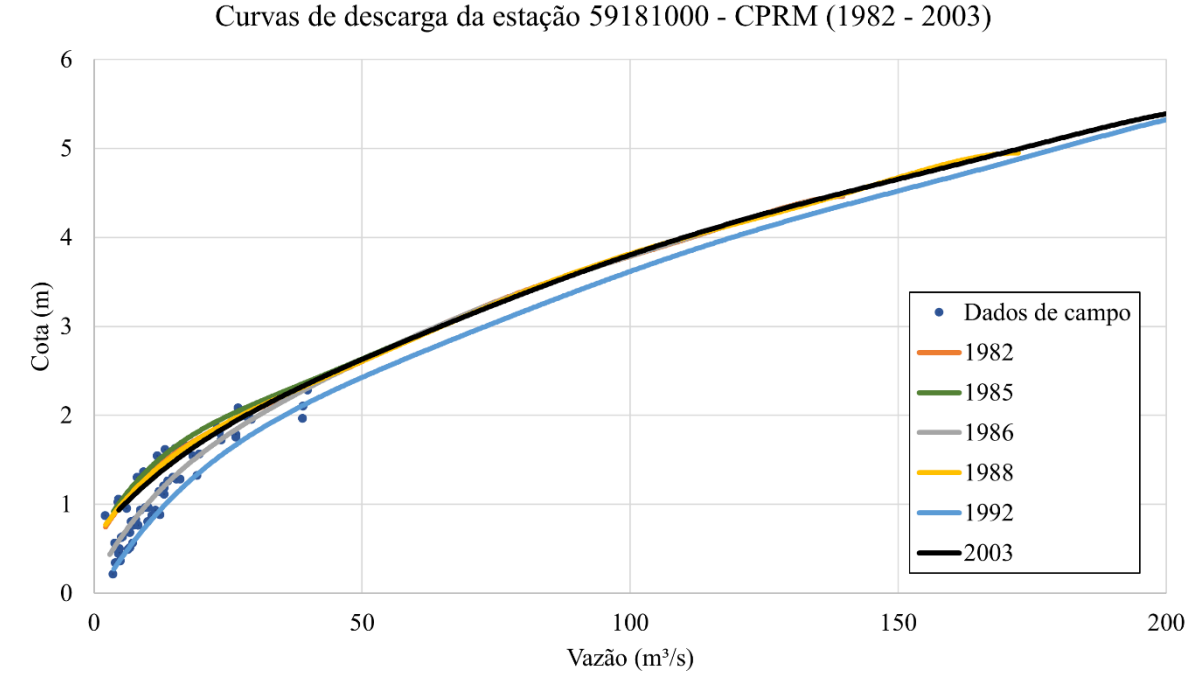


Figura 7.7 - Curvas chave de descarga para os anos de 1982 até 2003 da estação 59181000 (CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

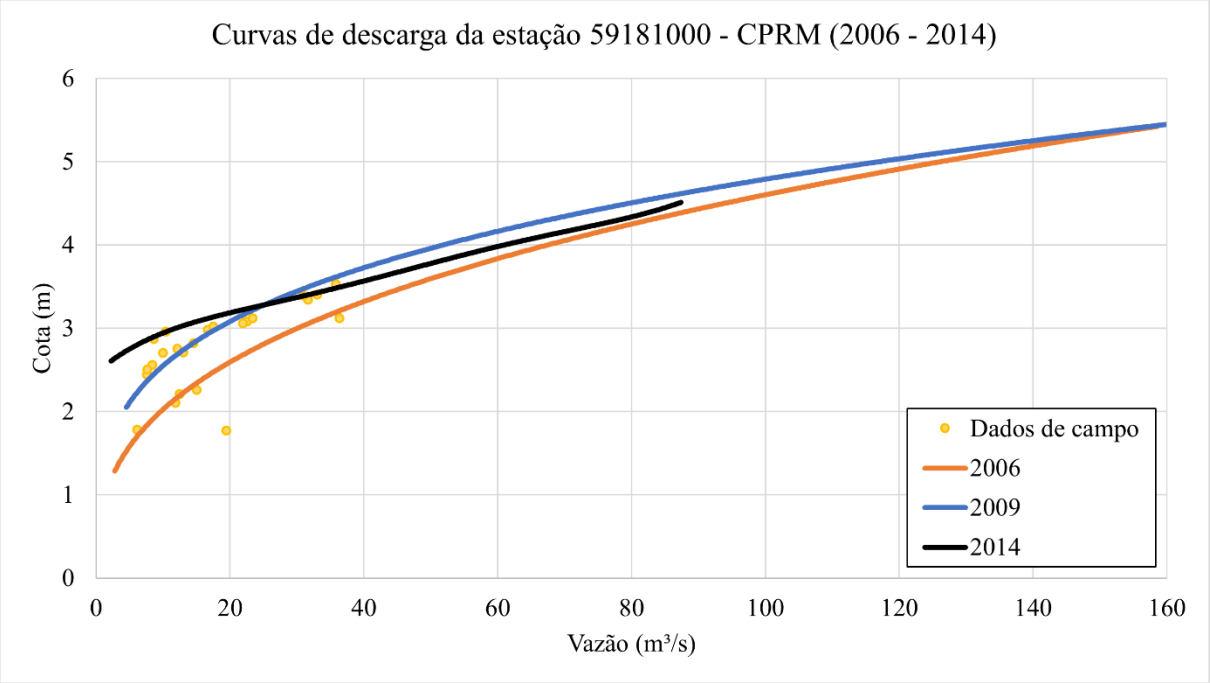


Figura 7.8 - Curvas chave de descarga para os anos de 2006 até 2014 da estação 59181000 (CPRM).
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.2 Modelo hidrológico distribuído

O modelo hidrológico MGB-IPH é um modelo matemático que representa o processo de transformação de chuva em vazão com forte embasamento físico e de forma distribuída na bacia hidrográfica. O modelo foi desenvolvido no IPH-UFRGS e está descrito em publicações como a revista da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (COLLISCHONN & TUCCI, 2001; COLLISCHONN et. al., 2011). Embora tenha sido concebido para aplicação em grandes bacias, sua utilização já se mostrou adequada em bacias menores, como é o caso da RH-IV, quando o referido modelo foi utilizado na elaboração do PRH-Macaé/Ostras.

O modelo MGB-IPH subdivide a bacia hidrográfica em unidades menores denominadas minibacias, a partir das informações de um modelo digital de elevação, utilizando ferramentas de SIG. Em cada minibacia pode existir uma ou mais Unidades de Resposta Hidrológica (Figura 7.9), que é uma forma de classificação da paisagem do ponto de vista hidrológico, desta forma o modelo hidrológico é capaz de simular diferentes condições de uso e ocupação do solo.

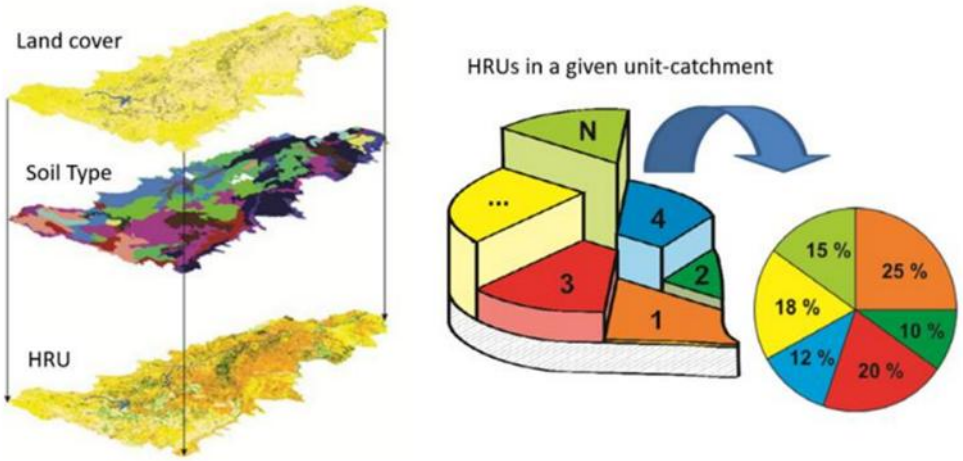


Figura 7.9 - Processo de definição de Classes de Resposta Hidrológica pela combinação de mapas, e a interseção das CRH com a minibacia, gerando as Unidades de Resposta Hidrológica.
Fonte: COLLISCHONN et al. (2020).

O modelo MGB-IPH foi utilizado anteriormente com sucesso, tanto em estudos acadêmicos como em avaliações técnicas, nas bacias dos rios Caí/RS (Plano de Bacia), Macaé e das Ostras /RJ (Plano de Bacia), Uruguai (COLLISCHONN et al., 2005), Tocantins (FAN et al., 2015) e Paraná (PONTES et al., 2015). O modelo foi utilizado no P&D estratégico da ANEEL (COLLISCHONN et al., 2014) para a avaliação dos possíveis impactos de mudanças climáticas em todas as usinas de geração hidrelétrica brasileiras, sendo o modelo calibrado, por exemplo, para as bacias do: Paraná, Doce, São Francisco, Uruguai, Tocantins, Iguaçu, entre outras.

O modelo é composto dos seguintes módulos:

- Balanço de água no solo;
- Evapotranspiração - Penman-Monteith;
- Interceptação, geração e propagação de escoamentos superficial, subsuperficial e subterrâneo;
- Propagação de vazão na rede de drenagem - Muskingum-Cunge (COLLISCHONN et al., 2007) ou modelo inercial (PONTES et al., 2017).

A evaporação e a transpiração são calculadas no modelo MGB-IPH usando a equação de *Penman–Monteith*. Seguindo a metodologia utilizada em diversos modelos, tais como VIC-2L e LARSIM, a interceptação é considerada dependente da cobertura do solo, expressa pelo índice

de área foliar da vegetação. Os dois primeiros algoritmos ou módulos do modelo (balanço de água no solo e evapotranspiração) ocorrem em cada bloco de cada minibacia, enquanto o terceiro módulo (escoamento na célula) é o processo horizontal de fluxo no interior da minibacia até a rede de drenagem e o quarto módulo é o processo horizontal de fluxo ao longo da rede de drenagem.

O escoamento que deixa a camada de solo não atinge instantaneamente a rede de drenagem, mas sofre retardo e amortecimento ainda no interior da minibacia. Esses efeitos são representados no modelo pela passagem do escoamento por reservatórios lineares. O escoamento superficial vai para o reservatório superficial, o escoamento subsuperficial vai para o reservatório subsuperficial e o escoamento subterrâneo vai para o reservatório subterrâneo. É em tais reservatórios que o escoamento dos diferentes blocos de uso e cobertura vegetal se encontram. Cada um dos três reservatórios da minibacia é representado matematicamente por uma equação de reservatório linear simples. A soma dos valores de saída destes reservatórios é o escoamento incremental da minibacia, que deve ser somado ao escoamento propagado através da rede de drenagem principal, e escoa para a minibacia seguinte. A Figura 7.10 apresenta um esquema com o funcionamento do modelo MGB-IPH.

Na sua versão original, o modelo MGB-IPH realiza a propagação do escoamento nos trechos de rio utilizando o método de Muskingum-Cunge, que relaciona a vazão de saída de um trecho de rio, em um intervalo de tempo qualquer, às vazões de entrada e saída no intervalo de tempo anterior e à vazão de entrada no intervalo atual.

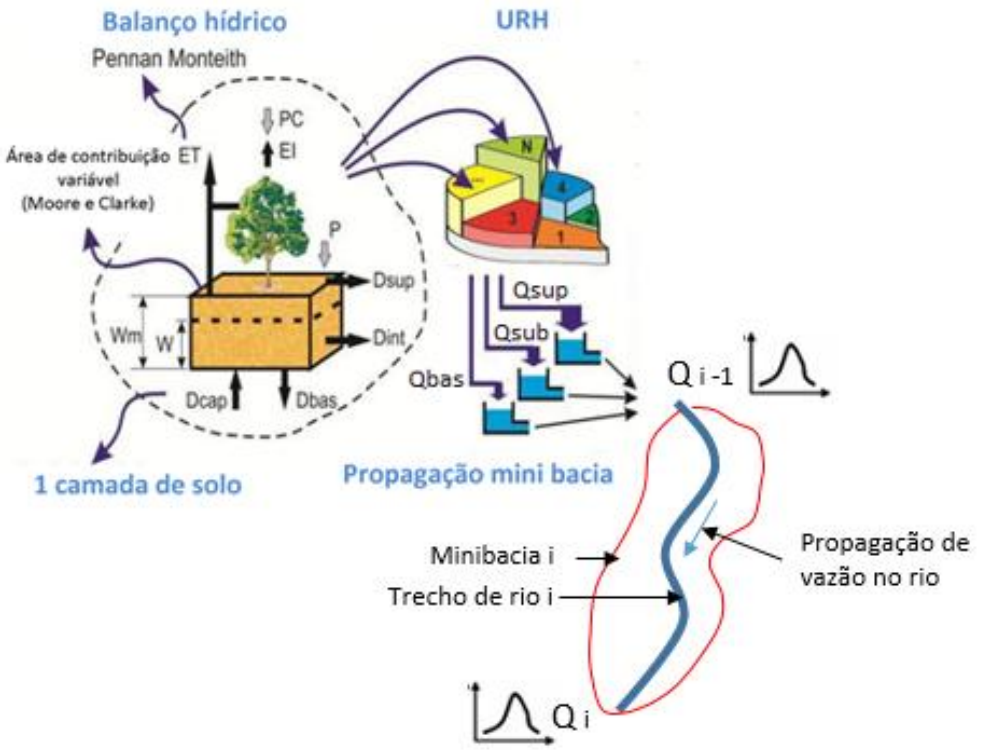


Figura 7.10 - Esquema de funcionamento do modelo MGB-IPH.
Fonte: COLLISCHONN et al. (2020).

7.1.1.2.1 Etapas do modelo MGB

Para o desenvolvimento do modelo MGB-IPH será utilizado o software de geoprocessamento QGIS com o plugin IPH-HydroTools, sendo todos estes disponíveis gratuitamente e tanto o MGB-IPH quanto o plugin se encontram disponíveis no endereço digital da UFRGS para download. Nesta aplicação, a versão do modelo MGB-IPH utilizada foi a 4.6 e a versão do software QGIS foi a 3.4.11. A modelagem hidrológica foi realizada em quatro etapas, sendo estas:

1. Pré-processamento: inicia-se o modelo com a etapa do pré-processamento dos arquivos de entrada, utilizando o plugin IPH-Hydro, no qual são gerados arquivos descritores do terreno, como rede de drenagem, delineamento da bacia hidrográfica, de minibacias e são definidas as unidades de respostas hidrológicas. Após a preparação das informações espaciais de entrada do MGB-IPH, todos os arquivos são sumarizados e compilados em um único arquivo de entrada do modelo hidrológico (denominado MINI.MGB), através de um programa denominado PrePro_MGB, que faz parte do conjunto de ferramentas de aplicação do modelo (FAN et al., 2010);

2. Simulação: para a realização da simulação é necessário a obtenção, análise e preparação de dados de precipitação, vazão, clima, parâmetros de vegetação e de solo. A partir da compilação dos dados de entrada e constituição do modelo, é feita a simulação hidrológica para obtenção de vazões de referência, sendo estabelecido o período de simulação, estipulado a partir da disponibilidade de dados obtidos;
3. Calibração e validação: a calibração do modelo hidrológico consiste na alteração dos valores dos parâmetros calibráveis, é realizada comparando-se as vazões calculadas com as vazões observadas nos postos fluviométricos existentes na área de estudo, procurando fazer com que os hidrogramas calculados coincidam com os hidrogramas observados. Esta comparação pode ser realizada de forma visual, utilizando gráficos como os hidrogramas observados e calculados, ou usando avaliações estatísticas. A validação do modelo é realizada da mesma forma, porém utilizando dados de um período não considerado na fase de calibração. Esta fase é importante no processo de modelagem pois permite avaliar a eficácia do modelo em função dos objetivos estabelecidos.

Os dados de entrada utilizados, bem como o processo de calibração e de validação do modelo são descritos nos itens a seguir.

7.1.1.2.2 Dados de entrada

7.1.1.2.2.1 Representação topográfica

O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado para a representação topográfica das bacias foi obtido a partir do levantamento por sensoriamento remoto denominado SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponível em escala global por diversas fontes, como a EMBRAPA. Para este estudo foi utilizado um MDE com resolução espacial de 30 metros. O mesmo MDE foi utilizado no item anterior sobre geomorfologia. A partir da adoção deste MDE, foi possível realizar o pré-processamento de dados do MGB, com o plugin IPH Hydrotools. Gerando-se assim, a delimitação da rede de drenagem, a delimitação de sub-bacias e de minibacias para a área de estudo.

A rede de drenagem foi obtida a partir de uma discretização do número de células que drenam para o ponto em que a rede começa a ser traçada. Para esta aplicação a rede de drenagem foi

feita com uma discretização de 1024 células, valor que se considerou suficiente para atender as demandas do processamento do modelo.

As sub-bacias foram definidas em função da localização das UHPs. A rede de drenagem foi segmentada levando em conta uma distância mínima de 10 Km, permitindo assim a criação das minibacias com comprimentos similares e uma simulação menos propensa a instabilidades numéricas. Resultou-se na geração de um total de 1169 minibacias dentro das sub-bacias. Destaca-se que essa discretização não abrange a UHP VI-g, uma vez que para essa região será realizada a regionalização de vazões, conforme explicado anteriormente.

Na etapa de pré-processamento do modelo é realizada a construção das Unidades de Respostas Hidrológicas (URHs) da bacia. Estas URHs geralmente são definidas através da combinação de mapas de tipo e uso do solo (FAN e COLLISCHONN, 2014). Estas unidades em teoria apresentam as mesmas respostas quanto a parâmetros da modelagem, como a capacidade de armazenamento do solo ou de geração de escoamento. O balanço hidrológico durante a simulação é calculado para cada URH em cada minibacia, de onde as vazões estimadas são posteriormente somadas e propagadas até a rede de drenagem (FAN et al., 2015).

Para a definição das unidades de resposta hidrológica da bacia foram combinados dois mapas de solos. O mapa de uso e ocupação do solo obtido a partir da base de dados disponibilizada pelo Projeto MapBiomas com resolução espacial de 30 metros e o mapa do tipo de solo, oriundo de mapeamentos de solos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), na escala 1:100.000. Para realizar a sobreposição desses mapas no modelo MGB utiliza-se uma técnica de agrupamento de classes dos mapas por semelhança hidrológica e em termos do potencial de geração de escoamento superficial.

O mapa de uso e ocupação do solo foi reclassificado em 7 classes, considerados os usos majoritários, sendo estes: recursos hídricos, agricultura, área urbana, campos, florestas, mangue e praia. Para o mapa de tipo de solo definiu-se as classes de solos profundos e solos rasos. O resultado final da combinação e da reclassificação dos mapas de solos resultou em 11 URHs para a RH-VI. As unidades consideradas, portanto, foram: Agricultura em solo raso, Agricultura em solo profundo, Área urbana, Campo em solo raso, Campo em solo profundo, Floresta em solo raso, Floresta em solo profundo, Mangue em solo raso, Mangue em solo profundo, Praia e Recursos hídricos. O mapa de URHs da bacia é apresentado na Figura 7.11.

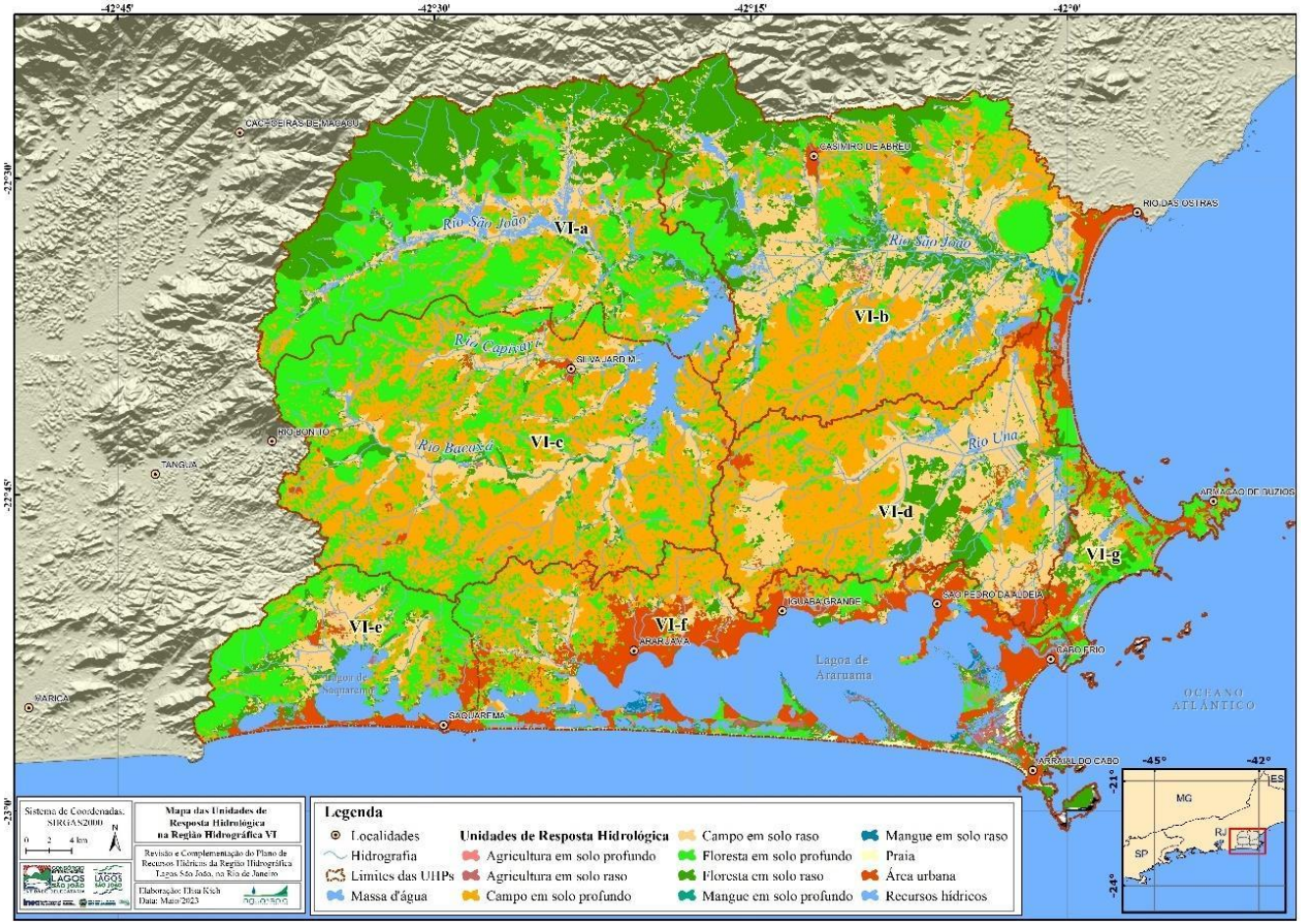


Figura 7.11 - Mapa das Unidades de Resposta Hidrológica.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.2.2.2 Dados climatológicos

Os dados climatológicos considerados no modelo são utilizados para o cálculo da evapotranspiração, para isso o modelo MGB utiliza dados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, pressão atmosférica e insolação (horas de sol por dia). Com a própria interface do modelo é possível obter dados das estações climatológicas localizadas próxima a área de estudo e realizar a interpolação dos dados das estações selecionadas para as minibacias, levando em consideração a distância que elas se encontram das estações.

Para a área simulada, foram utilizadas as estações climatológicas localizadas próximas da área de estudo obtidas da base de dados interna de normais para o Brasil (INMET). Conforme apresentado no item 3.1.2.

7.1.1.2.2.3 Dados pluviométricos

Para esta simulação foram utilizados dados das estações pluviométricas localizadas próxima a bacia hidrográfica estudada, provenientes da Agência Nacional de Águas (ANA). Conforme já descrito anteriormente. Na Figura 3.5, apresentada anteriormente, é possível visualizar de localização das estações pluviométricas utilizadas.

7.1.1.2.2.4 Dados fluviométricos

A bacia não possui uma rede de monitoramento fluviométrica estruturada, possuindo apenas uma estação fluviométrica com dados disponíveis na Rede Hidrometeorológica Nacional da ANA. Além desses dados da ANA, a CAJ (Concessionária Águas de Juturnaíba) disponibilizou dados de vazões semanais medidos in loco nos Rios São João, Capivari e Bacaxá, no intervalo de 2016 a agosto de 2023. Após breve análise constatou-se que essas medições in loco realizadas no Rio São João ocorreram próximas a estação fluviométrica da ANA, a qual possui dados com discretização diária. Ambos apresentaram certa discrepância entre si, essa pode ter sido causada pela interferência de uma ponte no local de medição dos dados, ou, pode ainda ser proveniente da diferença entre a metodologia de obtenção dos dados, pois um apresenta a média diária e o outro a vazão instantânea no momento da mediação, o que pode causar essa diferença. Desta forma, optou-se pela utilização dos dados com melhor discretização temporal nesse local, ou seja, os dados da estação fluviométrica da ANA.

Portanto, para a simulação das vazões nessa bacia utilizou-se os seguintes dados fluviométricos:

• Estação fluviométrica Correntezas – Nova de código 59181000, que se localiza na UHP VI-a, a qual possui dados diários no intervalo de 1983 a 2019. Na Figura 7.2, apresentada anteriormente, é possível visualizar a localização da estação Correntezas – Nova.

• Dados semanais de medição in loco no Rio Capivari e no Rio Bacaxá, que se encontram na UHP VI-c.

7.1.1.2.2.5 Síntese dos dados utilizados

A partir dos dados de entrada consolidados no modelo, conforme Tabela 7.5 abaixo, é possível proceder com a simulação e a calibração. Este processo é abordado nos itens que seguem.

Tabela 7.5 - Síntese dos dados utilizados

Dado	Fonte	Processamento realizado
Representação topográfica – Modelo Digital de Elevação 30 metros de resolução.	SRTM	Geração da rede de drenagem, sub-bacias e minibacias.
Unidades de Respostas Hidrológicas	Adaptado de mapa de uso e ocupação do solo MapBiomas e mapa do tipo de solo (EMBRAPA)	Reclassificação e sobreposição de mapas
Dados climatológicos	INMET	Interpolação dos dados climatológicos
Dados pluviométricos	ANA	Interpolação dos dados de precipitação
Dados fluviométricos	ANA e CAJ	Análise da série de vazão para a calibração e validação

7.1.1.2.3 Aplicação do modelo

7.1.1.2.3.1 Métricas de calibração e validação

O modelo MGB-IPH representa processos hidrológicos superficiais com base em diferentes parâmetros relacionados a topografia, vegetação, albedo e afins. Os parâmetros relacionados a topografia, como área de drenagem e declividade, são obtidos diretamente do Modelo Digital de Elevação considerado na aplicação, durante o pré-processamento do modelo. Parâmetros associados a vegetação, como albedo, altura do dossel e índice de área foliar, são considerados não-calibráveis e devem ser definidos previamente, com base em informações de literatura. Para contextualização, o albedo [-] é a parcela da radiação solar que é refletida ao atingir a superfície do solo, considerando sua cobertura vegetal. O Índice de Área Foliar [$m^2.m^{-2}$]

expressa a relação entre a área das folhas de todas as plantas e da área de uma parcela de solo. A resistência superficial [$s.m^{-1}$] representa a resistência ao fluxo de umidade do solo, através das plantas até a atmosfera.

Os parâmetros calibráveis do MGB-IPH estão relacionados às propriedades físicas das URHs definidas no pré-processamento do modelo. Na Tabela 7.6 é apresentado um resumo dos parâmetros calibráveis do modelo MGB-IPH considerados nesta aplicação.

Tabela 7.6 - Descrição de parâmetros calibráveis do modelo MGB-IPH.

Parâmetro	Descrição
Wm	Capacidade de armazenamento de água no solo.
b	Parâmetro empírico que define a capacidade de armazenamento do solo em torno de Wm.
$Kbas$	Parâmetro que controla a vazão durante a estiagem. Valores mais altos implicam em maior escoamento subterrâneo.
$Kint$	Parâmetro que controla a quantidade de água da camada de solo que escoa subsuperficialmente.
XL	Controla a forma da curva de redução da drenagem intermediária ou subsuperficial do solo.
CAP	Controla a possibilidade de retorno de água subterrânea para a camada de solo.
Wc	Limita o armazenamento residual e subterrâneo.
CI	Parâmetro para a calibração da propagação superficial nas minibacias.
CS	Parâmetro para a calibração da propagação subterrânea nas minibacias.
CB	Parâmetro que representa o retardo do reservatório subterrâneo.

A simulação das vazões na bacia, a calibração e a validação do modelo foram realizadas conforme as seguintes premissas:

- Na simulação foi utilizado a propagação de vazões pelo método Muskingum Cunge, em que o valor de cada um dos parâmetros é estimado com base nas características físicas do rio e da onda de cheia.
- A primeira etapa do processo de calibração foi conduzida com base em métodos de calibração automática disponível na interface do modelo, a partir disso, foi realizado o refinamento destes parâmetros por meio de calibração manual, por tentativa e erro.
- A calibração do modelo considera a variação do conjunto de parâmetros para uma determinada sub-bacia que possui dados observados, portanto esse procedimento foi

realizado na Sub-bacia do rio São João Montante (UHP VI-a). Para tal foi utilizada a estação fluviométrica Correntezas – Nova (59181000), localizada no rio São João, nas coordenadas -22,54°, -42,39°, a montante do reservatório de Juturnaíba.

- O período escolhido para a calibração do modelo hidrológico consiste no intervalo de 01/01/1992 a 31/12/2009 (17 anos), visto que esse é o período mais longo sem falhas significativas nos dados fluviométricos.
- Os dados semanais de medição in loco do Rio Capivari, nas coordenadas -22,64°, -42,40° e do Rio Bacaxá, nas coordenadas -22,71°, -42,36°, foram utilizados para melhorar manualmente a calibração do modelo nessas sub-bacias, sendo utilizado para tal, o intervalo de 2016 a 2019.
- Para a validação do modelo, foi utilizado o intervalo de 01/01/1984 a 31/12/1989 (6 anos) da mesma estação fluviométrica de Correntezas – Nova.

A análise da qualidade dos resultados obtidos é realizada por meio de comparação de métricas de eficiência do modelo comparando os dados observados e simulados. As métricas consideradas na calibração do modelo foram:

- Coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe das vazões (Equação 7.1-5);
- Coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe do logaritmo das vazões (Equação 7.1-6);
- Erro relativo de volume total dos hidrogramas (Equação 7.1-7);

$$ENS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}(QC_i - QO_i)^2}{\sum_{i=1}^{N}(QO_i - QO_m)^2}$$

Equação 7.1-5

$$ENSlog = 1 - \sum_{i=1}^{N}\frac{(lnQC_i - lnQO_i)^2}{(lnQO_i - lnQO_m)^2}$$

Equação 7.1-6

$$\Delta V = \frac{\sum_{i=1}^{N} QC_i - \sum_{i=1}^{N} QO_i}{\sum_{i=1}^{N} QO_i}$$

Equação 7.1-7

Onde: QC_i é a vazão calculada num intervalo de tempo i; QO_i é a vazão observada neste mesmo intervalo de tempo; N é o número de intervalos de tempo; e QOm é a média das vazões observadas no período de N intervalos de tempo; $QOmLog$ é a média dos logaritmos das vazões observadas no período de N intervalos de tempo; QC_i é a vazão calculada num intervalo de tempo i; QO_i é a vazão observada neste mesmo intervalo de tempo.

Para avaliar o desempenho do modelo, os resultados das estatísticas foram classificados de acordo com MORIASI et al. (2007). Os autores sugerem classificações de desempenho que variam entre Não-satisfatório, Aceitável, Satisfatório, Bom e Muito Bom. A Tabela 7.7 apresenta a faixa de valores classificada para os coeficientes de Nash-Sucliffe e a Tabela 7.8 apresenta a faixa de valores classificada para os erros relativos no hidrograma de vazões.

Tabela 7.7 - Classificação de valores do coeficiente de Nash-Sutcliffe.

Classificação	Faixa de valores da razão
Muito bom	$0{,}65 \leq \frac{ENS}{ENSlog} \geq 0{,}75$
Bom	$0{,}65 \leq \frac{ENS}{ENSlog} < 0{,}75$
Satisfatório	$0{,}50 \leq \frac{ENS}{ENSlog} < 0{,}65$
Aceitável	$0{,}30 \leq \frac{ENS}{ENSlog} < 0{,}50$
Não-satisfatório	$0{,}30 \geq \frac{ENS}{ENSlog}$

Tabela 7.8 - Classificação de valores dos erros de volume.

Classificação	Faixa de valores
Muito bom	$\Delta V \leq +/- 10\%$
Bom	$+/- 10\% \leq \Delta V \leq +/- 15\%$
Satisfatório	$+/- 15\% \leq \Delta V \leq +/- 25\%$
Aceitável	$+/- 25\% \leq \Delta V \leq +/- 30\%$
Não-satisfatório	$\Delta V \geq +/- 30\%$

7.1.1.2.3.2 Transposição dos parâmetros do solo

A aplicação de modelos hidrológicos chuva-vazão em regiões que drenam diretamente para o oceano, como na RH-VI, apresenta singularidades. Conforme se observa na Figura 2.2 a hidrografia na RH-VI, resulta em uma particularidade referente à desconexão entre as regiões hidrográficas. Diferentemente de projetos realizados para uma bacia hidrográfica com sub-bacias interligadas e apenas um exutório, essa configuração particular exige que técnicas diferentes, relativas à calibração do modelo sejam adotadas, uma vez que essa desconexão

impossibilita a calibração direta e conjunta de todas as sub-bacias presentes na área de estudo. No entanto, o MGB possui a capacidade de simular bacias com múltiplos exutórios, como já realizado em estudos anteriores (SIQUEIRA et al., 2018), desta forma o modelo ainda pode ser aplicado na RH-VI.

Considerando essa particularidade e a escassez de dados com qualidade na bacia, após diversas avaliações, encontrou-se como alternativa, um método aqui chamado de "transposição dos parâmetros de solo", que foi adotado após a etapa de calibração para a sub-bacia referente à estação fluviométrica disponível (Correntezas – Nova). Essa metodologia consistiu em:

- Calibrar o modelo para toda a bacia do rio São João (com suas 3 UHPs) através da comparação dos dados simulados com os dados observados para a UHP São João montante.
- Após essa etapa de calibração, os parâmetros do solo calibrados para a bacia do rio São João foram transpostos e utilizados para o cálculo da vazão das demais bacias que drenam para o mar.

Ressalta-se que essa consideração é relativa apenas à resposta hidrológica que determinada classe de solo gera, quanto à vazão. Dessa forma, embora exista apenas um conjunto de parâmetros de calibração do solo, pois apenas uma sub-bacia foi calibrada, existem diferentes tipos de espacialização destes tipos de solos, sendo assim, respostas de vazão diferentes para cada sub-bacia são esperadas.

7.1.1.3 Resultados da disponibilidade hídrica

7.1.1.3.1 Calibração e validação do modelo MGB

Como informado anteriormente, nessa etapa foram utilizados os dados da estação fluviométrica Correntezas – Nova (59181000), localizada no Rio São João, a jusante do reservatório de Juturnaíba, com um período de 17 anos. A escolha desse período visa evitar falhas significativas nos dados observados, visto que estas influenciam no processo de calibração. Para apresentar resultados mais robustos na simulação das vazões, também foram utilizados os dados semanais medidos in loco no Rio Capivari e no Rio Bacaxá, no período 2016 a 2019.

Nas Figuras 7.12 até 7.17, são apresentadas as comparações entre os hidrogramas de vazões simuladas e observadas, assim como as curvas de permanência para os rios São João, Capivari

e Bacaxá, respectivamente. Com esses resultados, observa-se um bom desempenho do modelo hidrológico em representar as vazões observadas no período de calibração.

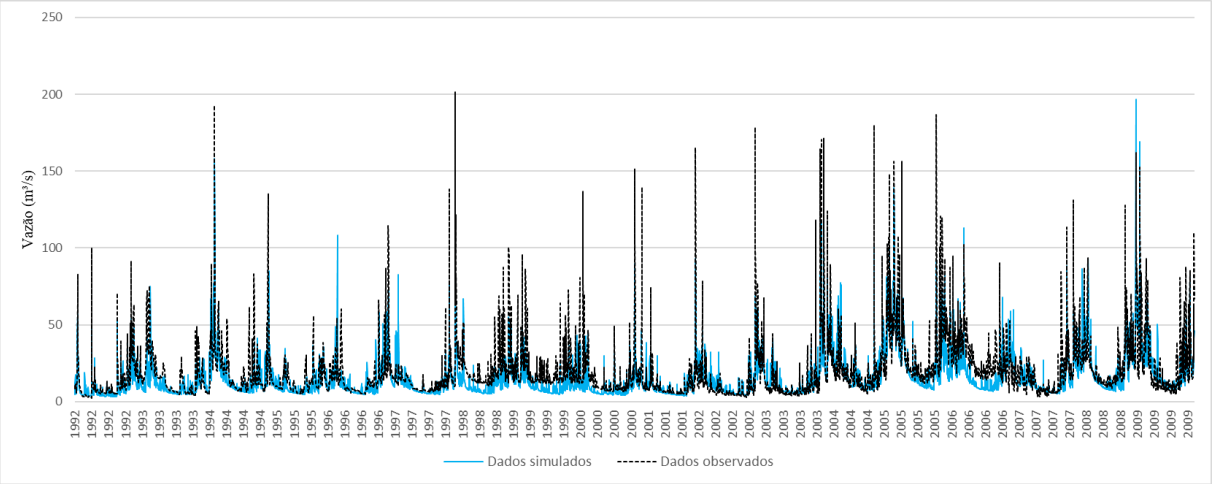


Figura 7.12 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para a Estação Correntezas – Nova para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

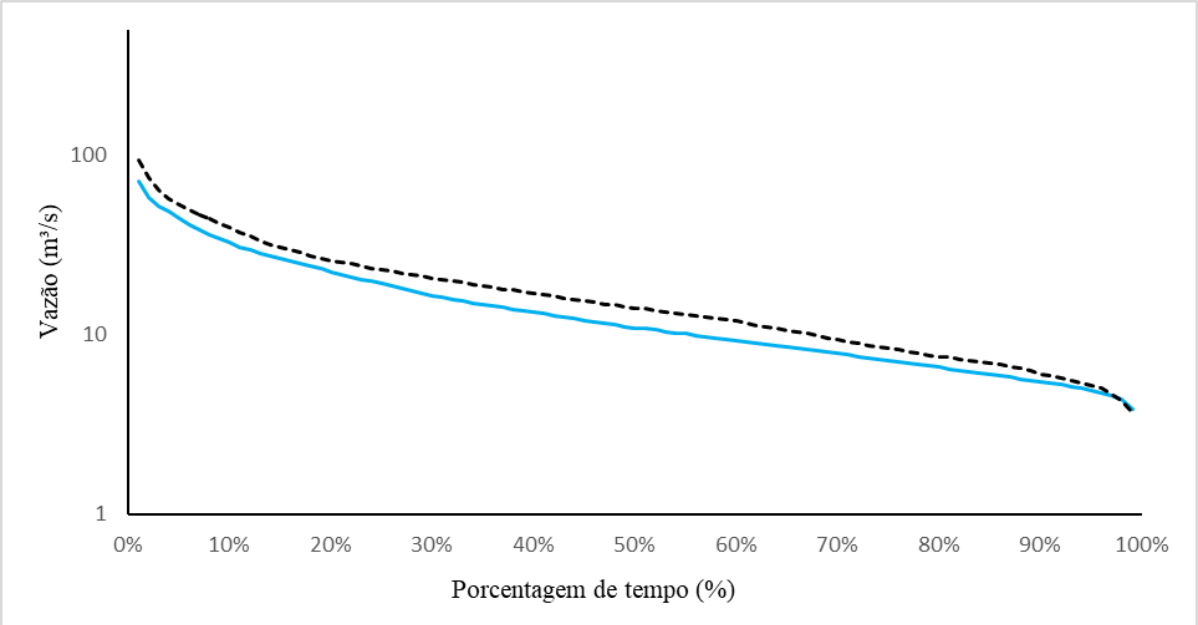


Figura 7.13 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Correntezas – Nova para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

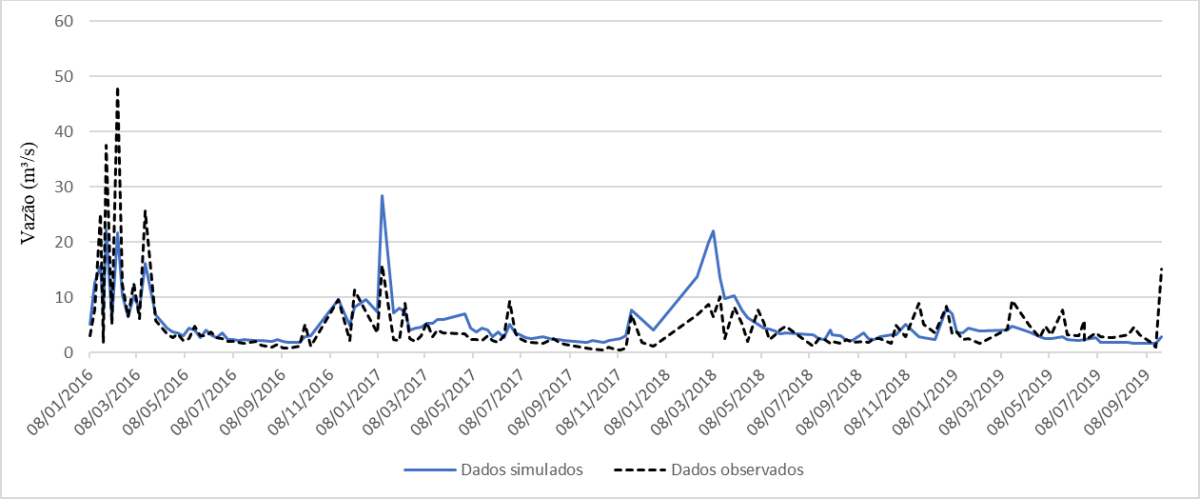


Figura 7.14 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para o Rio Capivari para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

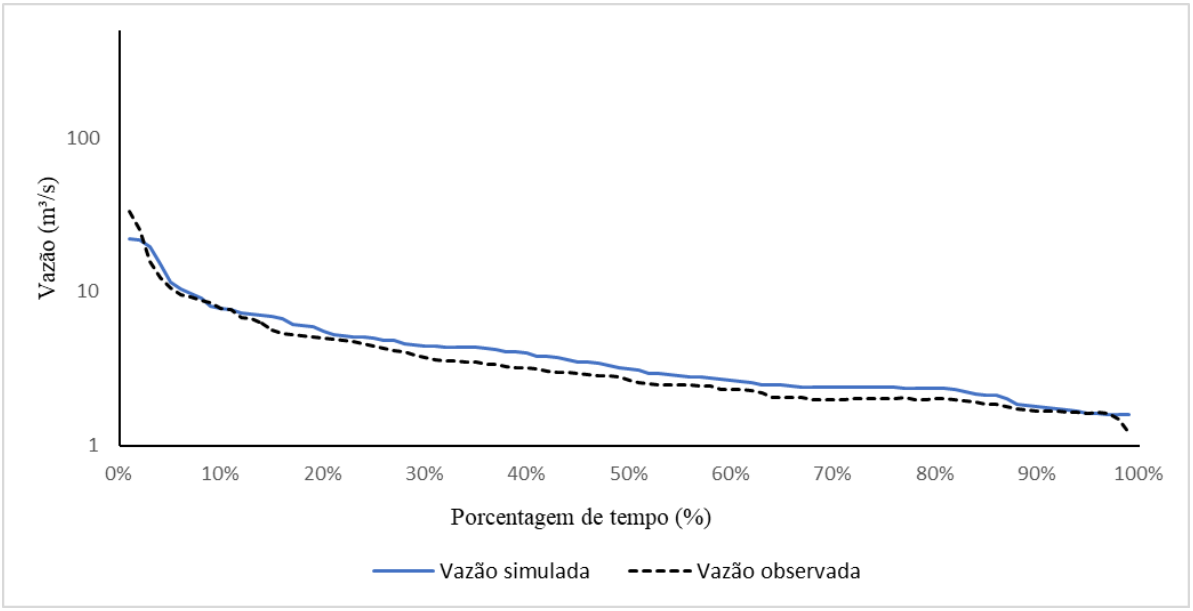


Figura 7.15 - Curvas de Permanência simulada e observada para o Rio Capivari para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

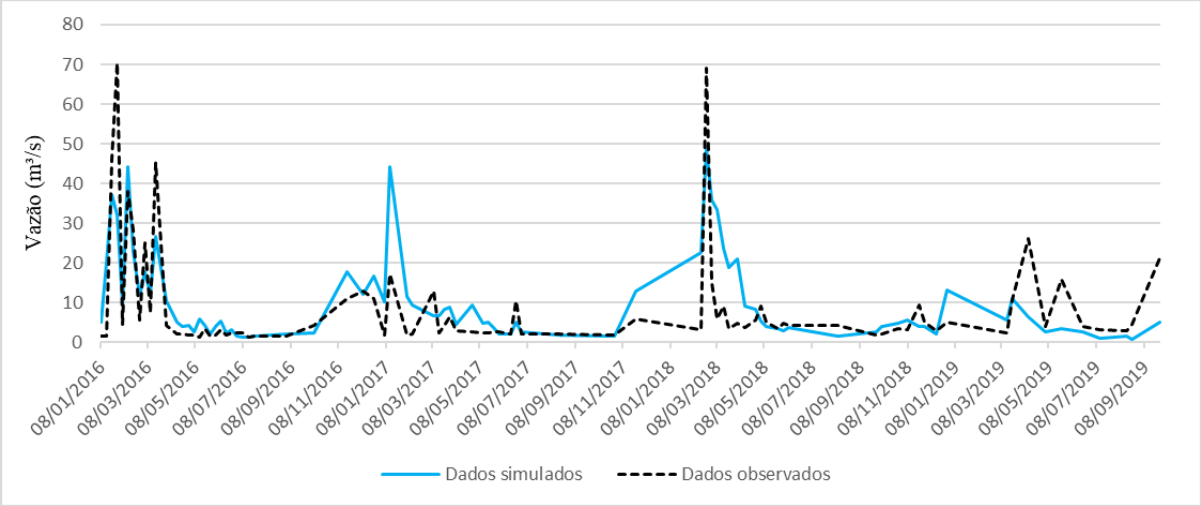


Figura 7.16 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para o Rio Bacaxá para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

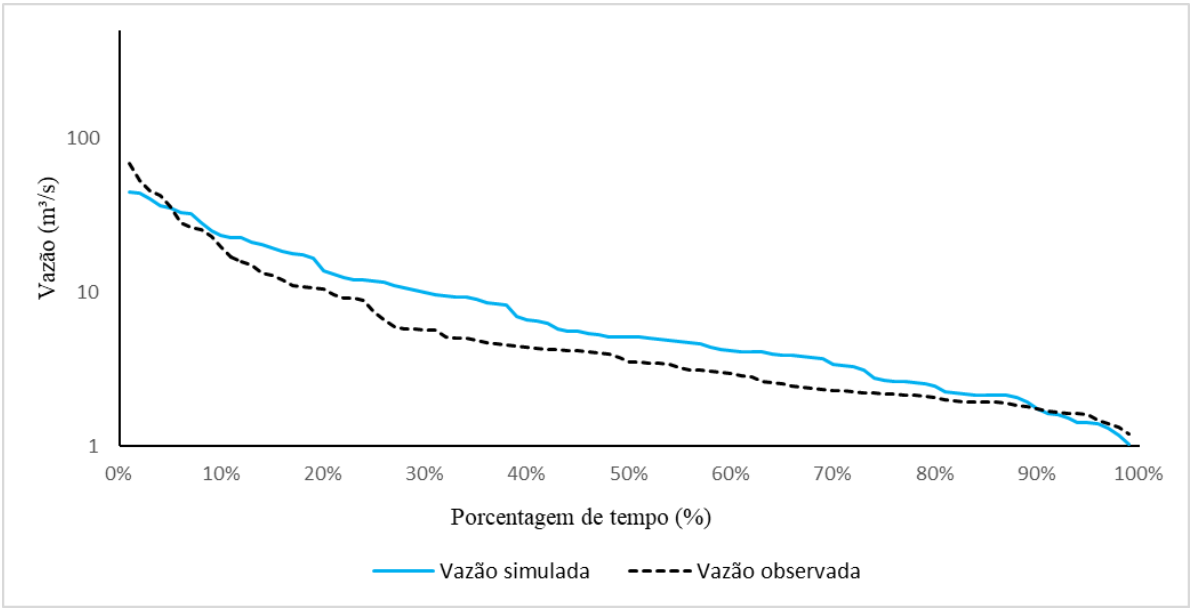


Figura 7.17 - Curvas de Permanência simulada e observada para o Rio Bacaxá para a calibração.
Fonte: Elaboração Própria.

Na Tabela 7.9 são apresentados os resultados das métricas de avaliação do desempenho do modelo na simulação, consideradas para a calibração do modelo. Os valores obtidos demonstraram que o modelo obteve uma boa performance após a calibração, apresentando para a comparação com os dados diários da Estação fluviométrica localizada no Rio São João, uma classificação de Nash e um Nash Log considerados como satisfatório (MORIASI et al., 2007). Já na comparação com os dados semanais do Rio Capivari e Rio Bacaxá foi obtido uma

classificação de Nash e Nash Log de satisfatório e aceitável, respectivamente. Já o erro de volume entre os dados simulados e observados apresentou uma classificação considerada boa para os dados do Rio São João e Rio Bacaxá e muito boa para o Rio Capivari.

Vale ressaltar que a estação com dados observados fica localizada em um trecho mais a montante da bacia, com uma área de contribuição relativamente pequena para a escala de aplicação do MGB (no entanto essa escala ainda se localiza dentro da recomendada para a aplicação do modelo). Sendo assim, os processos hidrológicos se desenvolvem mais rapidamente e são mais sensíveis a pequenas variações no ambiente, o que causa uma variação mais abrupta no hidrograma, fazendo com que valores menores nas métricas sejam esperados, visto que normalmente para a simulações hidrológicas são adotadas diversas simplificações. Portanto, esses valores obtidos para as métricas que apresentaram classificações boas e satisfatórias estão dentro do esperado, e demonstram que o modelo foi calibrado com sucesso.

Tabela 7.9 - Métricas de avaliação da calibração.

Dados fluviométricos	ENS	ENSlog	ΔV (%)
Estação 59181000	0,511	0,551	-18,05
Medidos in loco – Rio Capivari	0,521	0,503	8,80
Medidos in loco – Rio Bacaxá	0,482	0,408	14,26

O modelo foi validado considerando a mesma estação fluviométrica de Correntezas – Nova, utilizado o intervalo de 01/01/1984 a 31/12/1989 (6 anos). Na Figura 7.14 e Figura 7.15, são apresentadas as comparações dos hidrogramas de vazões e das curvas de permanência, respectivamente, com os dados observados e com os dados de vazão calculados pelo modelo. A validação apresentou bons valores para as métricas de avaliação, confirmando uma boa calibração do modelo. A Tabela 7.10 apresenta os valores obtidos para as métricas de avaliação na validação do modelo.

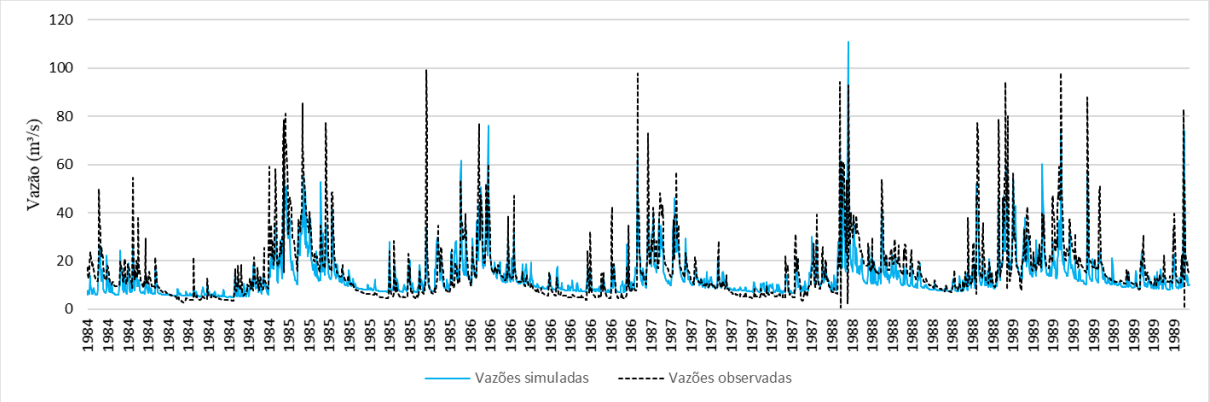


Figura 7.14 - Hidrogramas de vazões simuladas e observados para a Estação Correntezas – Nova para a validação.
Fonte: Elaboração Própria.

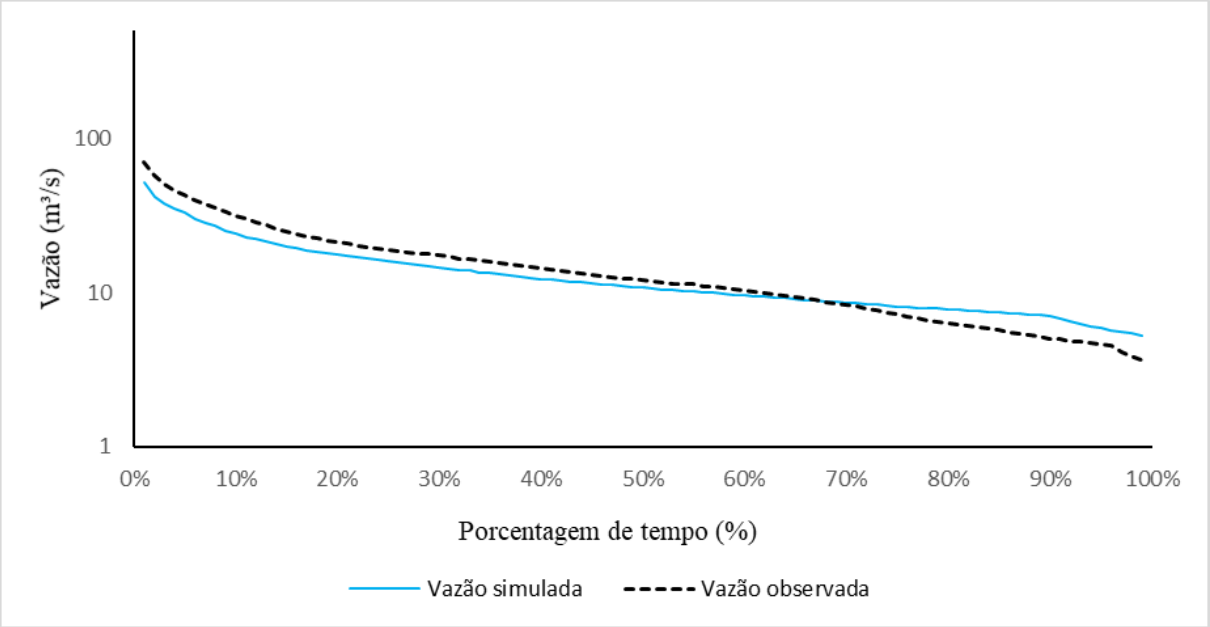


Figura 7.15 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Correntezas – Nova para a validação.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 7.10 - Métricas de avaliação da validação.

Código	ENS	ENSlog	ΔV (%)
59181000	0,632	0,722	-15,119

7.1.1.3.2 Simulação hidrológica nas UHPs

Utilizando os parâmetros calibrados para a UHP VI-a, foram calculadas as vazões para as demais bacias da área de interesse. Os hidrogramas resultantes para cada sub-bacia e outras informações de interesse serão apresentadas a seguir. Os resultados apresentados são referentes

aos dados nos exutórios de cada sub-bacia, sendo esse o local para onde converge todo escoamento superficial, porém, desprezando possíveis efeitos hidrodinâmicos devido a lagos, lagoas e reservatórios.

7.1.1.3.2.1 UHP VI-a: Rio São João Montante

A UHP VI-a foi a bacia utilizada para a calibração do modelo, os dados apresentados no tópico de calibração são referentes ao ponto onde a estação fluviométrica está localizada, na Figura 7.16 são apresentados os dados de vazão no exutório da sub-bacia.

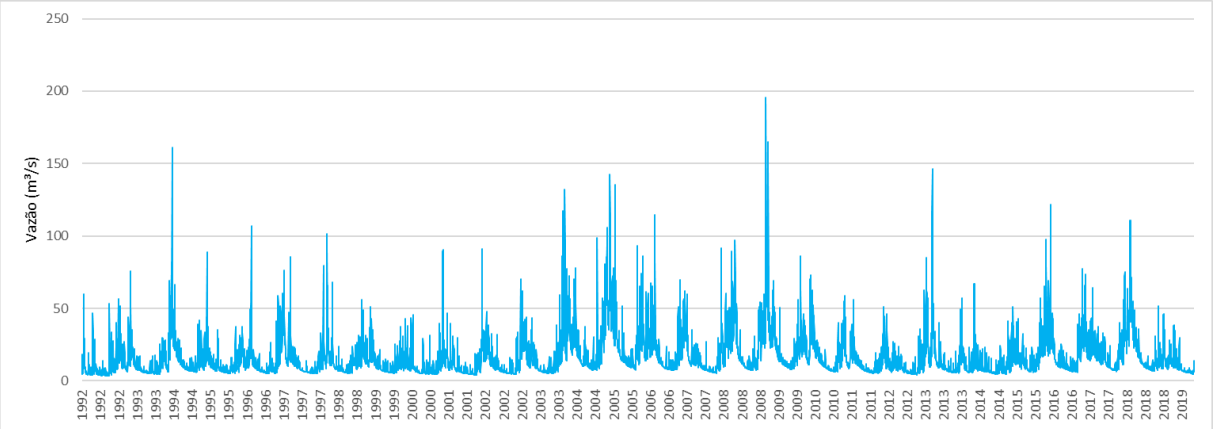


Figura 7.16 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João montante.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.17) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

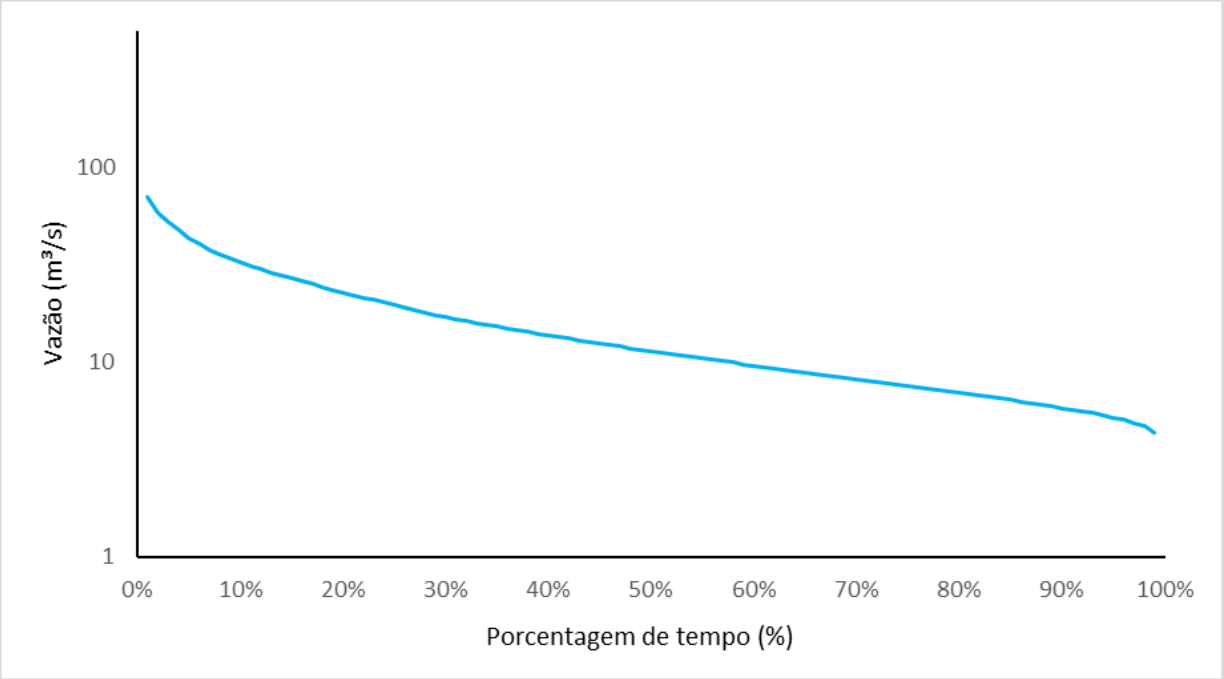


Figura 7.17 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio São João montante.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.2 UHP VI-b: Rio São João Jusante

A UHP VI-b conta com as contribuições de vazão das UHPs VI-b e VI-c a montante. Juntamente com suas duas tributárias, forma a maior sub-bacia da área de estudo, apresentando consequentemente os maiores valores de vazão (Figura 7.18).

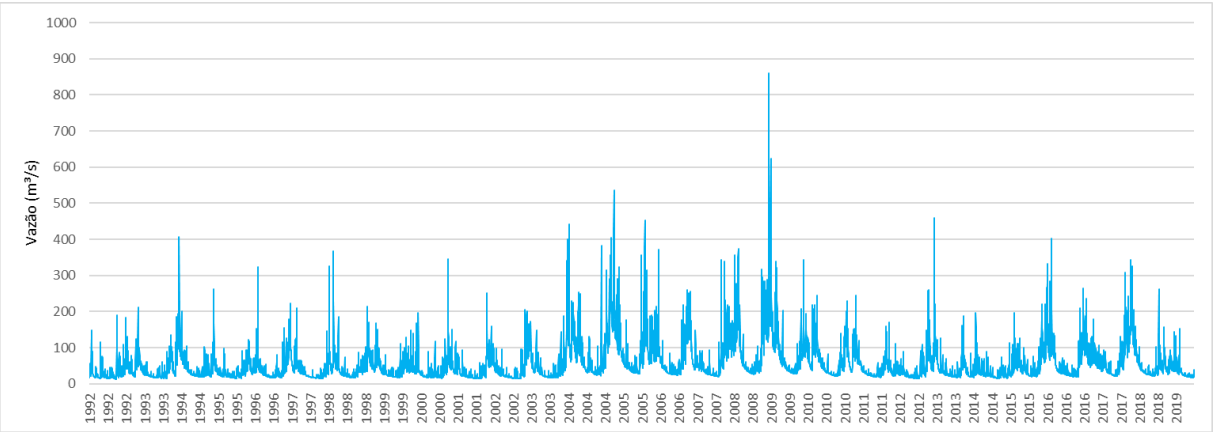


Figura 7.18 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio São João jusante.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.19) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

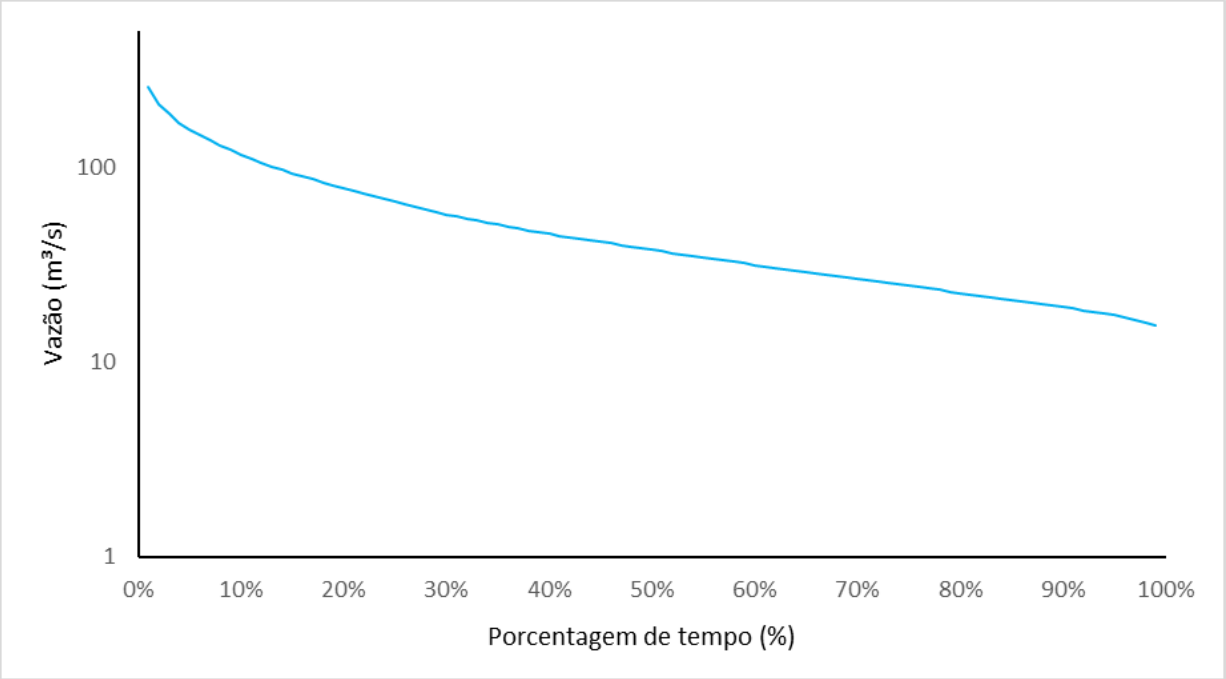


Figura 7.19 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio São João jusante.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.3 UHP VI-c: Rios Capivari e Bacaxá

A UHP VI-c uma das tributárias da UHP VI-b e é a segunda maior sub-bacia da área de interesse. É composta por dois rios principais, o rio Capivari e o rio Bacaxá. Os valores de vazão para a mesma são apresentados na Figura 7.20.

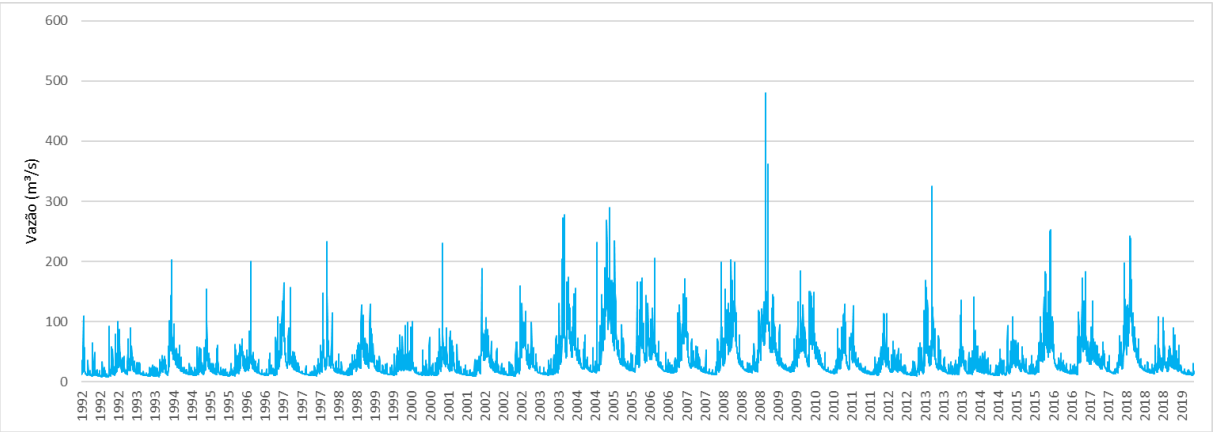


Figura 7.20 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rios Capivari e Bacaxá.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.21) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

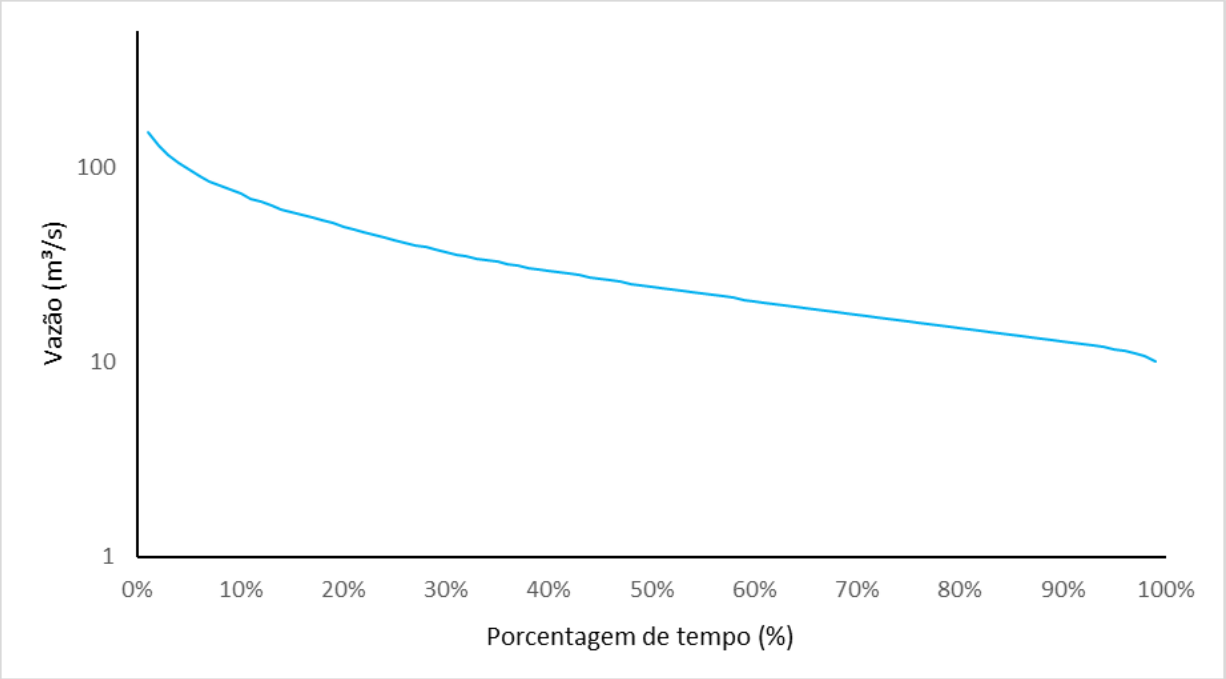


Figura 7.21 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rios Capivari e Bacaxá.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.4 UHP VI-d: Rio Una

A sub-bacia UHP VI-d constituída pelo rio Una, faz divisa lateralmente com a bacia do rio São João, desaguando no oceano. A Figura 7.22 apresenta o hidrograma calculado para o exutório do rio Una.

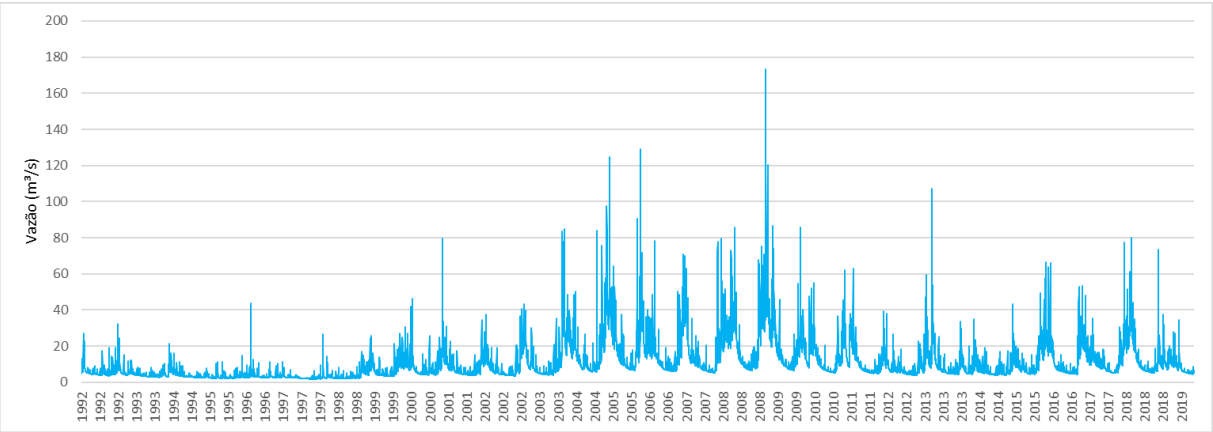


Figura 7.22 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Rio Una.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.23) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

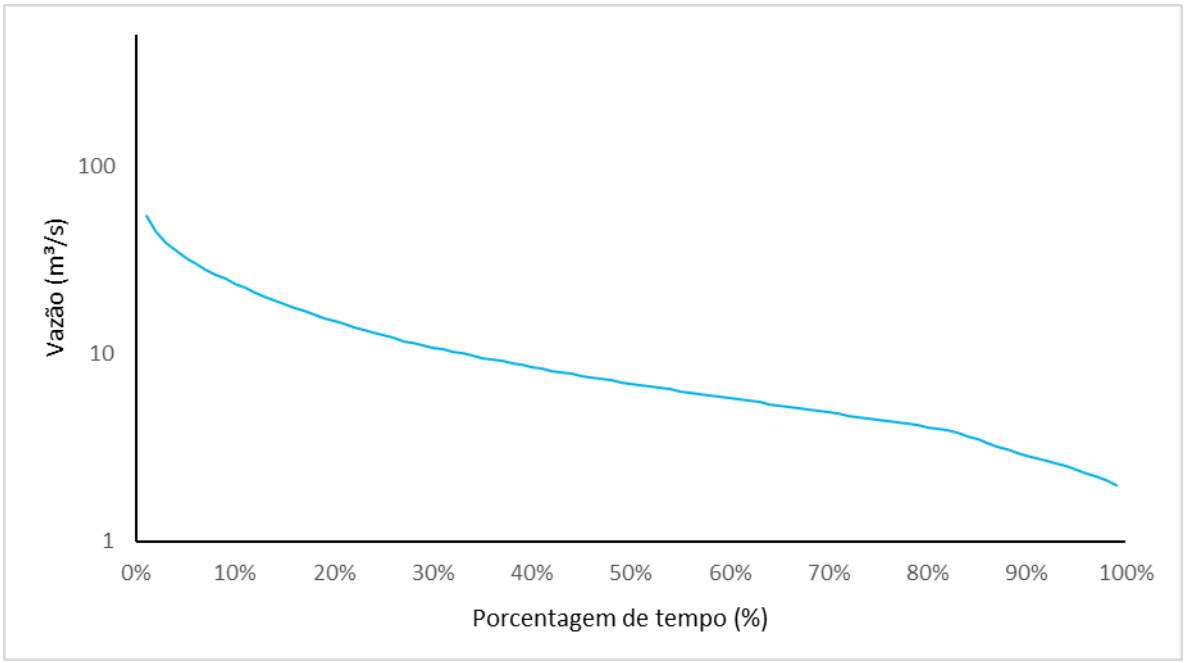


Figura 7.23 - Curva de Permanência para a sub-bacia Rio Una.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.5 UHP VI-e: Lagoa Saquarema

A UHP VI-e é composta em grande parte pela Lagoa de Saquarema, na qual 4 principais corpos hídricos desaguam, esses 4 corpos hídricos são responsáveis pela vazão na foz da lagoa no oceano.

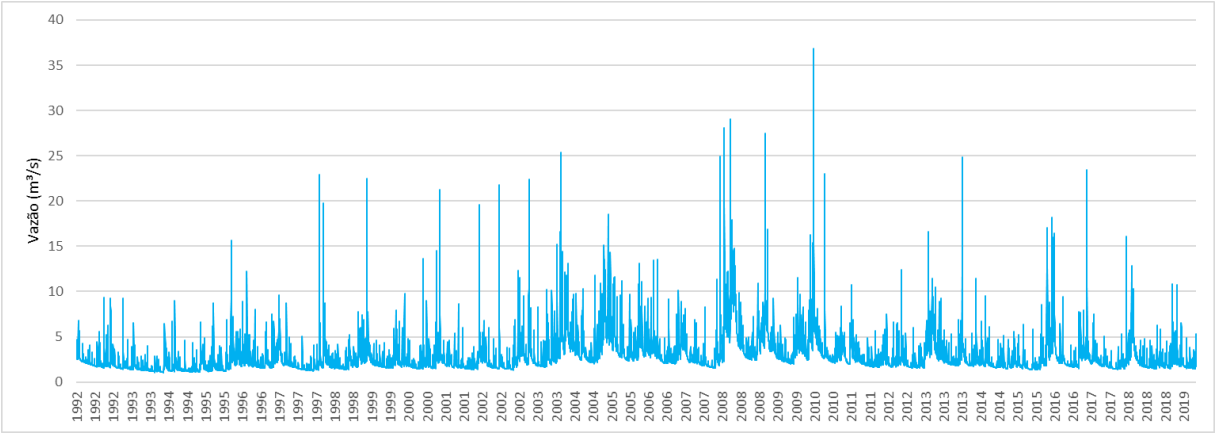


Figura 7.24 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Lagoa Saquarema.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.25) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

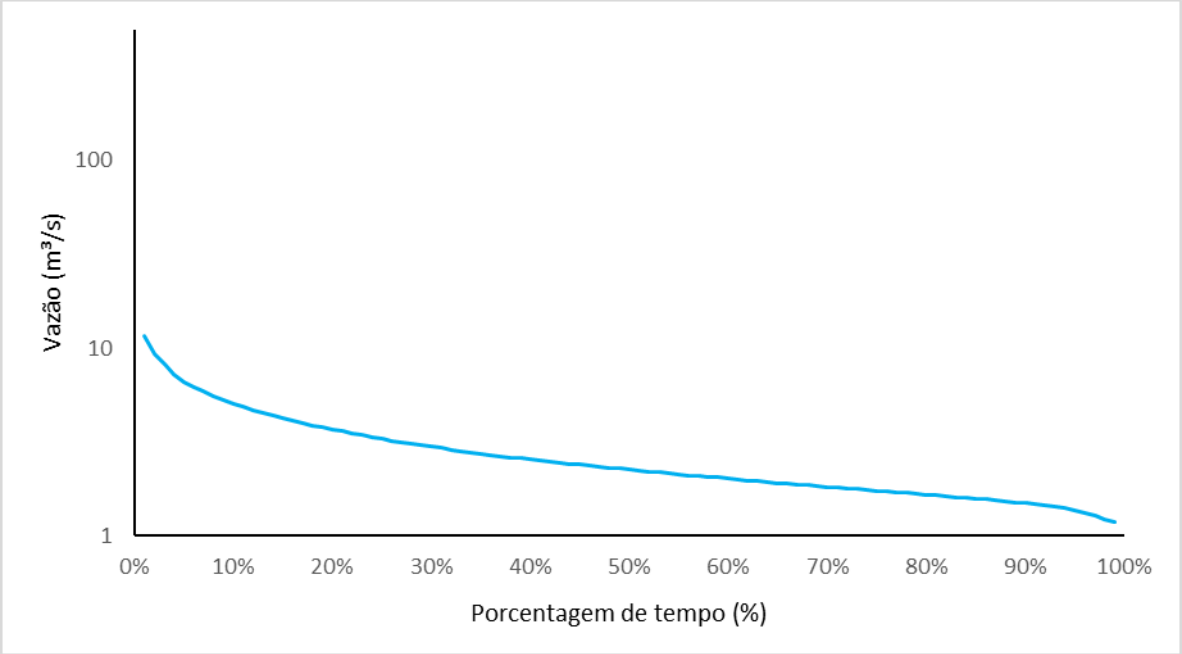


Figura 7.25 - Curva de Permanência para a sub-bacia Lagoa Saquarema.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.6 UHP VI-f: Lagoa de Araruama

Dentro da UHP VI-f se localiza a Lagoa de Araruama, um corpo hídrico que conta com 220 km² e é o maior corpo de água costeiro hipersalino em estado permanente do mundo, esse também desagua no oceano. A Figura 7.26 apresenta o resultado do modelo para essa sub-bacia. Ressalta-se que esses resultados são aproximações apresentadas pelo modelo considerando algumas simplificações, visto que essa bacia possui uma grande lagoa, e essa possui um comportamento distinto de rios. Essa simplificação apesar de não ser a mais adequada, é possível, devido ao fato de a lagoa estar interligada com os rios da região, que desaguam nela, antes que essa desague no oceano. No entanto, vale ressaltar que o mais indicado seria um levantamento in loco dos níveis e do perfil topobatimétrico da lagoa, para que seja executada uma simulação mais detalhada nesse local.

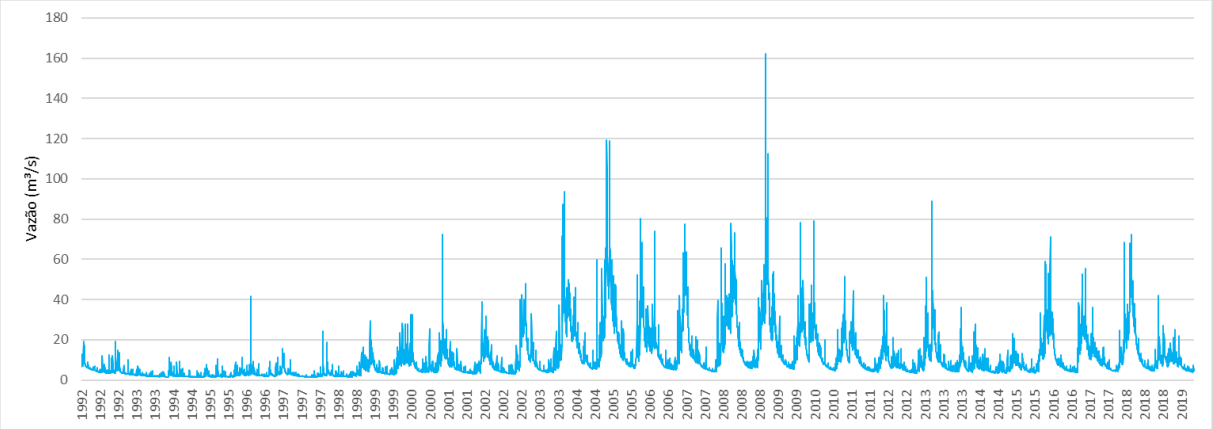


Figura 7.26 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Lagoa de Araruama.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.27) foi calculada com base nos dados resultantes da simulação.

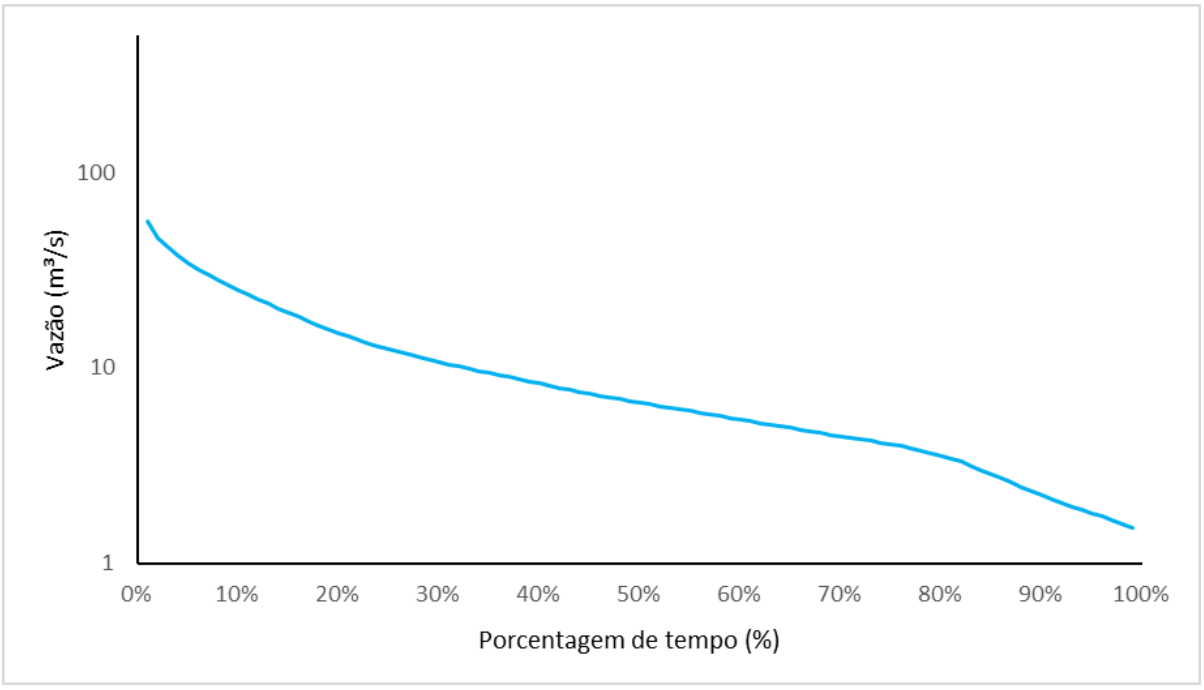


Figura 7.27 - Curva de Permanência para a sub-bacia Lagoa de Araruama.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.2.7 UHP VI-g: Armação de Búzios

A unidade de gestão UHP VI-g não possui drenagem aparente, desta forma, a mesma não foi incluída na etapa de modelagem. A estimativa de vazões de referência foi realizada pelo método de regionalização de vazões, a qual será descrita no item a seguir.

Segundo Tucci (2002) o termo “regionalização” tem sido usado na hidrologia para determinar a “transferência de informação de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante”. A regionalização se baseia na similaridade espacial de algumas variáveis permitindo assim essa transferência.

Para este estudo foi realizada a regionalização em relação as áreas de drenagem. Utilizou-se a área de drenagem do posto fluviométrico Correntezas - Nova, de aproximadamente 404 km², permitindo-se assim estabelecer uma série de vazões para o local de interesse, no caso a UHP VI-g, que possui área de drenagem de 100 km², aproximadamente.

A equação de correlação utilizada é definida por:

$$Q = \frac{A}{A_p} * Q_p$$

Equação 7.1-8

Onde A é a área de drenagem do local de interesse, em km²; A_p é a área de drenagem do posto fluviométrico existente, em km²; Q é a vazão do local de interesse, em m³/s; Q_pé a vazão do posto fluviométrico existente, em m³/s.

A Figura 7.28 apresenta o resultado das vazões regionalizadas para a sub-bacia de Armação de Búzios.

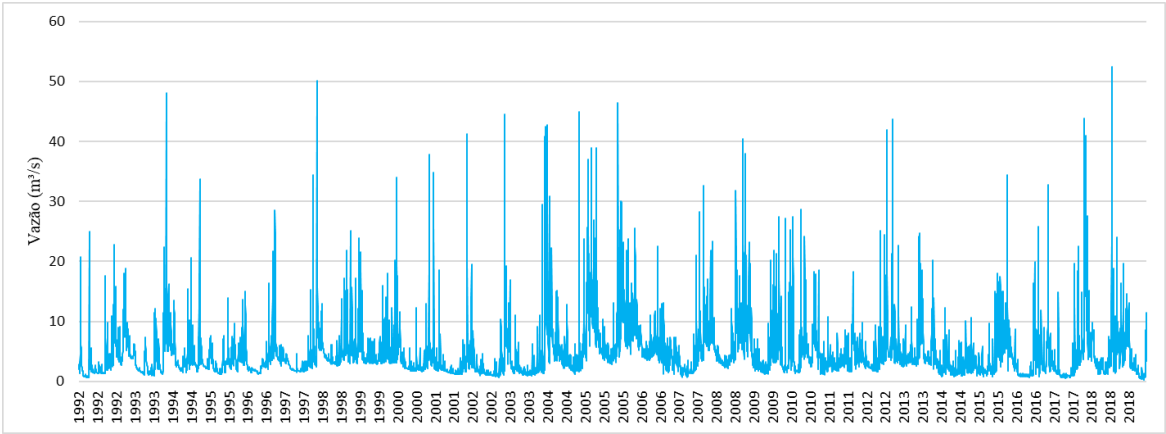


Figura 7.28 - Hidrograma de vazões simuladas para a sub-bacia Armação de Búzios.
Fonte: Elaboração Própria.

A curva de permanência para a bacia (Figura 7.29) foi calculada com base nos dados resultantes da regionalização.

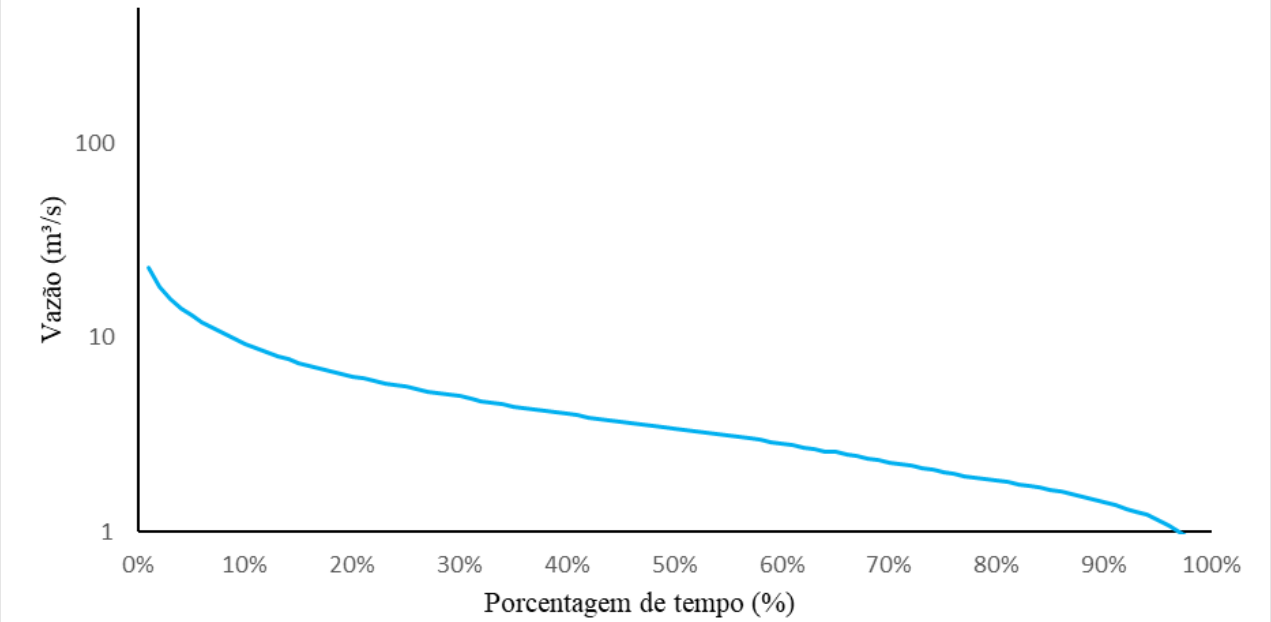


Figura 7.29 - Curva de Permanência para a sub-bacia Armação de Búzios.
Fonte: Elaboração Própria.

7.1.1.3.3 Vazões de referência

A vazão de referência é o estabelecimento de um valor de vazão que passa a representar o limite superior de utilização da água em um curso d'água e é, também, um dos principais entraves à implementação de um sistema de outorga (RIBEIRO, 2000; CAMARA, 2003). A aplicação do critério de vazão de referência, segundo Harris et al. (2000), constitui-se em procedimento adequado para a proteção dos rios, pois as alocações para derivações são feitas, geralmente, a partir de uma vazão de base de pequeno risco.

No Brasil, cada estado tem adotado critérios particulares pragmáticos para o estabelecimento das vazões de referência para outorga, sem, no entanto, apresentar justificativas para a adoção desses valores; por exemplo, alguns estados estabelecem a referência para outorga em uma determinada porcentagem da vazão regularizada com garantia de 90%, isto é, somente podem ser outorgados uma parcela da Q90 (CABRAL, 1997; STUDART et al., 1997), o que significa que, em tempos de estiagem, deve ser mantida uma vazão no rio correspondente a porcentagem não outorgável da vazão Q90.

São comumente utilizadas como vazões de referência as vazões Q90, Q95 ou Q7,10. No estado do Rio de Janeiro, de acordo com Instituto Estadual do Ambiente através da Norma Operacional

(INEA, 2019a) é utilizada como vazão de referência a Q95, sendo a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q95, com a possibilidade de utilização de vazão superior, quando se tratar de abastecimento público e usos não consuntivos, desde que devidamente justificado e aprovado pela equipe técnica do INEA.

A Tabela 7.11 apresenta algumas vazões de referência para as sub-bacias da área de interesse, com ênfase na Q95 e a Tabela 7.12 outras vazões de interesse, os valores referem-se à situação no exutório de cada uma das unidades.

Tabela 7.11 - Vazões de referências para as sub-bacias.

Sub-Bacia	Área (km²)	Q5 (m³/s)	Q10 (m³/s)	Q30 (m³/s)	Q50 (m³/s)	Q70 (m³/s)	Q90 (m³/s)	Q95 (m³/s)	Q 7,10 (m³/s)
RHIV-a: Rio São João Montante	617	43,30	32,35	17,00	11,36	8,17	5,81	5,19	4,00
RHIV-b: Rio São João Jusante	807	154,87	115,73	57,14	37,58	26,78	19,13	17,33	13,66
RHIV-c: Rios Capivari e Bacaxá	733	97,16	72,69	36,64	24,33	17,46	12,75	11,62	9,33
RHIV-d: Rio Una	463	32,43	23,60	10,75	6,94	4,86	2,85	2,39	2,35
RHIV-e: Lagoa Saquarema	250	6,65	5,07	2,98	2,26	1,83	1,49	1,38	1,18
RHIV-f: Lagoa de Araruama	677	34,27	24,87	10,72	6,64	4,47	2,21	1,80	1,76
RHIV-g: Armação de Búzios	100	12,94	9,28	5,00	3,42	2,29	1,42	1,16	0,54

Tabela 7.12 - Outras vazões de interesse.

Sub-Bacia	Q média (m³/s)	Q máxima (m³/s)	Q mínima (m³/s)
RHIV-a: Rio São João Montante	16,20	195,74	3,30
RHIV-b: Rio São João Jusante	55,69	860,81	13,43
RHIV-c: Rios Capivari e Bacaxá	35,32	479,68	8,36
RHIV-d: Rio Una	10,79	173,45	1,71
RHIV-e: Lagoa Saquarema	2,94	36,87	1,06
RHIV-f: Lagoa de Araruama	10,71	162,22	1,33
RHIV-g: Armação de Búzios	4,70	52,37	0,27

7.1.2 Disponibilidade das águas subterrâneas

Com vistas ao entendimento hidrogeológico regional quantitativo, além do conteúdo já apresentado nos itens 3.1.3 e 3.1.6, foram obtidas as bases de poços mais atualizadas disponíveis: INEA (2023) e SIAGAS (CPRM, 2023). Adicionalmente, também foram consideradas: uma base dos estudos do projeto RESUB (2001) e informações das

concessionárias (abastecimento de água). Na sequência, são apresentados indicadores de disponibilidade hídrica subterrânea e considerações adicionais sobre modelo conceitual.

7.1.2.1 Dados disponíveis

7.1.2.1.1 Base de outorgas - INEA

Foi obtido o banco de dados de outorgas do INEA, datado do começo de abril de 2023 (INEA, 2023), sendo inicialmente consideradas as seguintes situações para águas subterrâneas (poços): outorga de direito de uso de recursos hídricos; uso insignificante de recursos hídricos; autorização para perfuração de poço; e autorização para tamponamento de poço. Total de 479 pontos em municípios com área na RH-VI, sendo 451 dentro de seus limites (Tabela 7.13 e Figura 7.30), 2/3 dos quais são situações de uso insignificante. Para tratamento de dados visando ao entendimento hidrogeológico, foram considerados os dados de outorga de uso de recurso hídrico e de usos insignificantes: as vazões totais (máxima) e média por poço são de 118,00 m^3/h e 7,56 m^3/h, e de 4,45 m^3/h e 1,15 m^3/h, respectivamente.

Tabela 7.13 - Dados do banco de dados de outorgas subterrâneas na RH-VI (INEA, 2023).

Tipo de dado (base de outorgas)	N. de pontos	% nº de pontos	Ponto com dado de vazão	Vazão - Q por poço (m3/h)		Vazão total (m3/h)	% vazão total
				Qmáxima	Qmédia		
Outorga Subterrânea	77	17,1	59	118,00	7,56	445,89	57,32
Uso Insignificante Subterrâneo	299	66,3	288	4,45	1,15	332,00	42,68
Perfuração	17	3,8	-	-	-	-	-
Tamponamento	58	12,9	-	-	-	-	-
Total - RH-VI	451	100	347	118,00	2,24	777,89	

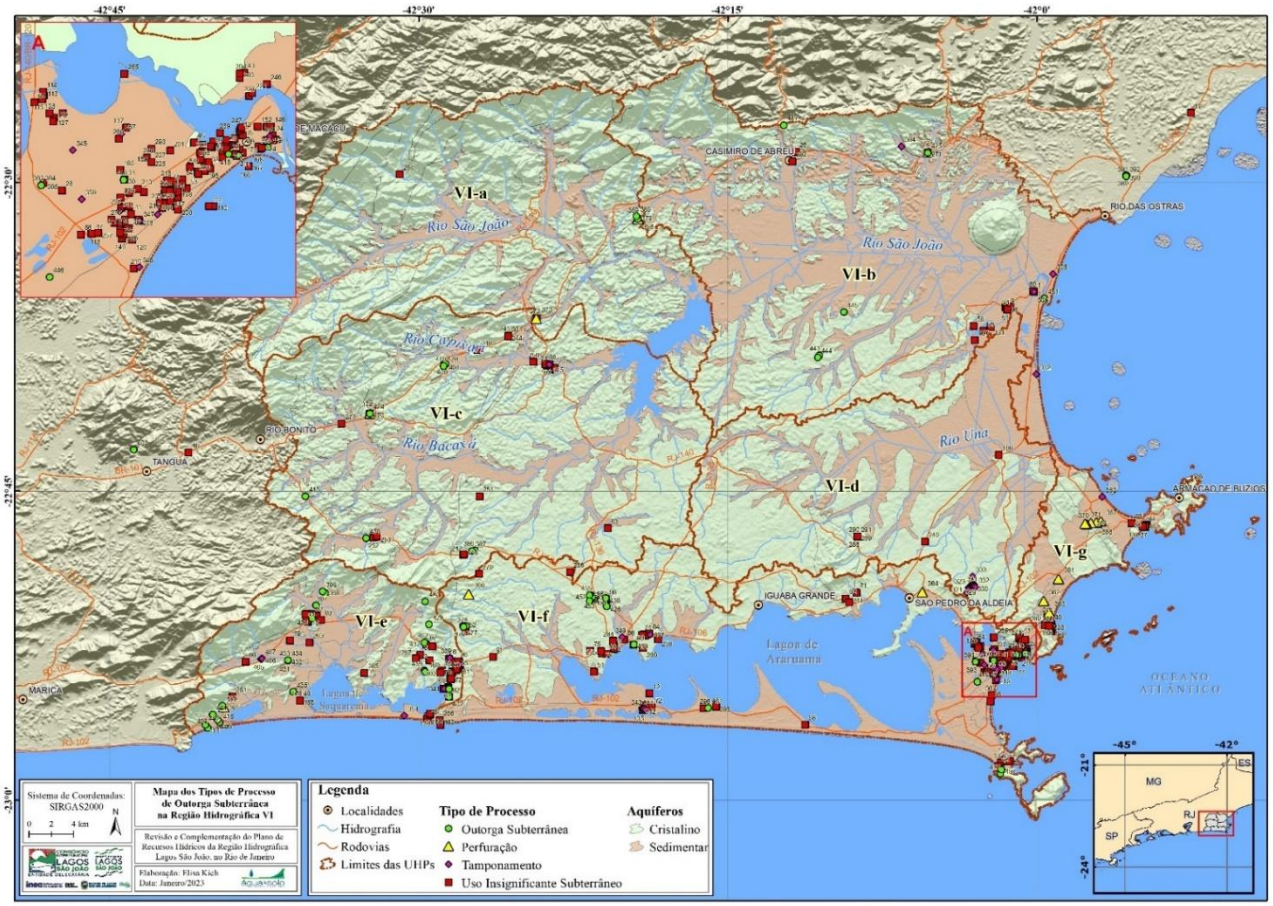


Figura 7.30 - Pontos relacionados à base geral de outorgas do INEA (águas subterrâneas) na RH-VI.
Fonte dos dados: INEA (2023).

A outorga pelo direito de uso de recursos hídricos subterrâneos é um dos instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos, dado através do ato administrativo de autorização pelo INEA (órgão outorgante e gestor de recursos hídricos do Estado), para direito de uso por um prazo determinado. No caso de usos insignificantes, "(...) são consideradas as extrações de água subterrânea inferiores ao volume equivalente a 5.000L/dia (5 m^3/dia) e respectivos efluentes, salvo se tratar de produtor rural" (neste caso, até 0,4L/s ou 34,56m^3/dia) - Leis Estaduais 4247/2003 e 5234/2008.

Poços com outorga pelo direito de uso de recurso hídrico (77 na RH-VI) correspondem a pouco mais de 1/5 dos pontos (20,5% de 376), e a 57,32% do volume captado (considerando-se vazão máxima), com total de 445,9 m^3/h. Estes dados mostram ainda que usos insignificantes são quase 4/5 dos pontos captados em termos subterrâneos (79,5% de 376) e mais de 40% (42,7%) do volume máximo captado (332,0 m^3/h) - Figura 7.31. Isso denota a necessidade de certa atenção para com os usos insignificantes.

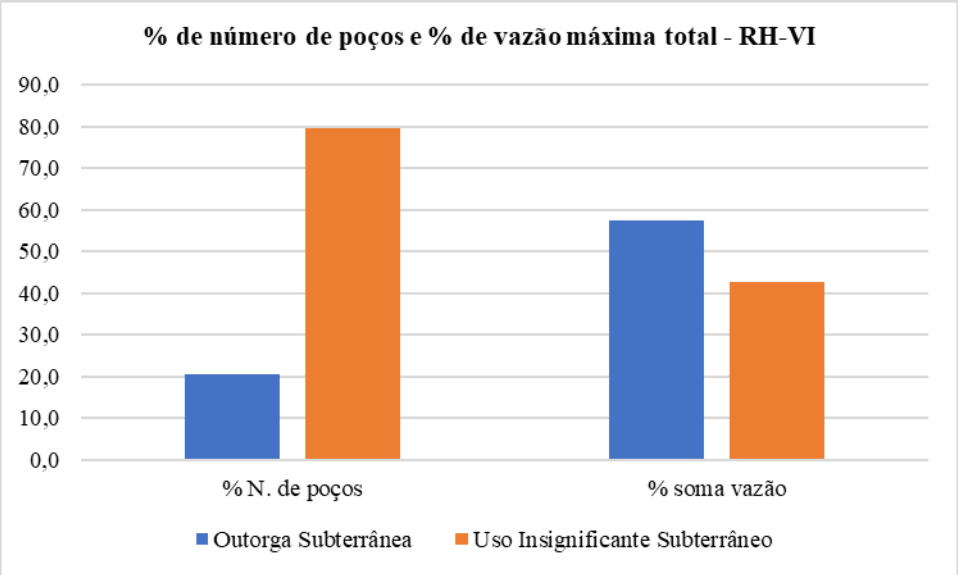


Figura 7.31 - Percentual de pontos e vazão total de poços com outorga por direito de uso de recurso hídrico ou uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

Na distribuição por UHP (Tabela 7.14, Figura 7.32 e Figura 7.33), nota-se que mais da metade dos poços localiza-se na UHP VI-f (220 de 376 ou 58,5%, com maiores concentrações nas manchas urbanas de sede de Cabo Frio e Araruama), também responsável pelo maior volume

captado (vazão máxima de 346,11 m^3/h ou 44,5%). Na sequência, aparece a UHP VI-e (78 pontos; vazão total de 210,14 m^3/h ou 27,0%; destaque para a mancha urbana da sede de Saquarema e arredores de Sampaio Correia/Tingui, no mesmo município). No geral, a vazão média para a RH-VI é de apenas 2,24 m^3/h por poço (máximos valores de 100 e 108 m^3/h, para dois poços situados em Arraial do Cabo e em Casimiro de Abreu, respectivamente).

Tabela 7.14 - Dados de poços por UHP (INEA, 2023).

UHP		Nº de poços	% Nº de poços	Poço com dado de vazão	Vazão total (m^3/h)	% vazão total	Vazão média (m^3/h)	Vazão máxima (m^3/h)
VI-a	Rio São João (montante/Juturnaíba)	4	1,1	4	20,00	2,6	5,00	9,6
VI-b	Rio São João (jusante/Juturnaíba)	25	6,6	18	134,66	17,3	7,48	108,0
VI-c	Rios Capivari e Bacaxá	26	6,9	22	40,00	5,1	1,82	4,9
VI-d	Rio Una	6	1,6	6	3,98	0,5	0,66	2,5
VI-e	Lagoa de Saquarema	78	20,7	66	210,14	27,0	3,18	22,8
VI-f	Lagoa de Araruama	220	58,5	214	346,11	44,5	1,62	100,0
VI-g	Armação dos Búzios	17	4,5	17	23,00	3,0	1,35	4,0
	Total RH-VI	376	100	347	777,89	100	2,24	108,0

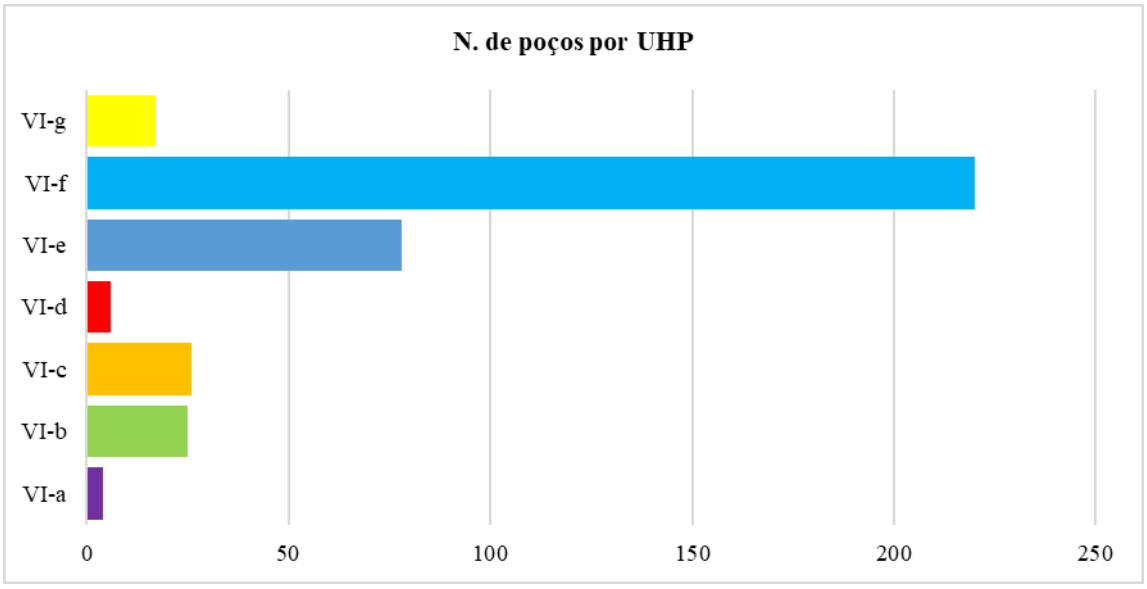


Figura 7.32 - Número de poços por UHP.
Fonte: INEA (2023).

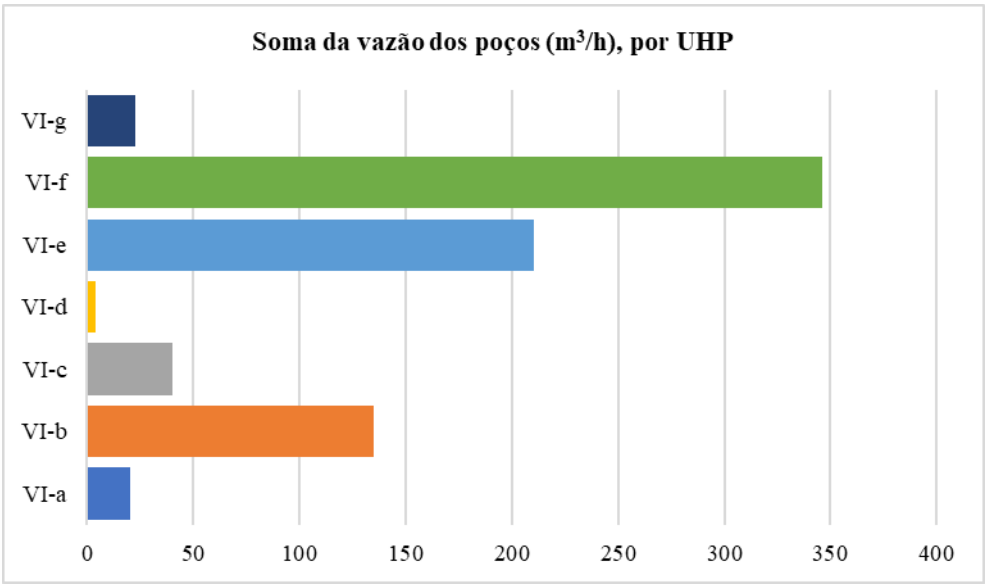


Figura 7.33 - Vazão total máxima por UHP.
Fonte: INEA (2023).

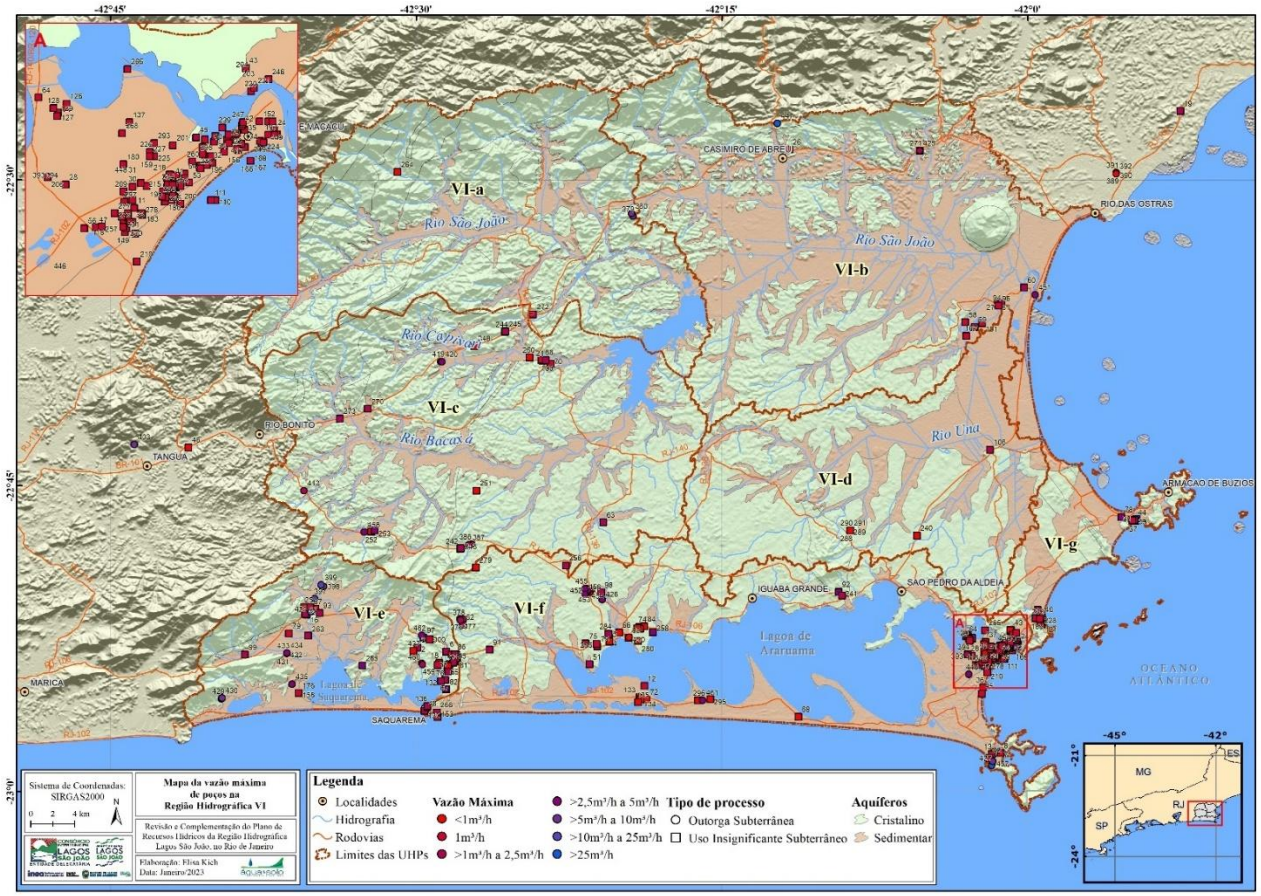


Figura 7.34 - Mapa vazão máxima por poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

Quanto à finalidade de uso da água, os dados foram agrupados em conjuntos principais, sendo apresentados na Tabela 7.15 e na Figura 7.35. O maior conjunto é de "lavagem", que inclui por vezes usos múltiplos (para usos como: lavagem de veículos, lavagem de chão/piso/dependências, rega de jardim etc.), totalizando vazão total de 253,1 m^3/h (32,5%) e 227 pontos de captação (60,4%). Há 7 poços indicados como para "abastecimento público", mas só 2 deles (da concessionária Águas de Juturnaíba, no distrito Cesário Alvim, em Silva Jardim) foram confirmados em outras bases de dados. A vazão média e total comparativamente mais elevada para o conjunto "agrícola/aquicultura" é devido a um único poço em Casimiro de Abreu com vazão mais elevada (108,0 m^3/h); no cômputo do número de captações, no entanto, há um pequeno número registrado nas bases de outorga para esta finalidade (apenas 2).

Tabela 7.15 - Finalidade de uso da água - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Tipo de uso da água (finalidade)	Nº de poços	% N. de poços	Poço com dado de vazão	Vazão total (m^3/h)	% vazão total	Vazão média (m^3/h)
Abastecimento público	7	1,9	6	119,3	15,3	19,88
Agrícola/aquicultura	2	0,5	2	109,0	14,0	54,50
Consumo/Higiene Humana e Carro-pipa	45	12,0	37	113,0	14,5	3,05
Industrial ou comercial	35	9,3	32	64,3	8,3	2,01
Lavagem	227	60,4	225	253,1	32,5	1,12
Não possui dado	12	3,2	1	1,5	0,2	1,50
Outros	48	12,8	44	117,8	15,1	2,68
Total RH-VI	376	100	347	777,9	100	2,24

Quanto à profundidade de poço (Tabela 7.16), há muitos pontos sem informação (86,7% do total). Dos apenas 50 com informação, quanto aos poços outorgados (14), as profundidades variam de 11,7m a 200m (média de 74,5m); e quanto aos pontos de uso insignificante (36), de 3,0m a 45,0m (média de 17,3m). Há 5 poços com profundidade maior que 100m (4 deles situam-se em Araruama; um em Saquarema). A grande maioria dos pontos com dado de profundidade de poço está localizada nas UHPs VI-f e VI-e (na UHP VI-a, por exemplo, não há quaisquer poços com dado de profundidade) - Figura 7.36.

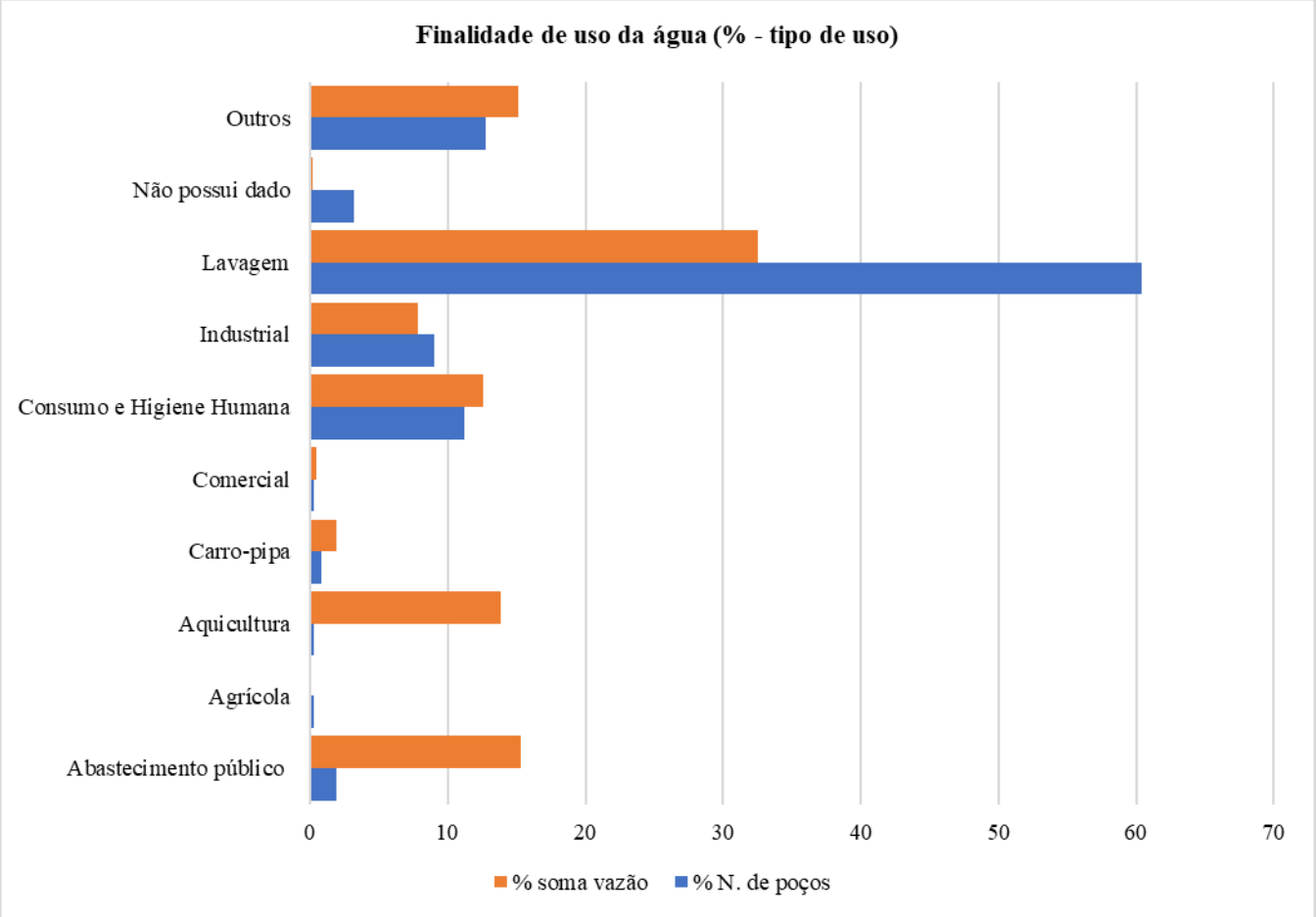


Figura 7.35 - Percentual de poços e percentual de vazão total por finalidade de uso da água - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

Tabela 7.16 - Profundidade de poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Dado/tipo e profundidade de poço	Outorgados	Uso insignificante	Geral - RH
N. de poços	77	299	376
N. de poços com dado	14	36	50
Média	74,5	17,3	42,4
Mínimo	11,7	3,0	3,0
Máximo	200,0	45,0	200,0

Figura 7.36 - Profundidade de poços - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

Quanto à profundidade do nível estático (prof. NE), que é a profundidade do nível d´água no poço sem estar em bombeamento (e também pode servir de noção para a profundidade a que se encontra a água subterrânea durante uma perfuração), os dados são apresentados na Tabela 7.17 e na Figura 7.37. Há muitos pontos sem dados (95,5% do total); dos apenas 17 com este tipo de dado: as profundidades do nível d´água variam de 1,6m a 8,8m (média de 2,2m) quanto aos poços outorgados (8); e de 0,2m a 4,5m (média de 0,4m) nos casos de uso insignificante (9); ou seja, o nível d´água é raso na maioria dos casos (ainda mais raso em partes costeiras ou pantanosas; relativamente mais elevado em partes mais interioranas).

Tabela 7.17 - Profundidade de nível estático (prof. NE) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante. (INEA, 2023).

Dado/tipo e prof. NE	Outorgados	Uso insignificante	Geral - RH
N. de poços	77	299	376
N. de poços com dado	8	9	17
Média	2,2	0,4	2,0
Mínimo	1,6	0,2	0,2
Máximo	8,8	4,5	8,8

O pequeno número de poços com dado de prof. NE e sua distribuição irregular na RH-VI (além da inexistência de monitoramento das águas subterrâneas) impossibilitam a confecção de mapa potenciométrico, embora os dados aqui apresentados mostrem o comportamento geral do fluxo das águas subterrâneas. Quanto à carga hidráulica dos poços com dados (obtida pela diferença entre a cota do terreno - retirada a partir do modelo digital de elevação adotado - e a prof. NE), as maiores cotas são de poços situados em Silva Jardim e Araruama (apenas três valores >30m, sendo o máximo de 34,67m).

Não é possível estipular a máxima variação de cargas hidráulicas, pois, na maioria dos terrenos mais elevados e arredores (como nos setores W/NW/N da RH-VI), não há poços ou os mesmos não têm este tipo de dado. Considerando-se apenas os poucos dados disponíveis, nota-se que a carga hidráulica é tal, que é pouco elevada e mais rasa (mais próxima à superfície) nas partes litorâneas; e comparativamente mais profunda nas partes mais interioranas da RH (de poucos metros até poucas dezenas de metros). Por outro lado, espera-se que o comportamento local da potenciometria tenha correlação razoável com a topografia dos terrenos e no acompanhamento da rede de drenagens (ou ao menos isso se manifeste mais facilmente nas áreas de aluviões e porções com manto de intemperismo mais espesso).

Figura 7.37 - Profundidade de nível d´água estático (NE) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

A capacidade específica (também conhecida no meio hidrogeológico como vazão específica) é obtida pela razão entre vazão do poço (Q) e a diferença entre níveis d´água estático e dinâmico (o rebaixamento - s, sendo s = |NE - ND|), sendo representada como Q/s (em [m^3/h]/m) e é importantíssimo indicador hidrogeológico. Assim como os dados de profundidade de poço e de profundidade de nível estático, há muitos pontos sem este tipo de dado (95,7% do total) - Tabela 7.18 (atentar que há poucos dados e apenas para as UHPs VI-e e VI-f). Ademais, não há informações detalhadas sobre as condições nas quais foram efetuados os testes de bombeamento para estimativa de Q/s.

Dos apenas 16 poços com este tipo de dado, os valores situam-se de 0,001 a 1,118 (m^3/h)/m (atentar que pode haver valores maiores em algumas porções da RH-VI, como nos terrenos litorâneos do Distrito de Tamoios, em Cabo Frio, estimados por TUBBS FILHO et al., 2012 e apresentados no final do item 3.1.6).

Tabela 7.18 - Capacidade específica - Q/s ([m^3/h]/m) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Dado/tipo e Q/s	Outorgados	Uso insignificante	Geral - RH
N. de poços	77	299	376
N. de poços com dado	7	9	16
Média	0,386	0,192	0,277
Mínimo	0,001	0,019	0,001
Máximo	1,118	0,590	1,118

Quanto à indicação da unidade aquífera a qual o poço capta água, os dados são apresentados na Tabela 7.19. Assim como nos anteriores, nota-se grande quantidade de poços sem informação (91%). Dos apenas 34 (de 376) com este tipo de informação: 10 foram indicados como “fissural”; 19 como “sedimentar”; e 5 como “misto”; destes 34, 16 são em poços da base de outorgas pelo direito de uso de recurso hídricos; e 18, de uso insignificante.

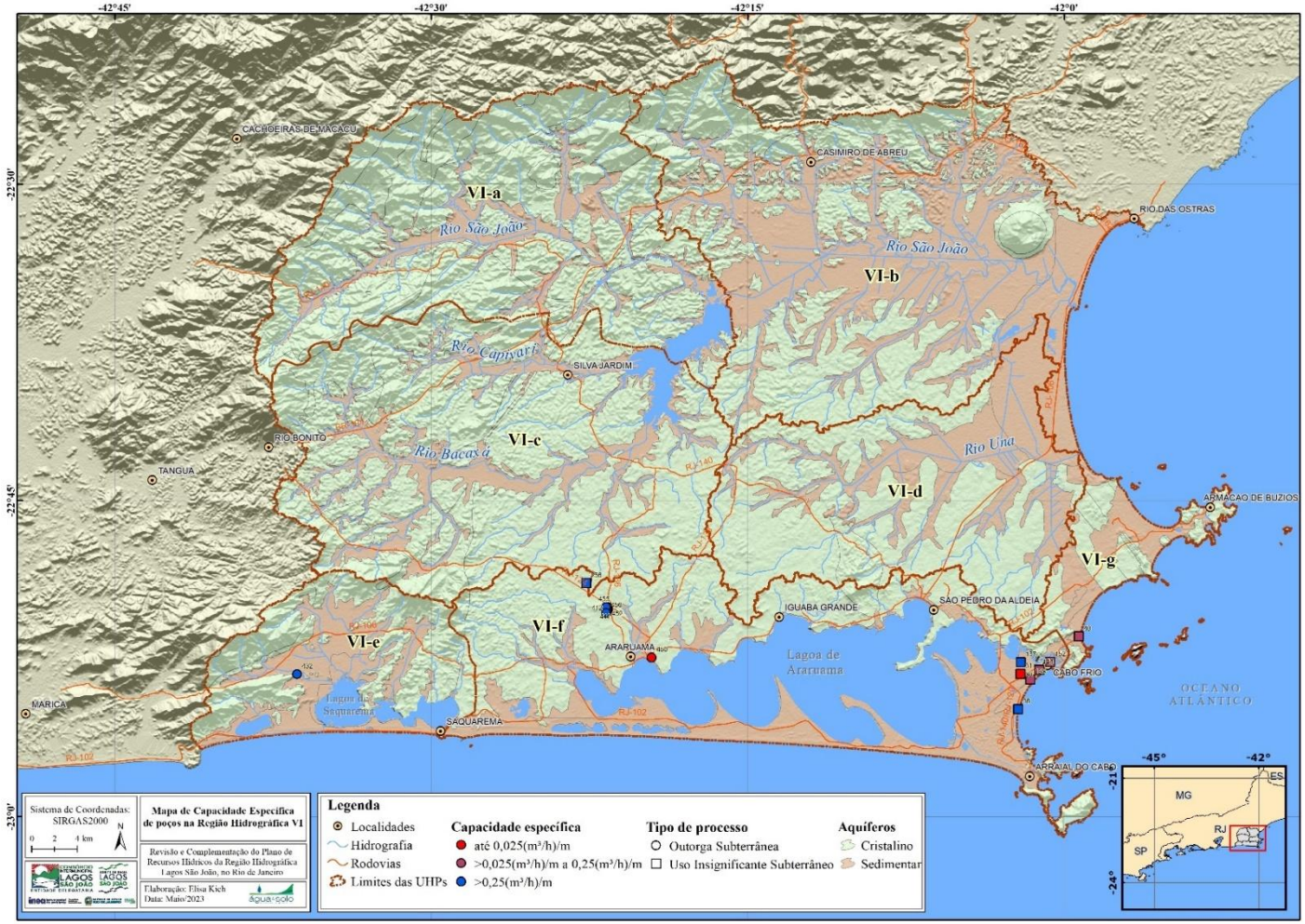


Figura 7.38 - Capacidade específica - Q/s ([m^3/h]/m) - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante.
Fonte: INEA (2023).

Uma observação importante aqui: para se saber a(s) unidade(s) aquífera(a) captada(s) em um poço, não basta reconhecer a geologia aflorante; é necessário conhecer como se comporta em subsuperfície/profundidade, no intervalo perfurado e nos trechos com contribuição de água (lembrando ainda as peculiaridades no caso de aquíferos cristalinos/fissurais, ou sedimentar sobreposto a cristalino). Além disso, nos casos mais complexos, como nos terrenos litorâneos, seria necessário estudar detalhadamente variações de camadas geológicas tanto do ponto de vista litológico-estrutural, quanto da dinâmica de variações de salinidade. Logo, atualmente não há informações suficientes nas bases de poços para tal diagnóstico, que é uma das chaves para o entendimento destas situações nas porções litorâneas da RH-VI, e deve ser ação futura (através de estudos técnico-científicos).

Tabela 7.19 - Unidade aquífera por poço - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Unidade aquífera	Outorgados	Uso insignificante	Geral - RH	Geral - RH (%)
Fissural	7	3	10	2,7
Sedimentar	6	13	19	5,0
Misto	3	2	5	1,3
Sem informação	61	281	342	91,0
RH-VI	77	299	376	100

Os dados por município (nas áreas dentro da RH-VI) são mostrados na Tabela 7.20 e na Figura 7.39. O município com mais poços na RH-VI nas bases do INEA é Cabo Frio (177 poços ou 48,7% do total); os municípios com maior vazão total são: Saquarema (208,24 m^3/h ou 26,8%), Cabo Frio (198,14 m^3/h ou 25,5%), Casimiro de Abreu (117,36 m^3/h ou 15,1%) e Arraial do Cabo (117,04 m^3/h ou 15,0%). Iguaba Grande, Cachoeiras do Macacu e Rio das Ostras (nas porções dentro da RH-VI) aparecem sem poços.

Tabela 7.20 - Dados de poços por município - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Município	N. de poços	% nº de poços	Poço com dado de vazão	Vazão total (m^3/h)	% vazão total	Vazão média (m^3/h)
Araruama	46	12,2	41	44,13	5,7	1,08
Armação dos Búzios	8	2,1	8	13,00	1,7	1,63
Arraial do Cabo	10	2,7	10	117,04	15,0	11,70
Cabo Frio	183	48,7	177	198,14	25,5	1,12

Município	N. de poços	% nº de poços	Poço com dado de vazão	Vazão total (m^3/h)	% vazão total	Vazão média (m^3/h)
Cachoeiras de Macacu	0	0,0	0	0	0,0	0,00
Casimiro de Abreu	6	1,6	5	117,36	15,1	23,47
Iguaba Grande	0	0,0	0	0	0,0	0,00
Maricá	9	2,4	2	14,00	1,8	7,00
Rio Bonito	13	3,5	12	22,34	2,9	1,86
Rio das Ostras	0	0,0	0	0	0,0	0,00
São Pedro da Aldeia	8	2,1	7	7,48	1,0	1,07
Saquarema	76	20,2	71	208,24	26,8	2,93
Silva Jardim	17	4,5	14	36,16	4,6	2,58
Totalizações - RH-VI	376	100	347	777,89	100	2,24

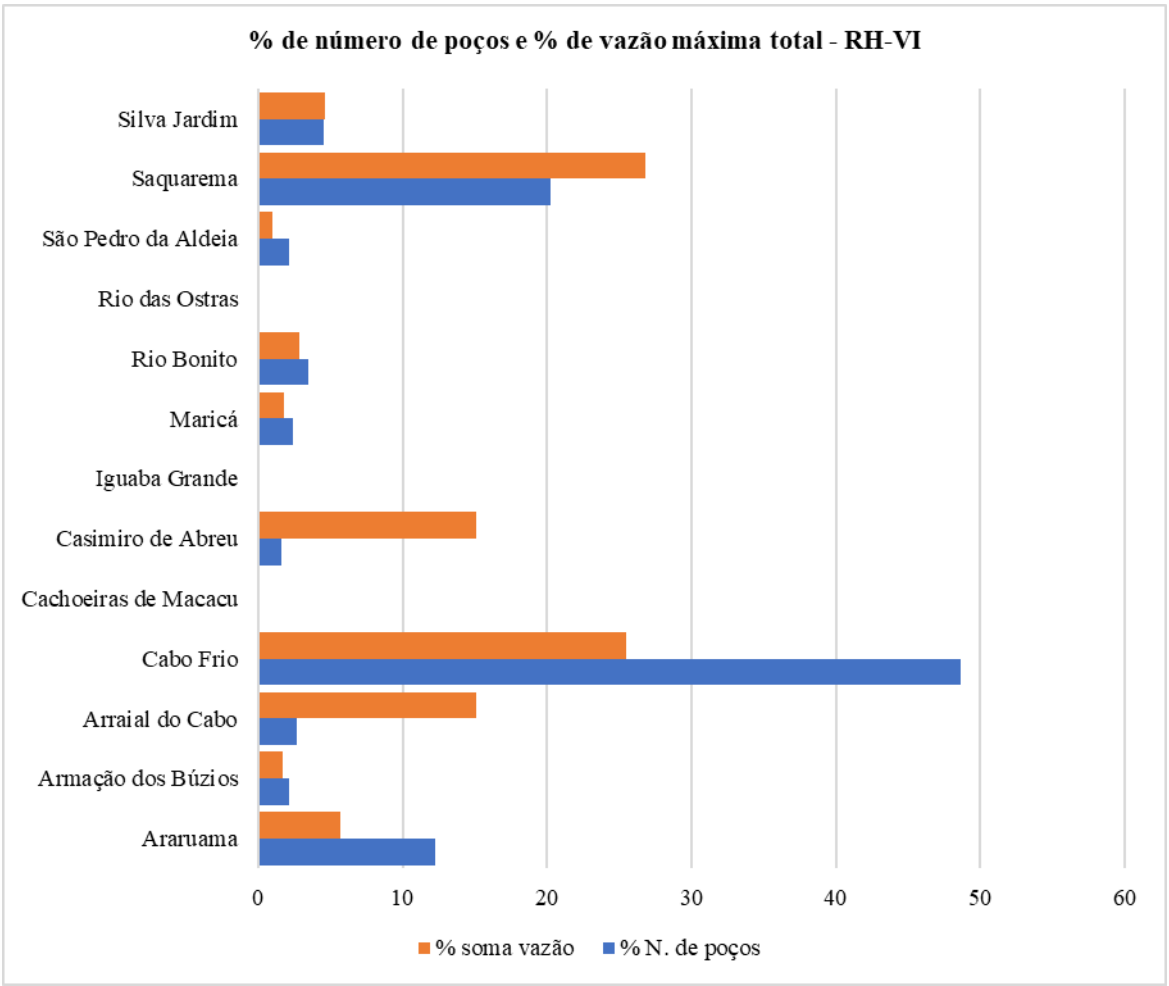


Figura 7.39 - Dados de poços por município - outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e uso insignificante (INEA, 2023).

Outra forma de representação dos poços da base INEA é apresentada na Figura 7.40, com noção de magnitude a partir do dado de vazão máxima por poço.

Os dados apresentados anteriormente, embora muito úteis para fins de Diagnóstico, demonstram a necessidade de aprimorar a base de outorgas quanto a algumas das variáveis fundamentais para o entendimento hidrogeológico, como Q/s, Prof. NE, profundidade de poço, unidade(s) aquífera(a), entre outros.

Além dessa base geral de outorgas pelo direito de recurso hídrico e dos registros de usos insignificantes pelo INEA, este órgão disponibilizou uma listagem das outorgas válidas atualmente (apenas em relação a direito de uso de recursos hídricos subterrâneos), que mostra apenas 16 poços (Figura 7.41), sendo: 10 na UHP VI-e (Lagoa de Saquarema), 4 na UHP VI-e (Lagoa de Araruama), um em VI-b e um em VI-c (sem quaisquer poços nas UHPs VI-a, VI-b, VI-d e VI-g). Os dados médios são: vazão por poço - 7,05 m^3/h; profundidade de poço - 71,4m; profundidade de nível estático (NE) de 4,63m; capacidade específica (Q/s) de 0,70 $(m^3/h)/m$ e condutividade elétrica (CE) de 443 µS/cm; e vazão total (máxima) de 112,87 m^3/h.

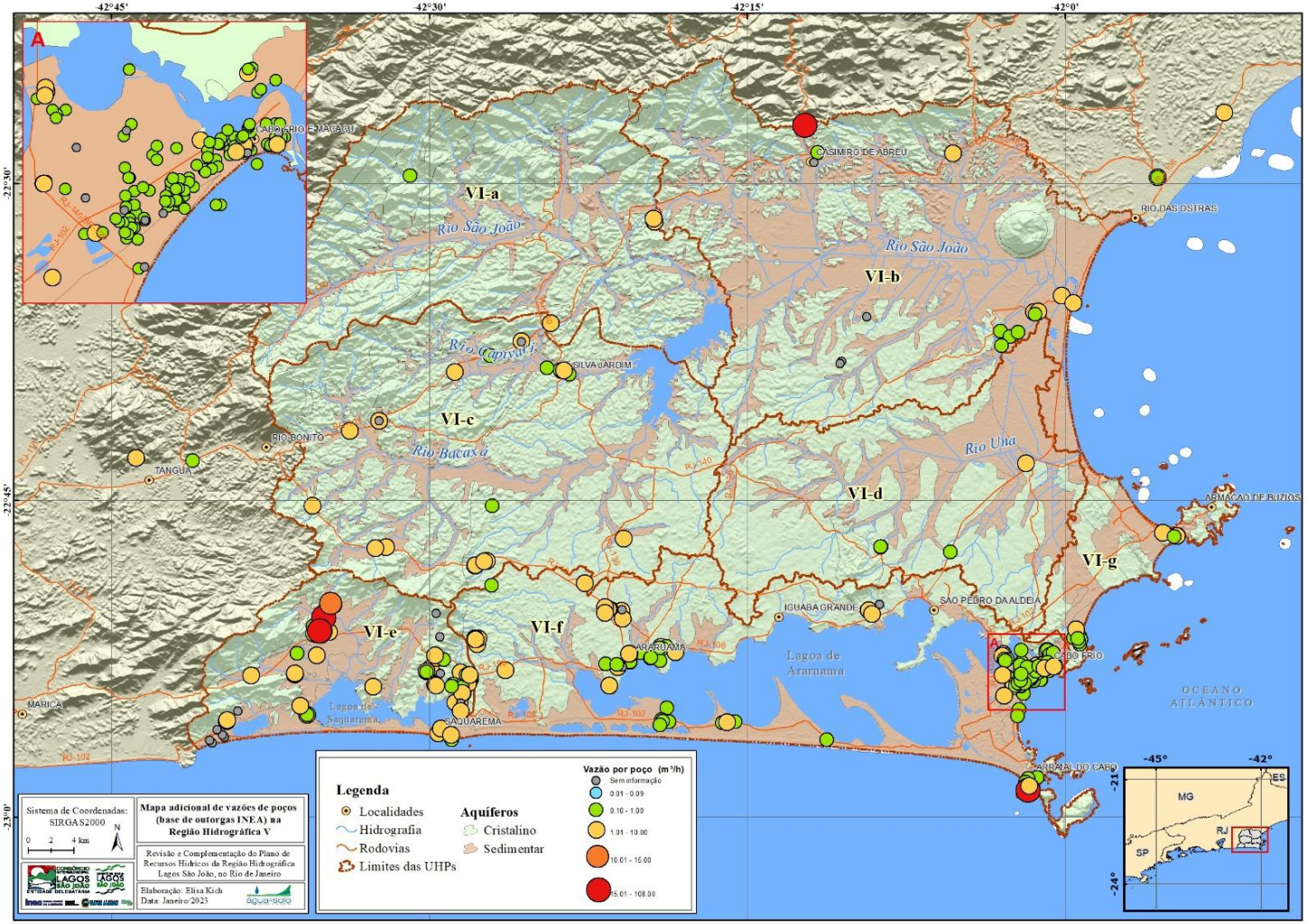


Figura 7.40 - Outra forma de representação da base de poços (INEA).
Fonte: INEA (2023).

Figura 7.41 - Outorgas válidas (águas subterrâneas).
Fonte: INEA (2023).

7.1.2.1.2 Base de dados de poços - SIAGAS (CPRM)

A base do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS, principal base nacional do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) também apresenta apenas uma pequena quantidade de poços na RH-VI: 12 (Figura 7.42), sendo 7 na UHP VI-e (Lagoa de Saquarema), 1 na UHP VI-e, 2 em VI-b e 2 em VI-c (dados de CPRM, 2023).

Figura 7.42 -Poços - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS/CPRM.
Fonte: INEA (2023).

7.1.2.1.3 Demais bases de dados

Uma das bases mais detalhadas da RH-VI é do projeto RESUB Lagos, desenvolvido entre 1998 e 2001 no âmbito da Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas (RESUB), iniciativa da FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, com envolvimento de universidades públicas do Rio de Janeiro.

Embora não abarque toda RH-VI e tenha uma base de dados levantada há mais de 20 anos atrás, trata-se de valiosa fonte de dados e informações, inclusive é a única base que retrata de forma mais realista a presença de poços mais rasos (inclusive cacimbas) e fontes utilizadas sobretudo para consumo humano doméstico (fora da rede de água das concessionárias municipais) e rural. Sem dúvida seria necessário atualizar cadastramentos como deste trabalho, a fim de conhecer a realidade das fontes ou soluções alternativas, que permanece como uma das lacunas atuais.

Segundo o art. 2º do Decreto Estadual nº 40.156/2006, "considera-se solução alternativa de abastecimento de água toda modalidade distinta do sistema de abastecimento público de água, incluindo fontes, nascentes, poços, comunitários ou não, distribuição por veículo transportador e instalações condominiais horizontal e vertical.". Adicionalmente, os levantamentos do Projeto RESUB Lagos também identificaram outros tipos de uso, como rural, comercial etc.

Os dados aqui apresentados referem-se ao Relatório Final do trabalho (contemplando os seguintes municípios: Araruama, Cabo Frio/Arraial do Cabo, Iguaba Grande/São Pedro da Aldeia e Saquarema) e respectiva a base de dados de poços e fontes associada (RESUB, 2001), gentilmente fornecidos pelo Prof. Dr. Rodrigo Almeida (um dos responsáveis à época pelo projeto). Conforme apresentado na Tabela 7.21, mais de 60% são cacimbas (288 de 477).

Tabela 7.21 - Tipo de captação - Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).

Tipo de captação	N. de pontos	%
Cacimba	288	60,4
Fonte natural	9	1,9
Poco ou cacimba	32	6,7
Poço tubular doméstico	123	25,8
Poço tubular profundo	25	5,2
Total - RH-VI	477	100

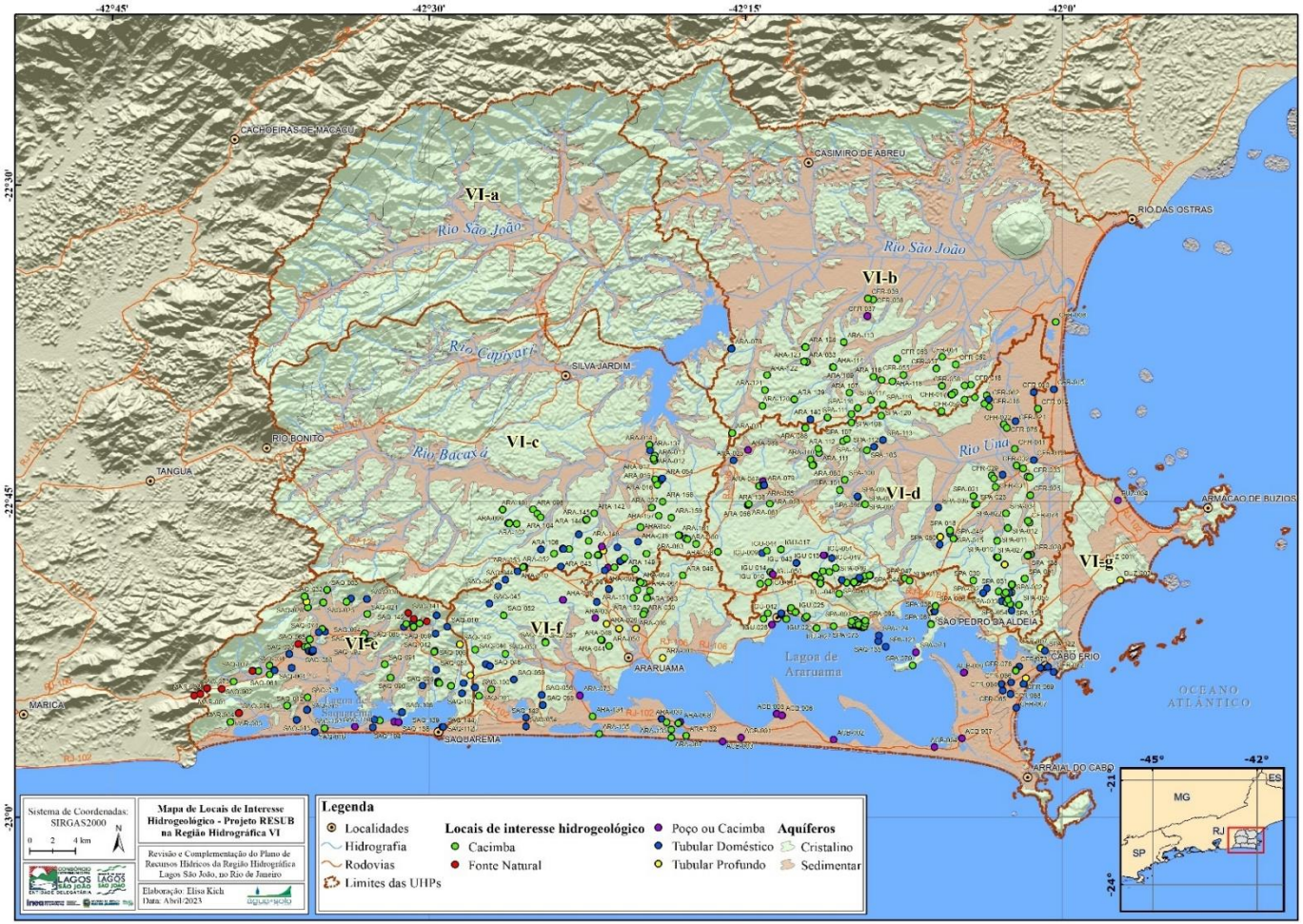


Figura 7.43 - Poços e fontes - projeto RESUB Lagos.
Fonte: RESUB (2001).

Quanto à distribuição por UHP (Tabela 7.22), a maioria dos pontos situa-se nas UHPs VI-d (136), VI-f (136) e VI-e (95). Também fica evidente a diferença de número de pontos em relação à base geral de outorgas do INEA (incluindo usos insignificantes), sobretudo na UHP VI-d (evidentemente, que são bases distintas e não contemporâneas, mas isso ilustra a necessidade de maior atenção e da inexistência de levantamentos mais recentes e detalhados sobre soluções alternativas de abastecimento de água e para demais usos da água).

A Tabela 7.23 e a Tabela 7.24 mostram dados por finalidade de uso da água (64,8% para consumo humano - uso doméstico) e estado dos pontos (71,7% em uso).

Tabela 7.22 - Pontos de captação (poços e fontes) por UHP - Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).

UHP	Nº de pontos	%
VI-a - Rio São João (mont./Juturnaíba)	0	0,0
VI-b - Rio São João (jus./Juturnaíba)	42	8,8
VI-c - Rios Capivari e Bacaxá	65	13,6
VI-d - Rio Una	136	28,5
VI-e - Lagoa de Saquarema	95	19,9
VI-f - Lagoa de Araruama	136	28,5
VI-g - Armação dos Búzios	3	0,6
Total– RH-VI	477	100

Tabela 7.23 - Finalidade de uso da água dos pontos levantados pelo Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).

Finalidade de uso da água	Nº de pontos	%
Comercial	17	3,6
Doméstico	309	64,8
Industrial	8	1,7
Rural	23	4,8
Sem informação	120	25,2
Total– RH-VI	477	100

Tabela 7.24 - Estado dos pontos levantados pelo Projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).

Estado	Nº de pontos	%
Abandonado	14	2,9
Desativado	38	8,0
Em uso	342	71,7
Não instalado	9	1,9
Não informado	74	15,5
Total– RH-VI	477	100

Além da obtenção de dados do INEA, CPRM e do Projeto RESUB Lagos, também foram contatadas as concessionárias de água dos municípios com área na RH-VI, à luz de informações preliminares contidas no Atlas - ANA de abastecimento de água (ANA, 2021a), que indicavam a existência de abastecimento de água parcialmente por poços nos municípios de Araruama, Cachoeiras de Macacu, Maricá, Saquarema e Silva Jardim - Tabela 7.25.

Tabela 7.25 - Municípios que utilizam parcialmente manancial subterrâneo (ANA, 2021a).

Município	Operador Oficial	Tipo Sistema(s)	Tipo Manancial(is)
Araruama	Águas de Juturnaíba - Grupo Águas do Brasil	Integrado	Superficial / Subterrânea
Cachoeiras de Macacu	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro/ Autarquia Municipal de Água e Esgoto de Cachoeiras de Macacu	Isolado	Superficial / Subterrânea
Maricá	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro	Isolado	Superficial / Subterrânea
Saquarema	Águas de Juturnaíba - Grupo Águas do Brasil	Integrado	Superficial / Subterrânea
Silva Jardim	Águas de Juturnaíba - Grupo Águas do Brasil	Integrado	Superficial / Subterrânea

Apenas no caso de Silva Jardim, foram confirmados dois poços no Distrito de Cesário Alvim, vistoriados seus arredores em campo (Figura 7.44 a Figura 7.48). Estes dois poços possuem alguns dados nas bases do INEA e SIAGAS/CPRM, como profundidade (150 e 200m); Prof. NE < 2m e Prof. ND ~25m; e vazões de 2,9 e 4,9 m^3/h (segundo CPRM, 2023; INEA, 2023a).

A concessionária Águas de Juturnaíba indicou que não utiliza manancial subterrâneo nas sedes de Araruama, Saquarema e Silva Jardim - ÁGUAS DE JUTURNAÍBA (2023). Adicionalmente, a concessionária Rio + Saneamento indicou que opera 3 poços no Distrito Rocha Leão, em Rio das Ostras (vazões de 88,1m^3/h, 69,3 m^3/h e 68,6 m^3/h); no entanto, verificando-se pelas coordenadas de localização, situam-se fora da RH-VI.

Quanto aos demais municípios, pelos dados do Atlas ANA, os poços situam-se fora da RH-VI (na bacia dos rios Guapiaçu e Rabelo no caso de Cachoeiras de Macacu; e arredores da Lagoa de Maricá, em município homônimo).

Figura 7.44 - Localização dos dois poços utilizados para sistema isolado de abastecimento no Distrito Cesário Alvim, em Silva Jardim (UHP VI-c).
Fonte: Google Earth (2022).

Figura 7.45 - Poço 1 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 7.46 - Poço 1 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 7.47 - Poço 2 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 7.48 - Poço 2 - abastecimento público (CAJ) - Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

7.1.2.2 Resultados da disponibilidade hídrica subterrânea

A disponibilidade hídrica subterrânea efetiva pode variar no tempo e no espaço em função da precipitação pluviométrica; das condições hidrogeológicas; da quantidade, localização e condições operacionais das captações (poços); da qualidade das águas subterrâneas (podendo haver limitantes tanto naturais quanto antrópicos); entre outros fatores.

As caracterizações das principais unidades aquíferas (item 3.1.6) e das bases de poços (item 7.1.2.1) já trouxeram informações sobre a realidade da RH-VI, que apresenta um potencial relativamente limitado, mas que pode ser importante como fonte local, complementar ou alternativa, além de componente indissociável do ciclo das águas.

As recargas, potencialmente de ocorrência em toda extensão aflorante das unidades aquíferas, são dependentes do regime de chuva e da quantidade que efetivamente infiltra no solo/rochas, em função das propriedades hidráulicas do substrato rochoso e dos solos; do tipo de uso e ocupação do solo; e das condições de relevo. Em áreas planas e de declividade baixa a moderada - como boa parte da RH-VI -, o processo de infiltração é facilitado em detrimento de áreas com fortes declives (como nas porções SW-W-NW-N da RH-VI, além de áreas menores igualmente mais íngremes, como na porção E/SE de Arraial do Cabo; algumas partes de Cabo Frio e Armação dos Búzios; e na serra de Sapiatiba), onde pode prevalecer o escoamento superficial.

Partindo-se do conceito fundamental que a água subterrânea é componente do ciclo das águas, sua disponibilidade hídrica subterrânea (nos aquíferos), segundo indicadores sustentáveis, relaciona-se diretamente e se constitui como parte do escoamento básico das bacias de drenagem instaladas sobre a área de estudos.

Embora haja falta de indicadores mais exatos/precisos, e seja inerente a complexidade e heterogeneidade dos aquíferos, o nível de conhecimento atual permite a estimativa de indicadores práticos de disponibilidade hídrica, que servem de ordem de grandeza aos gestores regionais de recursos hídricos.

A dita reserva reguladora basicamente leva em conta os aquíferos livres (e interações destes com cursos d´água superficiais, que recebem descarga - mais provável - ou recarga de água subterrânea), e não consideram eventuais porções confinadas dos aquíferos, nem a recarga profunda dos mesmos. A partir da estimativa das reservas reguladoras, adota-se ainda outro

indicador, a dita reserva explotável (parcela da reserva reguladora, com maior margem de segurança em termos de sustentabilidade como recurso hídrico).

As reservas reguladoras representam o volume de água renovável que entra anualmente nos aquíferos, sendo que também podem ser denominadas de recursos dinâmicos ou recarga efetiva, dependentes diretamente da recarga sazonal (infiltração de precipitações pluviométricas e outras fontes naturais). Há diversas formas de se estimar esses indicadores de reservas, como os métodos de cálculo de recarga potencial direta (RPD) e a estimativa a partir das vazões mínimas (CONEJO LOPES, 1994; ANA, 2005, 2014a; PROFILL & RHAMA, 2021).

Pelo método de RPD, estimativas de disponibilidade hídrica subterrânea foram efetuadas para avaliação das Reservas Reguladoras (Rr) e Explotáveis (Dex) dos principais aquíferos:

$$Rr = A * P * I$$

Equação 7.1-9

Onde: Rr é a Reserva reguladora; A é a área de afloramento de determinada unidade aquífera; P é a precipitação pluviométrica média anual; e I é a taxa de infiltração.

A Precipitação pluviométrica média anual foi estimada com dados do presente Plano, sendo calculados valores médios - por ponderação por áreas - para cada UHP, conforme a Tabela 7.26. As porções N-NW da RH-VI apresentam valores razoavelmente maiores (inclusive com isoietas acima de 2.000mm/ano), diminuindo consideravelmente rumo ao sul e sudeste da RH-VI (nos quais aparecem isoietas de até 1.000-1.300mm/ano), com valor médio para a RH da ordem de 1.750mm/ano.

Tabela 7.26 - Precipitação anual média considerada por UHP.

Local	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g
Precipitação anual média considerada (mm)	2.221,5	1.948,4	1.785,4	1.498,9	1.357,2	1.262,8	1.615,5

A Recarga Potencial Direta corresponde a uma parcela da precipitação pluviométrica que infiltra e chega aos aquíferos, constituindo-se em indicador de sua reserva reguladora. Para o cálculo indicado anteriormente, foram consideradas as áreas de afloramento das unidades litoestratográficas do mapa disponível (item 3.1.4) e aquíferos associados, nas UHPs (item 3.1.6). A taxa de infiltração foi obtida na literatura (ANA, 2005, 2014a), considerando-se 4%

para litologias do Cristalino, 20% para aluviões (Q2a) e 10% para terrenos litorâneos (unidades geológicas Q2el, Q2pm, Q2li, Q1pr e Nb) - estes valores são relativamente pequenos se considerarmos outros estudos (como, por exemplo, de TUBBS FILHO et al., 2012). Os resultados obtidos de reserva reguladora por UHP são mostrados na Tabela 7.27, com total para a RH-VI de cerca de 16m^3/s.

Tabela 7.27 - Reserva reguladora estimada por Recarga Potencial Direta, por UHP.

Local	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total - RH-VI
Reserva reguladora - Rr (m³/s)	3,05	5,71	3,12	1,65	0,89	1,25	0,33	15,99

Para Disponibilidade explotável (Dex), foi considerado o Coeficiente de Sustentabilidade (CS) - ANA (2014a):

$$Dex = Rr * CS$$

Equação 7.1-10

Onde: Dex é a disponibilidade explotável; Rr é a reserva reguladora; e CS é o coeficiente de sustentabilidade, sendo 0,4 para os terrenos cristalinos e 0,2 para coberturas cenozoicas recentes (inclusive litorâneas).

Os resultados, assim obtidos, de reserva explotável por UHP são apresentados na Tabela 7.28, com total para a RH-VI de pouco mais de 6m^3/s.

Tabela 7.28 - Disponibilidade explotável (Dex) calculada por UHP.

Local	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total - RH-VI
Disponibilidade explotável - Dex (m³/s)	1,22	2,18	1,25	0,59	0,33	0,41	0,10	6,08

Adicionalmente, foi verificado, à luz da base geral de outorgas do INEA (considerando-se outorgas pelo uso de recurso hídrico e registros de usos insignificantes), o % utilizado por poços da disponibilidade explotável. Os resultados são apresentados na Tabela 7.29, que mostram valores de utilização de 0,1% a 7,7% das reservas reguladoras e de 0,2% a 23,4% da disponibilidade explotável, sendo os maiores valores nas UHPs VI-f (23,4%) e VI-f (17,8%). Atentar que tais valores referem-se estritamente a indicadores quantitativos, ou seja, não levam em consideração questões de qualidade das águas, as quais são tratadas no item 7.2.2.

Tabela 7.29 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por RPD) utilizados por poços (a partir da base geral de outorgas - INEA).

% uso (vs. base de outorgas)	VI-a	VI-b	VI-c	VI-d	VI-e	VI-f	VI-g	Total
Vazão total de poços - m^3/h	20,00	134,66	40,00	3,98	210,14	346,11	23,00	777,89
Vazão total de poços - m^3/s	0,006	0,037	0,011	0,001	0,058	0,096	0,006	0,216
% Res. Reguladora	0,2	0,7	0,4	0,1	6,6	7,7	1,9	1,4
% Disp. Explotável	0,5	1,7	0,9	0,2	17,8	23,4	6,3	3,6

Uma segunda abordagem foi efetuada utilizando-se as vazões mínimas estimadas neste Plano: Q7,10 e Q95% - neste caso, foram considerados: reserva reguladora como o próprio valor destas vazões; e Disponibilidade explotável como 50% delas. Os resultados são mostrados na Tabela 7.30, com valores maiores aos indicadores por RPD. Sabe-se que o Estado do RJ utiliza a Q95% como referência para disponibilidade hídrica (Resolução INEA nº 171/2019).

Tabela 7.30 - Reservas reguladora e da disponibilidade explotável estimados por vazões mínimas Q7,10 e Q95% (INEA, 2023).

UHP/Indicadores	Reserva reguladora (m^3/s)		Disponibilidade explotável (m^3/s)	
	Q 7,10	Q 95%	50% de Q 7,10	50% de Q 95%
VI-a	4,38	7,22	2,19	3,61
VI-b	5,73	9,44	2,87	4,72
VI-c	5,21	8,57	2,60	4,29
VI-d	3,29	5,41	1,64	2,71
VI-e	1,78	2,93	0,89	1,46
VI-f	4,81	7,91	2,40	3,96
VI-g	0,71	1,18	0,36	0,59
RH-VI	25,90	42,66	12,95	21,33

De forma análoga ao método por RPD, foi verificado o % de usos (considerando-se outorgas pelo uso de recurso hídrico e registros de usos insignificantes da base geral do INEA) em relação às estimativas de disponibilidade hídrica por vazões mínimas. Os resultados são apresentados na Tabela 7.31, que mostram valores de utilização de 0,02% a 3,29% das reservas reguladoras e de 0,04% a 6,57% da disponibilidade explotável, sendo os maiores valores nas UHPs VI-e e VI-f. Atentar novamente que tais valores referem-se estritamente a indicadores quantitativos, ou seja, não levam em consideração questões de qualidade das águas, as quais são tratadas no item 7.2.2.

Tabela 7.31 - Percentual da reserva reguladora e da disponibilidade explotável (via estimativa por vazões mínimas) utilizados por poços (a partir da base geral de outorgas - INEA).

UHP / Indicadores	Vazão total - outorgas (m^3/s)	% Reserva reguladora		% Disponibilidade explotável	
		Q 7,10	Q 95%	50% de Q 7,10	50% de Q 95%
VI-a	0,006	0,13	0,08	0,25	0,15
VI-b	0,037	0,65	0,40	1,31	0,79
VI-c	0,011	0,21	0,13	0,43	0,26
VI-d	0,001	0,03	0,02	0,07	0,04
VI-e	0,058	3,29	2,00	6,57	3,99
VI-f	0,096	2,00	1,21	4,00	2,43
VI-g	0,006	0,89	0,54	1,79	1,09
RH-VI	0,216	0,83	0,51	1,67	1,01

Os poços que o explotam água em porosidade de fraturas/fissuras estão concentrados na parte aflorante ou em subsuperfície (abaixo de terrenos sedimentares ou de porções cristalinas alteradas - manto de alteração) de rochas ígneas e metamórficas, com comportamento de aquífero livre a semiconfinado. Normalmente atingem maiores profundidades se comparados aos poços perfurados estritamente em porções sedimentares, mas limitadas, uma vez que a ocorrência de fraturas abertas ao fluxo da água, na maioria dos casos, tende a diminuir em níveis muito mais profundos (como acima de 100-200m). Sua produtividade (vazão e capacidade específica por poço) é normalmente baixa, mas variável, conforme dados apresentados anteriormente. Isso se deve à heterogeneidade destes terrenos, inclusive não é raro encontrar poços próximos entre si com vazões diferentes, devido à variação no número, tipo, abertura e conexão das fraturas. Sem conhecer a geologia local, com uso de técnicas diretas (mapeamento geológico-estrutural com finalidade hidrogeológica; sondagens/poços) e/ou indiretas (com uso de geofísica e geoprocessamento e), não é possível melhor o grau de previsibilidade ao sucesso e melhor dimensionamento de captações aos usos pretensos da água nestas situações.

O modelo conceitual básico de circulação nos terrenos cristalinos é apresentado na Figura 7.49 e Figura 7.50. Também interessante observar alguns afloramentos vistoriados em campo, que evidenciam a presença de fraturas - Figura 7.51 a Figura 7.54

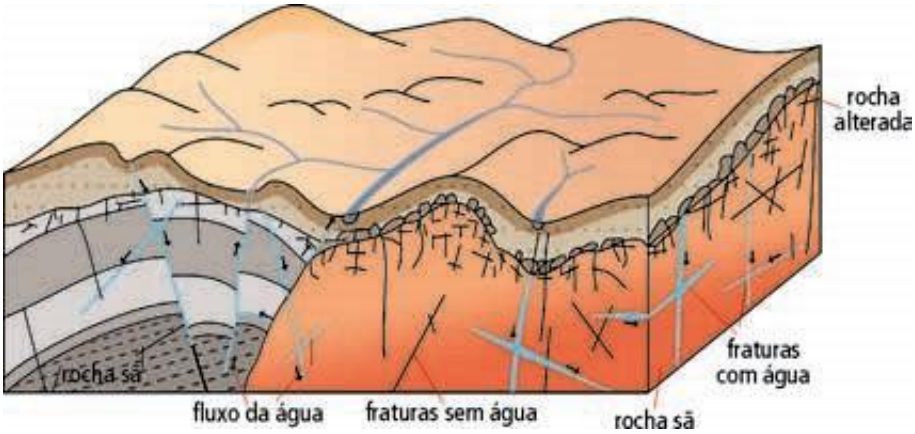


Figura 7.49 - Modelo conceitual básico de circulação dos aquíferos cristalinos (fraturados).
Fonte: IG-SMA (2014).

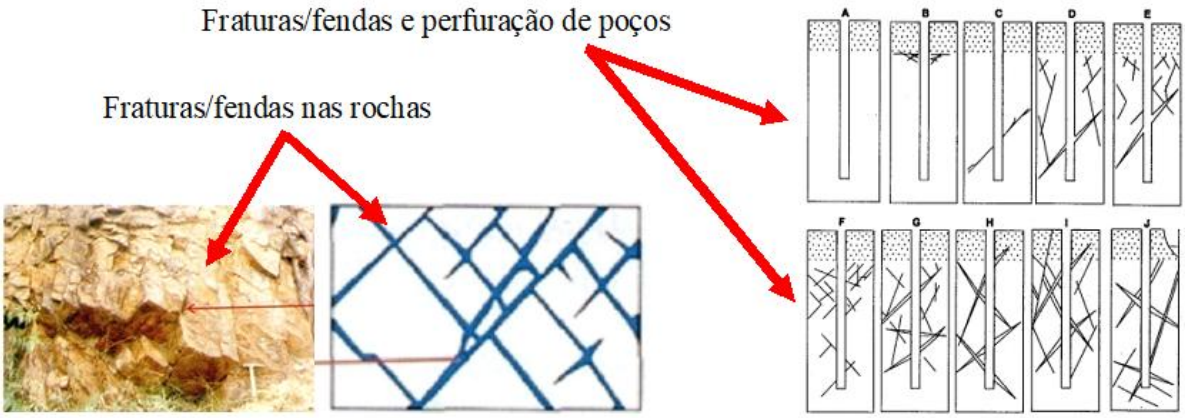


Figura 7.50 - Ocorrência de águas subterrâneas em meios fraturados (fissurais).
Fonte: CPRM (1997, 2008) e DAEE et al. (2005).

Figura 7.51 - Fraturamento em gnaisse (unidade NP3bp) - Praia da Lagoinha - Armação dos Búzios, UHP VI-g.

Figura 7.52 - Fraturas com gnaisses bandados dobrados (unidade PP3rl), com avanço de processos de erosão e alteração (esfoliaçãpo esferoidal), Ponta da Areia - São Pedro da Aldeia, UHP VI-f.

Figura 7.53 - Fraturamento em afloramento do Granito Silva Jardim (ε2γ5susj) - rodovia (BR-101) - UHP VI-c.

Figura 7.54 - Duas vistas de fraturas em afloramentos de costões rochosos com rochas gnáissicas (PP3rl) - arredores da igreja N.S. de Nazareth - Saquarema, UHP VI-f.

Quando se objetiva estimar de forma detalhada o potencial hidrogeológico de aquíferos fraturados, há a necessidade de execução de estudos de caracterização das estruturas presentes nas rochas que constituem tais aquíferos. Estas estruturas correspondem a superfícies frequentemente planares que, na maioria das vezes, se formam como resposta a esforços (pressões) aos quais a rocha é submetida. A posição espacial das estruturas presentes nas rochas é definida pela sua direção (orientação da horizontal do plano com relação ao norte) e seu mergulho (inclinação do plano com relação à horizontal). Na superfície do terreno, essas estruturas, sobretudo quando com mergulhos acentuados, apresentam-se como traços retilíneos ou ligeiramente curvos, denominados lineamentos (Figura 7.55), os quais são acompanhados por feições morfológicas (drenagens, quebras de relevo, topos de morros), identificáveis em fotos aéreas, ou imagens de satélite de sensores ópticos ou de radar, e amarrações em campo. Mapas de lineamentos são extremamente úteis para a caracterização das direções das principais estruturas presentes em uma dada área (adaptado de DAEE et al., 2005).

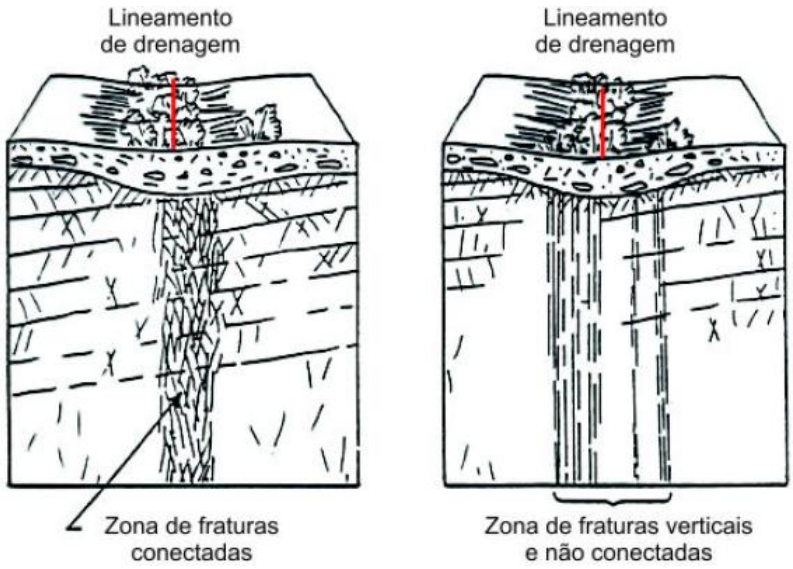


Figura 7.55 - Exemplo de lineamento formado por traço retilíneo de drenagem, associado a uma zona de fratura presente em subsuperfície. Notar que as zonas de fratura podem ser de vários tipos: em áreas não planas, somente fraturas com mergulho igual ou maior que 50° aparecem na superfície como lineamentos
Fonte: PARIZEK (1987) *apud* PARIZEK & GOLD (1994) *in* DAEE et al. (2005).

A elaboração de mapas de arcabouço geológico-estrutural, com a identificação dos principais lineamentos, é efetuada com a junção e interpretação integrada de levantamentos diversos, como geofísicos, uso de produtos de sensoriamento remoto, além de mapeamentos de campo da geologia. Sua aplicação à hidrogeologia leva em conta a análise da produtividade de poços (capacidade específica e vazão) em relação a certos fatores, como tipo de rocha, densidade e intersecção de lineamentos, distância dos lineamentos aos poços (além da correlação entre distribuição e frequência de lineamentos e produtividade dos poços) em relação a este arcabouço estrutural (DAEE et al., 2005; ATHAYDE et al., 2012; MADRUCCI et al., 2003, 2005; MMA, 2016; VIDAL et al., 2006). Tais estudos não existem, mas seriam necessários à melhoria do conhecimento dos terrenos cristalinos da RH-VI, que, nas porções mais interioranas, normalmente estão mais livres da ocorrência de problemas de salinidade elevada, são uma opção local como recurso hídrico, mas apresentam estas incertezas atreladas a sua intrínseca heterogeneidade.

Já os sistemas aquíferos sedimentares, incluindo porções litorâneas e de aluviões, são de porosidade intergranular, do tipo livre (a eventualmente semiconfinado), de área limitada a estes terrenos. Apresentam extensão em formato irregular/não contínuo, ocupando faixas estreitas, com largura variável, normalmente de poucos quilômetros ou até menores que isso.

As camadas de areia (melhores para a circulação das águas subterrâneas), entre camadas mais argilosas a siltosas, formam aquíferos lenticulares locais, e cada subdivisão pode ter regimes hidráulicos distintos e independentes. De forma análoga aos terrenos cristalinos, sem um melhor aprofundamento do conhecimento geológico de detalhe (e integração de dados interdisciplinares com uso de geotecnologias), não há como avançar na melhoria de previsibilidade da produtividade de poços.

A influência oceânica, típica nos terrenos litorâneos (costeiros), é marcada pela dinâmica de correntes oceânicas, variações de maré, presença regional ou local de canais e lagoas (ou lagunas), que podem causar avanço de águas mais salinas, e mesmo da própria cunha salina nos aquíferos. Por outro lado, sendo frequentemente terrenos arenosos, os tempos da recarga à descarga nestes aquíferos mais próximos à linha costeira são relativamente pequenos, o que pode ser observado pelo uso de isótopos e traçadores ambientais.

O modelo conceitual básico de circulação na parte sedimentar é representado na Figura 7.56 (também fica claro ao se observar os conteúdos e fotos do item 3.1.6). Incertezas e baixa produtividade podem se agravar, no caso de áreas mais sujeitas à ação da água do mar, quando do uso sem controle de poços, com falhas técnico-constritivas e/ou de proteção sanitária. À medida que se adentra ao interior, notadamente nas bacias dos rios São João, Capivari e Bacaxá, o comportamento como aquífero sedimentar tende a se aproximar mais do clássico modelo por porosidade intergranular, sem influência de elevada salinidade. Por outro lado, há certos detalhes que podem ocasionar variações locais, atreladas à dinâmica de processos hidrobiogeoquímicos ao longo do tempo geológico, além das transformações antrópicas (mais recentes); e, ainda, em menor escala, a influência de aerossol marinho e a consideração de que o nível do mar já esteve mais elevado que atualmente (indicações no item 3.1.6).

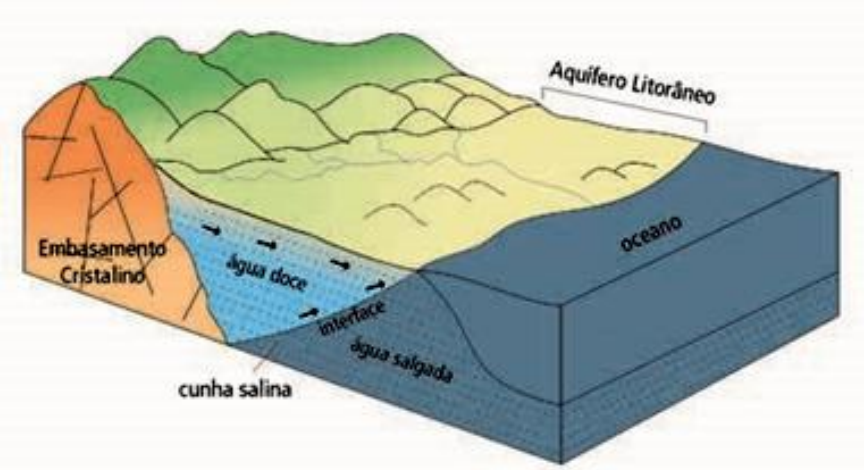


Figura 7.56 - Modelo conceitual básico de circulação de Sistemas Aquíferos Litorâneos.
Fonte: IG-SMA (2014).

O Modelo Conceitual de circulação das águas subterrâneas da RH-VI constitui-se, assim, na junção das "peças do quebra-cabeças", com a integração dos diversos levantamentos apresentados neste Diagnóstico, nos itens 3.1.4 (geologia), 3.1.6 (unidades aquíferas principais) e 7.1.2 (sobretudo a partir das bases de dados de poços), além de aspectos qualitativos, que serão abordados no item 7.2.2.

Há questões de gestão que ainda podem se aprimorar, como a qualidade das bases de dados de poços (muitos dados em branco ou não consistidos, inclusive de variáveis fundamentais, como aquíferos, profundidade de poço, níveis estático/dinâmico, capacidade específica etc.), informações sobre soluções alternativas (desatualização de bases de dados e estudos sobre pequenos poços tubulares, cacimbas e fontes) e estudos geológico-hidrogeológicos regionais/locais (faltam estudos de detalhe), além da possibilidade de falta de zelo técnico e de controle quando da instalação de poços (aspectos construtivos e de proteção sanitária).

Adicionalmente, atenção especial deve ser dada às áreas nos arredores do reservatório de Juturnaíba (manancial principal da RH-VI), pois os aquíferos locais, embora não haja dados e estudos específicos, mas certamente contribuem para sua manutenção (através de descarga local), em papel importante notadamente na época de estiagem (período de outono-inverno), podendo, ainda, ser essencial em situações de eventos extremos de escassez hídrica.

Outros registros fotográficos efetuados em campo são interessantes para auxiliar no entendimento dos aquíferos e águas subterrâneas do RH-VI (e no entendimento das realidades

hídricas regionais e locais): manto de intemperismo em terrenos cristalinos (Figura 7.57); aquífero sedimentar local em terrenos aluvionares (Figura 7.58); placas indicativas de oferecimento de serviços de perfuração de poços (Figura 7.59 e Figura 7.60); bairros periféricos sobre terrenos sedimentares costeiros, com presença de poços muitas vezes sem controle (Figura 7.61); situação do reservatório Juturnaíba e arredores, com diferentes realidades de cobertura do solo (Figura 7.62); registro de eventos chuvosos, que representam a principal fonte de recarga de aquíferos (Figura 7.64 e Figura 7.65); e existência de pequenas lagoas cujas características ainda demandam mais informações e estudos (Figura 7.66 a Figura 7.69).

Figura 7.57 - Manto de intemperismo (gnaisse alterado - PP3rl) - Silva Jardim, aprox. no limite entre UHPs VI-a e VI-c.

Figura 7.58 - Área montanhosa (NP3bp) e aluvião (parte sedimentar baixa - unidade Q2a) - Aldeia Velha, Silva Jardim/Casimiro de Abreu, UHP VI-b.

Figura 7.59 - Placa indicativa de perfuradores de poços - bairro Nova Califórnia, Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d).

Figura 7.60 - Placa indicativa de manutenção e perfuradores de poços - Baía Formosa, Armação dos Búzios (UHP VI-f).

Figura 7.61 - Bairro Nova Califórnia, Tamoios/Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d).

Figura 7.62 - Margens com pastagens (à esquerda) e vegetação arbórea (à direita) - arredores do res. Juturnaíba, limite UHPs VI-a/c.

Figura 7.63 - Chuva sobre os arredores do res. Juturnaíba, limite UHPs VI-a/c.

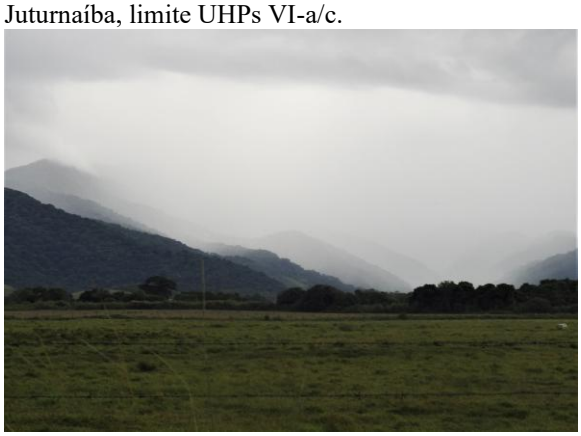


Figura 7.64 - Chuva sobre área montanhosa e aluviões do rio São João, UHP VI-a.

Figura 7.65 - Lagoa Pertolina (cota do nível d´água a cerca de 20-22m acima do nível do mar), situada entre a rodovia RJ-102 e a Praia de José Gonçalves (Armação dos Búzios), UHP VI-g.

Figura 7.66 - Lagoa da Ferradura (cota do nível d´água a cerca de 6m acima do nível do mar) - Armação dos Búzios, UHP VI-g.

Figura 7.67 - Lagoa da Usina (cota do nível d´água a cerca de 6m acima do nível do mar) - Armação dos Búzios, UHP VI-g.

Figura 7.68 - Lagoa da Lagoinha (cota do nível d´água a cerca de 16m acima do nível do mar) - Village dos Búzios, Arm. dos Búzios, UHP VI-g.

Figura 7.69 - Lagoas temporária (à esquerda) e perene (lagoa Deverdeus, à direita) - Dunas de Peró - Cabo Frio, UHP VI-g.

7.2 Qualidade das águas

Nesse capítulo será apresentado o detalhamento da avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da RH-VI.

7.2.1 Qualidade das águas superficiais

7.2.1.1 Síntese Metodológica

A avaliação da qualidade da água superficial na RH-IV foi conduzida considerando dados obtidos por programas de monitoramento existentes na região e estudos anteriores já realizados. Na sequência são apresentadas algumas premissas adotadas na análise.

A avaliação da qualidade utilizou as seguintes etapas em sua construção:

- Identificação de todos os pontos de monitoramento existentes em todos os programas de monitoramento avaliados;

- Avaliação dos parâmetros de qualidade monitorados em todos os programas de monitoramento avaliados;
- Definição dos parâmetros críticos para avaliação da qualidade da água na RH-VI, considerando suas especificidades, a saber: rios, lagos/lagoas, reservatórios e zonas costeiras;
- Avaliação de não-conformidades entre os parâmetros de qualidade da água monitorados e as classes preconizadas pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, salobras e salinas;
- Avaliação de indicadores de qualidade da água e estado trófico nos locais onde foram identificados monitoramentos de qualidade da água na RH-VI;
- Avaliação integrada da qualidade da água superficial na RH-VI;

7.2.1.1.1 Parâmetros prioritários para avaliação da qualidade da água

Os programas de monitoramento existentes possuem diversos parâmetros monitorados. Para priorizar a avaliação com base em usos e classes segundo a Resolução CONAMA 357/2005 e a alinhada a proposta de enquadramento que será gerada em produtos futuros, alguns parâmetros de qualidade serão considerados prioritários para a análise de qualidade da água. Esta etapa considera a rede de monitoramento existente, as características das bacias, os usos preponderantes, os usuários das águas, as condições bióticas e outras características relevantes para a bacia hidrográfica.

7.2.1.1.2 Classes da resolução CONAMA 357/2005

Para classificar a qualidade da água nos diferentes pontos de monitoramento existentes na RH-IV foi utilizada a classificação dos corpos d'água superficiais disponibilizados pela Resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros de qualidade da água foram analisados de maneira isolada, construindo para cada ponto de monitoramento e parâmetro monitorado uma classificação referente a estes limites de classe.

Para determinação da salinidade foram utilizados os dados coletados na rede de monitoramento. Os rios localizados nas UHPs E (Saquarema) e F (Araruama) não apresentaram dados de salinidade que permitissem seu enquadramento de acordo com as classes de salinidade

existentes na resolução CONAMA 357/2005 (a saber: Doce, Salobra ou Salina). Estes corpos hídricos superficiais lóticos foram considerados de água doce, considerando:

I. As características hidrológicas dos rios: mesmo com pequenas áreas de drenagem (alguns hectares) as condições hidráulicas apontam para um escoamento contínuo em direção as lagoas. Não foram identificadas água paradas (característica de remanso) e aumento súbito de nível (característica de refluxo) que permitam identificar um controle hidráulico de jusante devido a entrada de água das lagoas nos rios. Se há momentos de trocas de água onde as águas salinas das lagoas adentram seus rios afluentes, os dados e informações disponíveis são insuficientes para gerar conclusões concretas acerca disto.

II. Estudos hidrodinâmicos: Os estudos da COPPETEC para as lagoas de Saquarema (AZEVEDO, 2005) e Araruama (COPPETEC, 2020) indicam que a circulação hidrodinâmica nas lagoas ocorre de forma concentrada e próxima a sua conexão com o oceano atlântico, não apontando para recirculação que influencie os níveis ou o escoamento dos rios afluentes as lagoas. Nestes estudos, os rios foram adotados como corpos hídricos de água doce, sem contribuição de salinidade como condição de contorno afluente as lagoas. Esta idealização não impacto a calibração e simulação dos cenários desejados nos estudos.

Desta forma, uma vez que há lacuna de dados de salinidade nestes ambientes, e que os estudos disponibilizados pela região dão indícios de que não há impactos de refluxo ou remanso nestes corpos hídricos, a adoção deles como ambientes de água doce se apresenta como uma idealização adequada do ponto de vista hidrodinâmico e de qualidade da água.

As tabelas a seguir apresentam limites de classe para os parâmetros de qualidade da água avaliados.

Tabela 7.32 - 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

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
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 I: 0,1 mg/L; 0,020 mg/L, Classe II: 0,1 mg/L; 0,1 mg/L; Classe III: 0,15 mg/L; 0,05 mg/L; Classe IV: >0,15 mg/L; >0,05 mg/L.

Tabela 7.33 - 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

Tabela 7.34 - 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

7.2.1.1.3 Índice de Qualidade da Água - IQA-NSF

Existem diversos índices de qualidade da água que podem ser utilizados. Dentro eles, 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. A CETESB realizou uma adaptação dos parâmetros utilizados substituindo nitrato e fosfato, no estudo original, por nitrogênio total e fósforo total. A Figura 7.70 apresenta as curvas médias disponibilizadas pela CETESB para os parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, temperatura da água e sólidos totais. A adaptação realizada pela CETESB é utilizada atualmente como índice de qualidade da água da ANA.

O IQA-NSF adaptado pela CETESB é calculado utilizando a equação apresentada abaixo:

$$IQA - NSF = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Equação 7.2-1

Onde: IQA-NSF é o Índice de Qualidade das Águas, número que varia entre 0 e 100; qi é a qualidade do parâmetro analisado, número que varia entre 0 e 100, obtido da curva média mencionada a partir da concentração; wi é o peso correspondente ao parâmetro, número que varia entre 0 e 1, atribuído a cada parâmetro em função da sua importância para qualidade das águas.

Os pesos utilizados para cada parâmetro são apresentados na Tabela 7.35 e a classificação do IAQ-NSF final é apresentado na Tabela 7.36. Em locais onde apenas um dos parâmetros não foi observado, o peso relativo a este parâmetro foi re-distribuído igualmente entre os outros pesos disponíveis. Ressalta-se que a classificação de IQA apresentada é compatível com o utilizado pelo INEA na região.

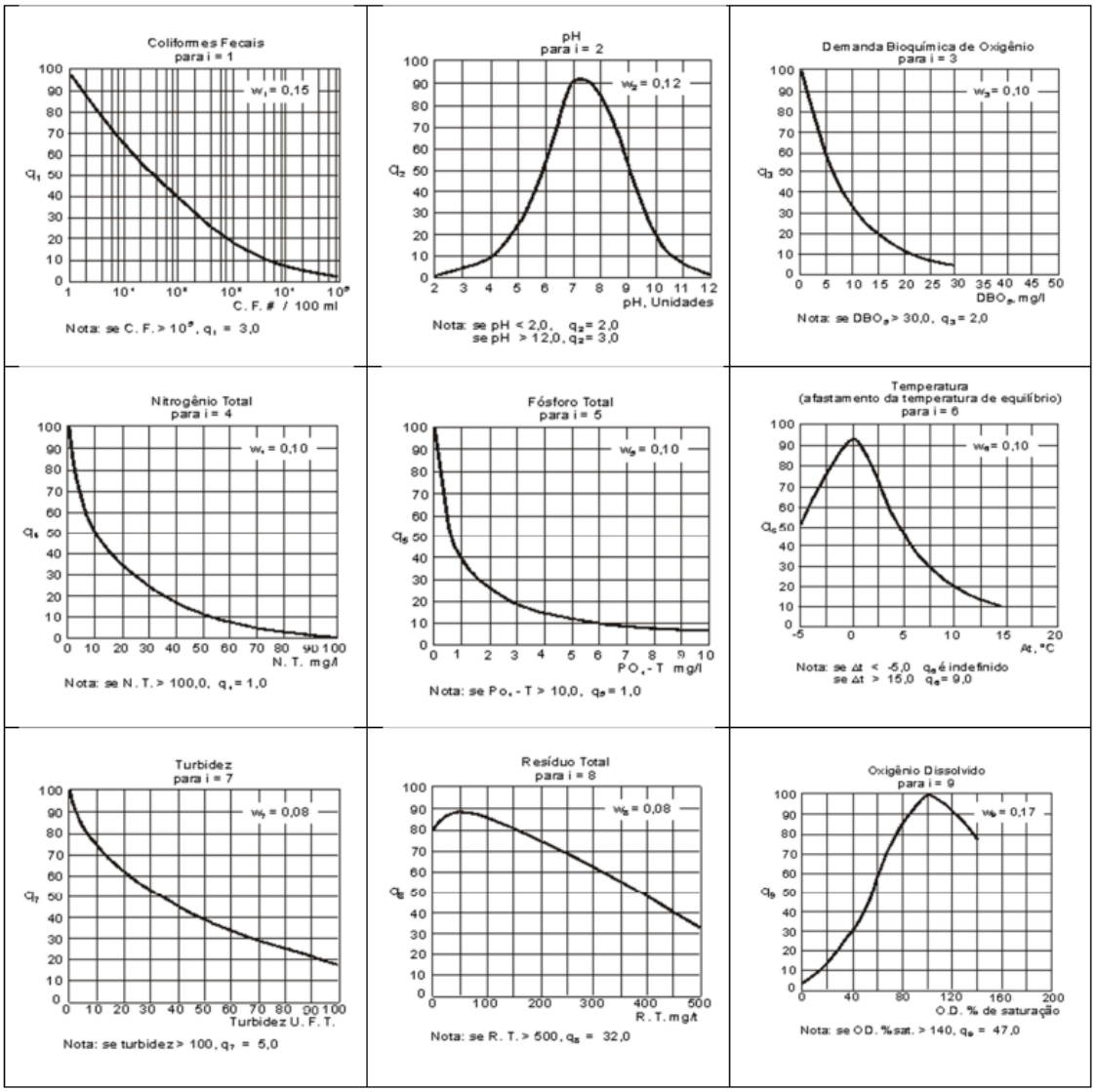


Figura 7.70 - Curvas médias de variação de qualidade das águas.
Fonte: Elaboradas pelo NSF e adaptados pela CETESB.

Tabela 7.35 - Pesos relativos a cada parâmetro de qualidade da água utilizado na construção do IQA-NSF.

Variáveis	Pesos relativos (wi)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
DBO5,20 (mg/L)	0,10
Fósforo total (mg/L)	0,10
Nitrogênio total (mg/L)	0,10
Turbidez (NUT)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08
Temperatura da Água (ºC)	0,10

Tabela 7.36 - Classificação do IQA-NSF com base nos valores obtidos pela construção do índice.

Faixa de IQA	Classificação qualidade da água
90 < IQA ≤ 100	Excelente
70 < IQA ≤ 90	Bom
50 < IQA ≤ 70	Médio
25 < IQA ≤ 50	Ruim
0 < IQA ≤ 25	Muito Ruim

7.2.1.1.4 Índices de Estado Trófico - IET

O índice de estado trófico classifica corpos d'água a partir do seu grau de trofia, avaliando quanto a qualidade da água quanto ao enriquecimento de nutrientes e seus impactos sobre o crescimento de algas e macrófitas aquáticas. O IET utilizado para analisar os reservatórios e lagoas existentes na RH-VI será o índice publicado por Lamparelli (2004). O IET é calculado para Clorofila-a e Fósforo Total e posteriormente é calculada uma média entre os dois resultados para gerar o IET final. As equações abaixo apresentam a construção destes índices. A Tabela 7.37 apresenta a conclusão que pode ser tomada com base nos resultados obtidos.

$$IET(Cla) = 10x\left(6 - \frac{(0{,}92 - 0{,}34x(\ln Cla))}{\ln 2}\right)$$

Equação 7.2-2

$$IET(PT) = 10x\left(6 - \frac{(1{,}77 - 0{,}42x(\ln PT))}{\ln 2}\right)$$

Equação 7.2-3

Onde Cla é a concentração de Clorofila-a medida, em µg/L; e PT é a concentração de Fósforo Total medida, em µg/L.

Tabela 7.37 - Classificação dos resultados obtidos pelo IET.

Faixa do IET	Classificação da Qualidade	Características dos corpos d'água
IET ≤ 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET ≤ 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET ≤ 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.

Faixa do IET	Classificação da Qualidade	Características dos corpos d'água
59 < IET ≤ 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET ≤ 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
IET > 70	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

7.2.1.2 Dados disponíveis

A Tabela 7.38 apresenta um resumo dos pontos de monitoramento identificados na RH-VI e disponíveis para análise. A localização dos pontos em mapa é apresentada na Figura 7.71. Cada ponto de monitoramento apresenta um conjunto de parâmetros de qualidade da água que é monitorado e que são apresentados no conjunto de dados.

Avaliando a série histórica dos dados levantados, percebeu-se a sobreposição de dados divulgados em diferentes bancos das operadoras, além disso, identificou-se, em alguns casos, que os períodos de dados disponíveis se complementavam. Por isso foi realizado um agrupamento de pontos com base na sua localização geográfica para garantir a adequada avaliação da qualidade do corpo hídrico. Um resumo dos parâmetros com dados disponíveis para cada grupo é apresentado na Tabela 7.39. Tais informações dizem respeito aos grupos formados por pontos em ambientes lóticos (1 ao 30) e não considera os grupos formados por pontos localizados em ambientes lênticos (31 ao 46). Este quadro resume os grupos onde há disponibilidade de todos os parâmetros que são utilizandos no cálculo do IQA, e indica o número de parâmetros faltantes para cada grupo. Caso faltem mais de 2 parâmetros, o cálculo de IQA para aquele grupo é inviabilizado.

Tabela 7.38 - Pontos de monitoramento identificados na RH-VI.

ID Ponto	ID Agrupado	UHP	Corpo Hídrico	Responsável/Operadora	Regime	Salinidade	Latitude	Longitude
P1	Araruama41	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87217	-42,05333
P2	Una 15	VI-d	Rio Una	PROLAGOS	Lótico	Salina	-22,71061	-42,05189
P3	Araruama 42	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,86422	-42,05222
P4	Araruama 41	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,88233	-42,06383
P5	Araruama 39	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87297	-42,13681
P6	Araruama 42	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87561	-42,04083
P7	Araruama 42	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87278	-42,04611
P8	Araruama 36	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,84756	-42,22906
P9	Araruama 36	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,84614	-42,22839
P10	Araruama 36	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,83969	-42,22008
P11	Araruama 41	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87217	-42,05333
P12	Araruama 39	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,84342	-42,11817
P13	Araruama 39	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,84914	-42,12675
P14	Araruama 31	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,84217	-42,10519
P15	Araruama 32	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,90288	-42,36768
P16	Araruama 34	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,89300	-42,33210
P17	Araruama 35	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87732	-42,29733
P18	Araruama 36	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,88990	-42,25407
P19	Araruama 39	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,87750	-42,19408
P20	Araruama 38	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,85415	-42,12492
P21	Araruama 40	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,91568	-42,11057
P22	Araruama 42	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,86037	-42,07713
P23	Araruama 43	VI-f:	Araruama	PROLAGOS	Lêntico	Salina	-22,86662	-42,03763
P24	Juturnaíba 45	VI-a	Represa Juturnaíba	SISAGUA	Lêntico	Doce	-22,88775	-42,01082
P25	São João 1	VI-a	São João	Águas de Juturnaíba	Lótico	Doce	-22,63553	-42,29977

ID Ponto	ID Agrupado	UHP	Corpo Hídrico	Responsável/Operadora	Regime	Salinidade	Latitude	Longitude
P26	Capivari 11	VI-c	Rio Capivari	Águas de Juturnaíba	Lótico	Doce	-22,56456	-42,36378
P27	Capivari 12	VI-c	Rio Capivari	Águas de Juturnaíba	Lótico	Doce	-22,64272	-42,40019
P28	Juturnaíba 46	VI-a	Represa Juturnaíba	Águas de Juturnaíba	Lêntico	Doce	-22,64278	-42,39825
P29	Bacaxá 13	VI-c	Rio Bacaxá	INEA	Lótico	Doce	-22,61793	-42,27263
P30	Capivari 11	VI-c	Rio Capivari	INEA	Lótico	Doce	-22,71239	-42,36016
P31	São João 1	VI-a	São João	INEA	Lótico	Doce	-22,64269	-42,40018
P32	São João 2	VI-a	São João	INEA	Lótico	Doce	-22,56471	-42,36383
P33	Una 16	VI-d	Rio Una	INEA	Lótico	Salina	-22,58784	-42,26661
P34	Ibicuíba 27	VI-f	Rio Ibicuíba	INEA	Lótico	Doce	-22,71772	-42,02142
P35	Limão 28	VI-f	Rio do Limão	INEA	Lótico	Doce	-22,88068	-42,39251
P36	Salgado29	VI-f	Rio Salgado	INEA	Lótico	Doce	-22,86480	-42,33657
P37	Piriri 30	VI-f	Rio Piriri	INEA	Lótico	Doce	-22,86781	-42,28875
P38	Grande de Jaconé 18	VI-e	Rio Grande de Jaconé	INEA	Lótico	Doce	-22,83731	-42,13889
P39	Jundiaí 19	VI-e	Rio Jundiaí	INEA	Lótico	Doce	-22,91580	-42,63932
P40	Areia 20	VI-e	Rio da Areia	INEA	Lótico	Doce	-22,85515	-42,56529
P41	Roncador 17	VI-e	Rio Roncador	INEA	Lótico	Doce	-22,90337	-42,48356
P42	Seco 21	VI-e	Rio Seco	INEA	Lótico	Doce	-22,88533	-42,60566
P43	Tingui 22	VI-e	Rio Tingui	INEA	Lótico	Doce	-22,85754	-42,51197
P44	Araruama 31	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,85404	-42,58657
P45	Araruama 31	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,89023	-42,37869
P46	Araruama 32	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,91313	-42,36169
P47	Araruama 32	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,89665	-42,34272
P48	Araruama 33	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,89338	-42,32369
P49	Araruama 34	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,91375	-42,30093

ID Ponto	ID Agrupado	UHP	Corpo Hídrico	Responsável/Operadora	Regime	Salinidade	Latitude	Longitude
P50	Araruama 34	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,87294	-42,29863
P51	Araruama 35	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,88489	-42,27934
P52	Araruama 36	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,90572	-42,24584
P53	Araruama 36	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,85746	-42,21194
P54	Araruama 37	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,88178	-42,21992
P55	Araruama 36	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,92925	-42,17173
P56	Araruama 38	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,87760	-42,16217
P57	Araruama 38	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,89953	-42,13039
P58	Araruama 38	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,92097	-42,10041
P59	Araruama 39	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,93102	-42,11746
P60	Araruama 39	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,86511	-42,13683
P61	Araruama 40	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,83744	-42,11295
P62	Araruama 40	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,86741	-42,10686
P63	Araruama 41	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,86367	-42,09046
P64	Araruama 42	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,88063	-42,05772
P65	Araruama 42	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,86662	-42,04838
P66	Araruama 42	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,87180	-42,04240
P67	Araruama 43	VI-f	Araruama	INEA	Lêntico	Salina	-22,86808	-42,03213
P69	Saquarema 23	VI-e	Saquarema	INEA	Lêntico	Salina	-22,87598	-42,00385
P70	Saquarema 23	VI-e	Saquarema	INEA	Lêntico	Salina	-22,91944	-42,49583
P71	Saquarema 24	VI-e	Saquarema	INEA	Lêntico	Salobra	-22,91949	-42,51101
P72	Saquarema 25	VI-e	Saquarema	INEA	Lêntico	Salobra	-22,91722	-42,53611
P73	Saquarema 25	VI-e	Saquarema	INEA	Lêntico	Salobra	-22,91306	-42,57444
P74	Jacarepiá 44	VI-f	Lagoa de Jacarepiá	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,92555	-42,58298

ID Ponto	ID Agrupado	UHP	Corpo Hídrico	Responsável/Operadora	Regime	Salinidade	Latitude	Longitude
P75	Saquarema 24	VI-e	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,91874	-42,42892
P76	Saquarema 23	VI-e	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salina	-22,91034	-42,53422
P77	Saquarema 23	VI-e	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salina	-22,91327	-42,49436
P78	Indaiaçu 6	VI-b	Indaiaçu	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,92312	-42,49023
P79	São João 8	VI-b	São João	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,55531	-42,18724
P80	São João 7	VI-b	São João	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,55669	-42,14197
P81	São João 9	VI-b	São João	CBHLSJ	Lótico	Salobra	-22,55811	-42,15459
P82	Roncador 17	VI-e	Rio Roncador	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,56152	-42,03759
P83	Roncador 17	VI-e	Rio Roncador	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,88547	-42,60565
P84	Jacarepiá 44	VI-f	Lagoa de Jacarepiá	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,88230	-42,62398
P85	Indaiaçu 3	VI-b	Indaiaçu	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,91499	-42,42617
P86	Indaiaçu 4	VI-b	Indaiaçu	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,47054	-42,20511
P87	Indaiaçu 5	VI-b	Indaiaçu	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,48348	-42,19074
P88	São João 1	VI-a	São João	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,50194	-42,19693
P89	Capivari 11	VI-c	Rio Capivari	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,56468	-42,36380
P90	Capivari 14	VI-c	Rio Capivari	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,64259	-42,40025
P91	Bacaxá 13	VI-c	Rio Bacaxá	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,64671	-42,37663
P92	Juturnaíba 45	VI-a	Represa Juturnaíba	CBHLSJ	Lêntico	Doce	-22,71237	-42,36033
P93	Jacarepiá 44	VI-f	Lagoa de Jacarepiá	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,64078	-42,30038
P94	São João 10	VI-b	São João	CBHLSJ	Lótico	Salobra	-22,91414	-42,43055
P95	Jaconé 26	VI-e	Jaconé	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,59588	-41,99616
P96	Jaconé 26	VI-e	Jaconé	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,93342	-42,65095
P97	Jaconé 26	VI-e	Jaconé	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,92620	-42,64533
P98	Saquarema 23	VI-e	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salina	-22,93150	-42,63555

ID Ponto	ID Agrupado	UHP	Corpo Hídrico	Responsável/Operadora	Regime	Salinidade	Latitude	Longitude
P99	Saquarema 25	VI-f	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,92624	-42,49818
P100	Saquarema 25	VI-e	Saquarema	CBHLSJ	Lêntico	Salobra	-22,92400	-42,58547
P101	São João 10	VI-b	São João	CBHLSJ	Lótico	Salobra	-22,89551	-42,57047
P102	São João 1	VI-a	São João	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,59475	-41,99551
P103	Capivari 11	VI-c	Rio Capivari	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,56468	-42,36380
P104	Bacaxá 13	VI-c	Rio Bacaxá	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,64259	-42,40025
P105	Capivari 14	VI-c	Rio Capivari	CBHLSJ	Lótico	Doce	-22,71237	-42,36033
P106	Capivari 11	VI-c	Rio Capivari	Águas de Juturnaíba	Lótico	Doce	-22,64671	-42,37663

Tabela 7.39 - Parâmetros disponíveis por grupos de monitoramento identificados na RH-VI.

ID Agrupado	Coliformes Termo (org/100mL)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Sólidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	Turbidez (uT)	Número de parâmetros indisponíveis
1										0
2										0
3										2
4										2
5										2
6										2
7										2
8										2
9										2
10										2
11										0
12										3
13										0
14										2
15										4
16										0
17										0
18										0
19										0
20										0
21										0
22										0
23										1
24										1

ID Agrupado	Coliformes Termo (org/100mL)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Nitrogênio Total (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Sólidos Totais (mg/L)	Temperatura (°C)	Turbidez (uT)	Número de parâmetros indisponíveis
25										1
26										1
27										0
28										0
29										0
30										0

Nota: Em verde, parâmetros disponíveis; em vermelho, parâmetros indisponíveis.

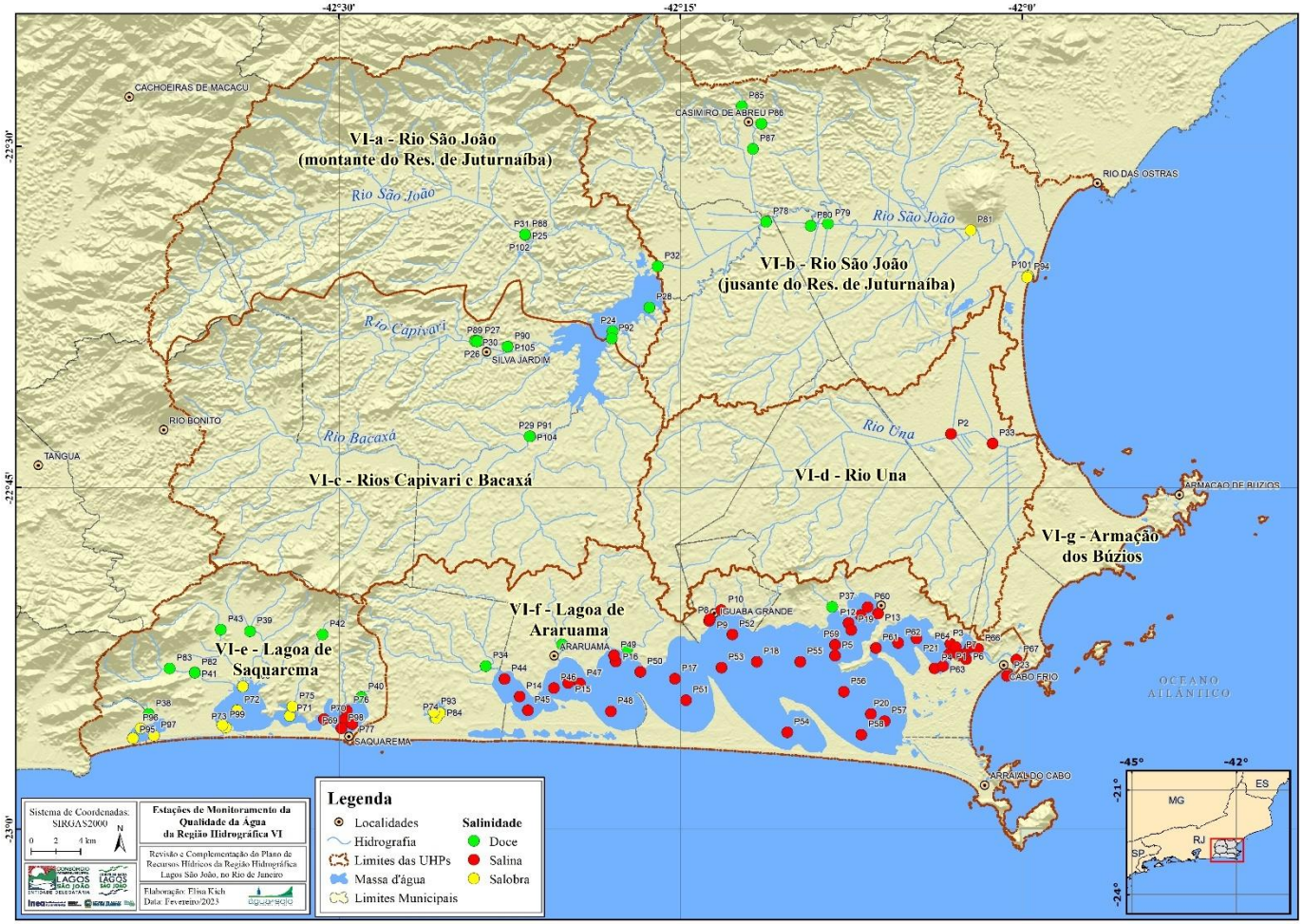


Figura 7.71 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3 Avaliação da qualidade da água superficial

Para cada UHP delimitada na RH-VI foram analisados os parâmetros de qualidade da água confrontados com classes de enquadramento 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.

7.2.1.3.1 UHP VI-a: Rio São João Montante

A UHP VI-a apresenta quatro grupos de pontos, dois em ambiente lótico e dois em ambiente lêntico. Abaixo é apresentado um resumo dos grupos e pontos, assim como do período de dados. A Figura 7.72 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados subdivididos em ambiente lótico e lêntico.

Tabela 7.40 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
São João 1	P25, P31, P88, P102	Lótico	Doce	11/05/2011	01/10/2022
São João 2	P32	Lótico	Doce	03/10/2012	30/01/2020
Juturnaíba 45	P24, P92	Lêntico	Doce	26/02/2014	05/01/2023
Juturnaíba 46	P28	Lêntico	Doce	01/12/2020	01/10/2022

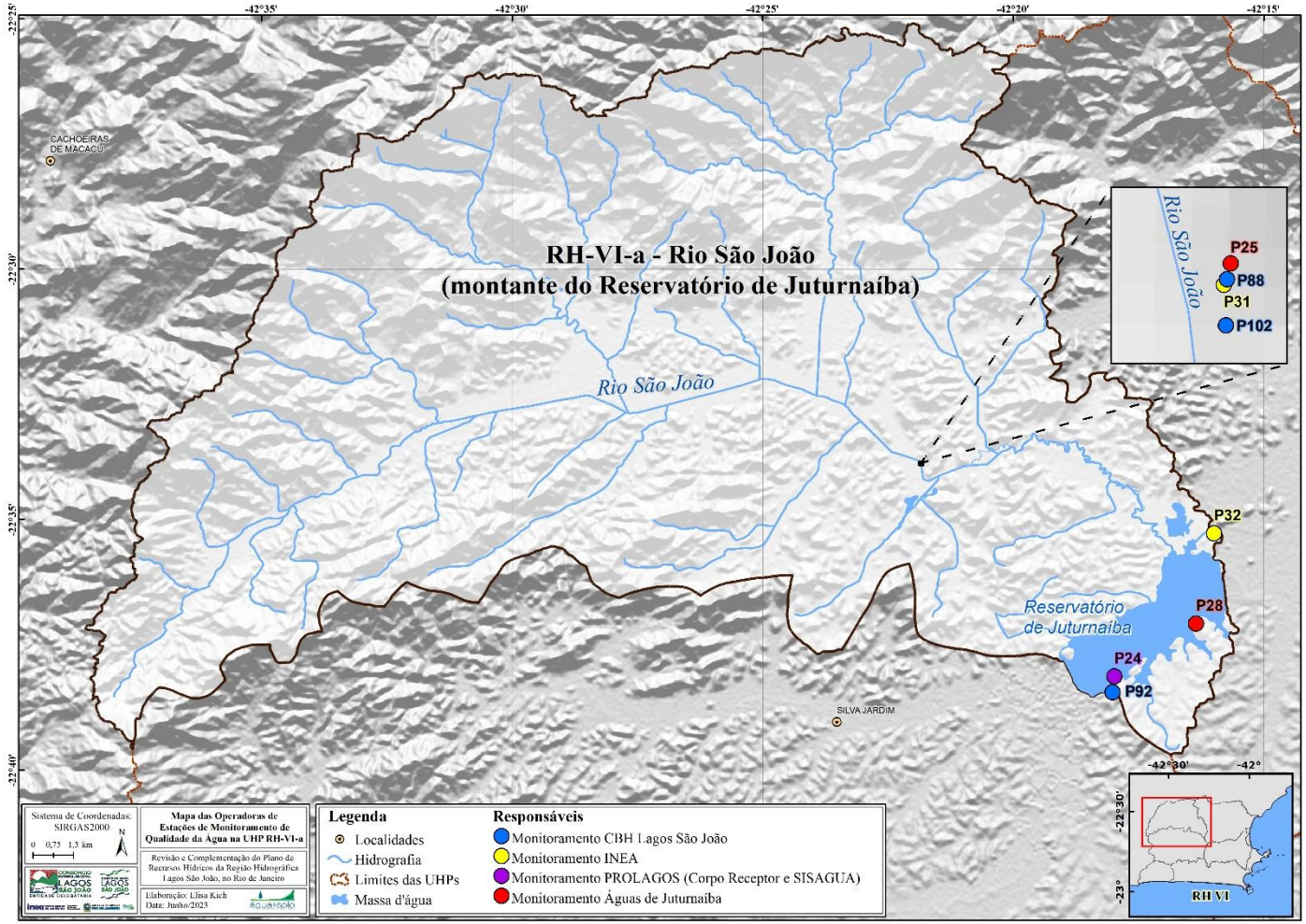


Figura 7.72 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.1.1 Ambientes lóticos

O único rio analisado nesta UHP foi o rio São João, em seu trecho a montante do reservatório de Juturnaíba. O conjunto de dados de monitoramento de qualidade da água utilizado é operado pelo INEA, CBHLSJ e Águas de Juturnaíba.

7.2.1.3.1.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

A análise de coliformes termotolerantes (CT) indicou boas condições de qualidade da água na maior parte do tempo, apresentando predominância a corpos hídricos de água doce de Classes I e II (Figura 7.73). As séries temporais dos pontos de monitoramento indicam poucos momentos com valores mais altos de CT, sem uma recorrência significativa.

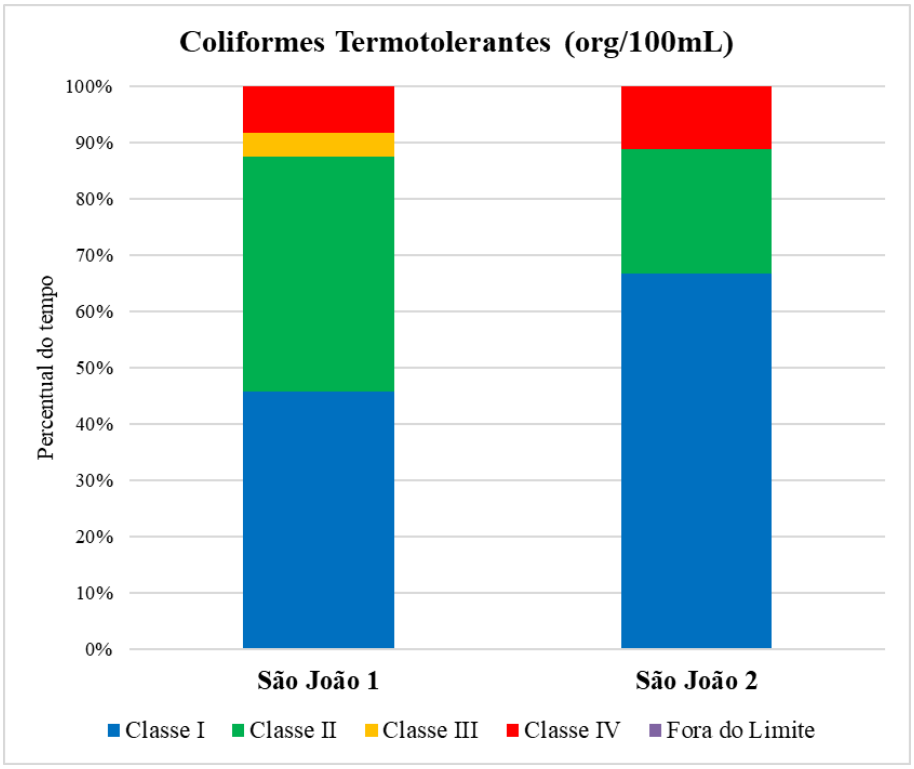


Figura 7.73 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

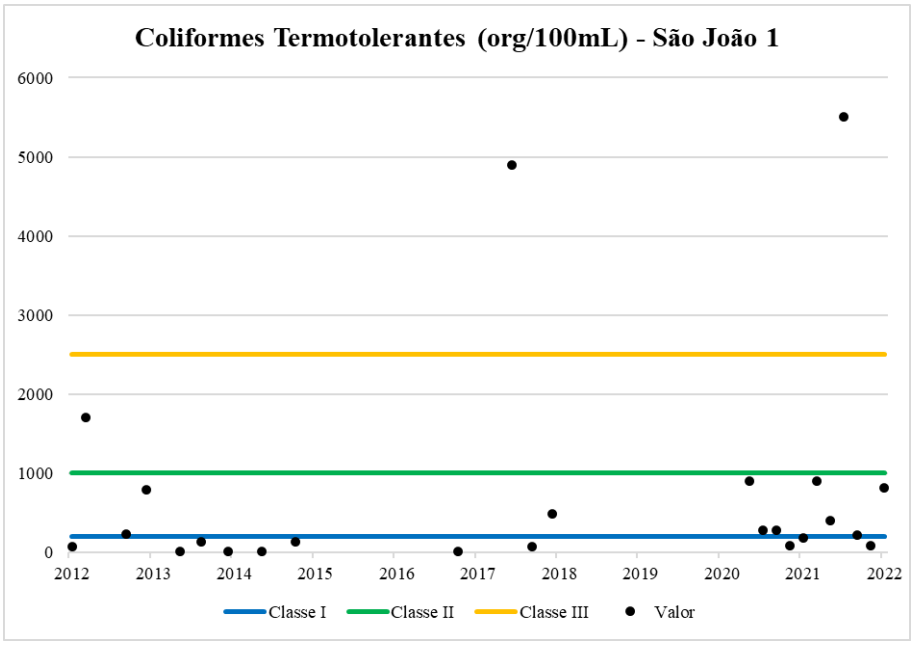


Figura 7.74 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes (São João 1) nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

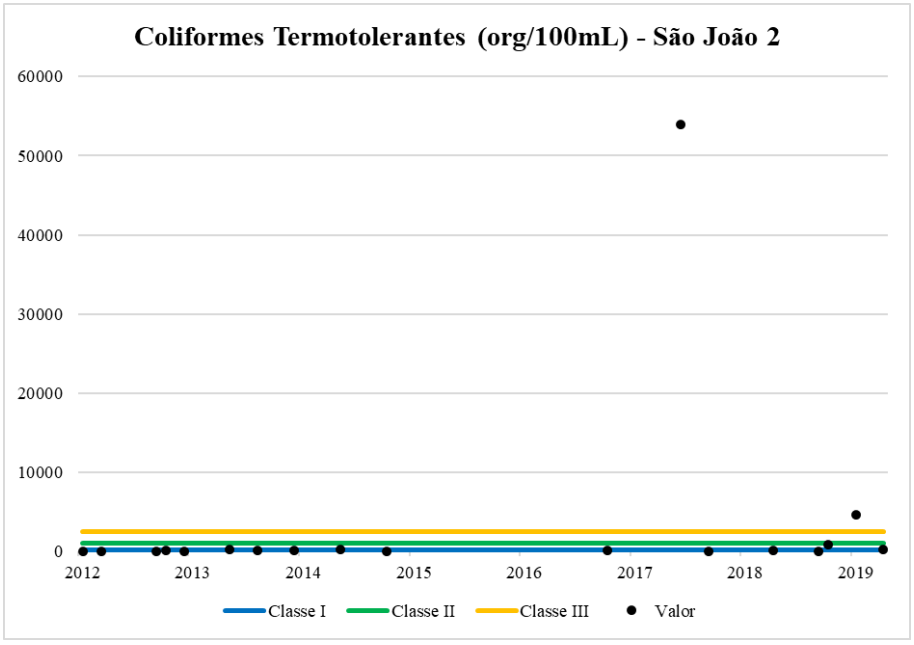


Figura 7.75 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes (São João 2) nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no rio São João apresentam maior de frequência na Classe IV nas imediações do reservatório de Juturnaíba (Figura 7.76). Ressalta-se que os monitoramentos mais recentes no agrupamento Rio São João 2 corroboram os valores mais altos deste ponto (Figura 7.78 e Figura 7.77).

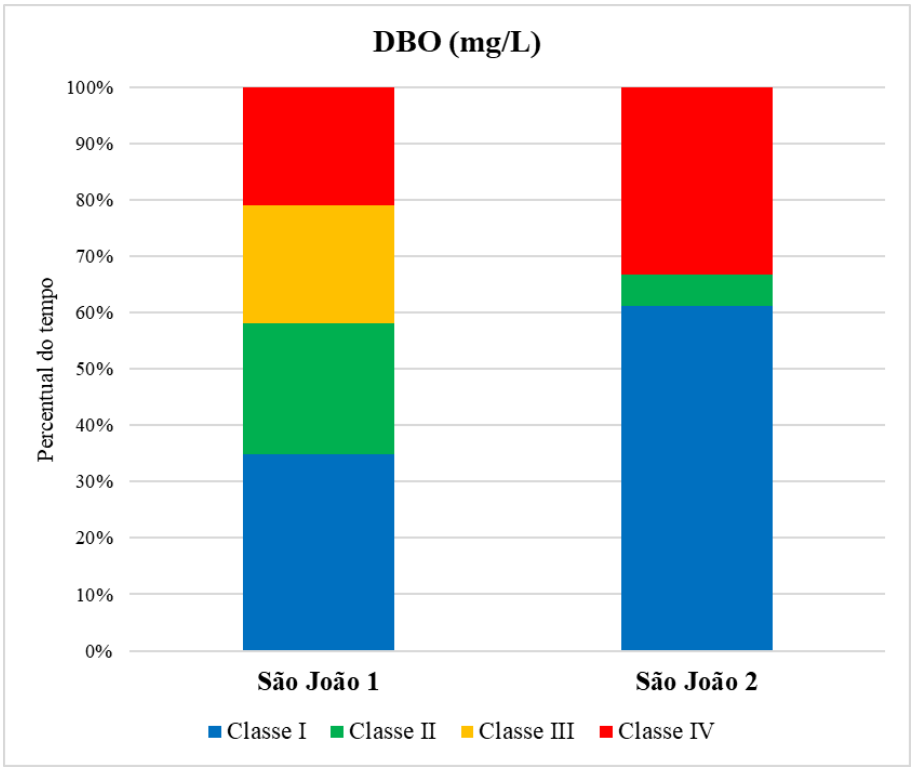


Figura 7.76 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

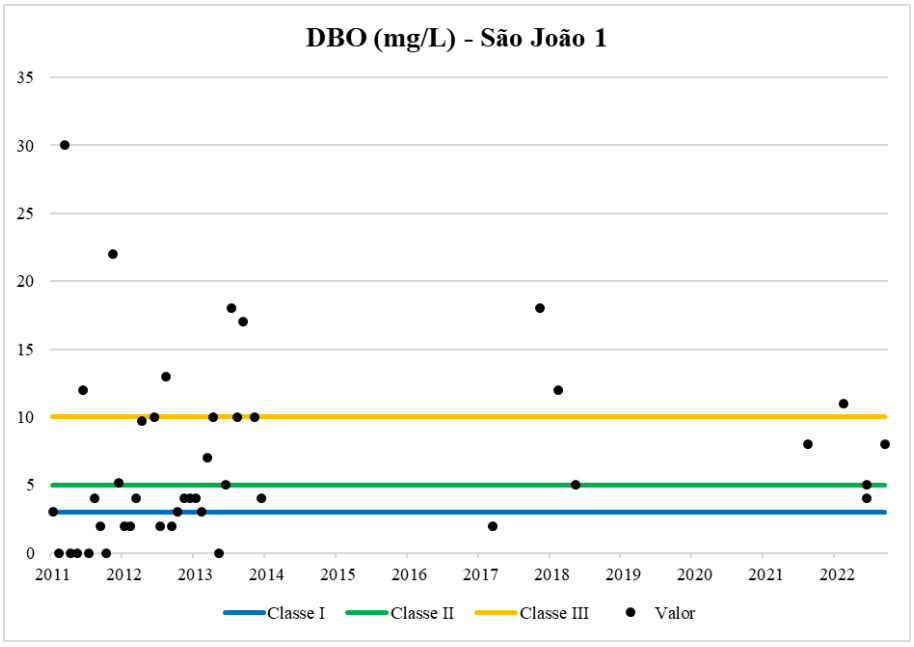


Figura 7.77 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 1.

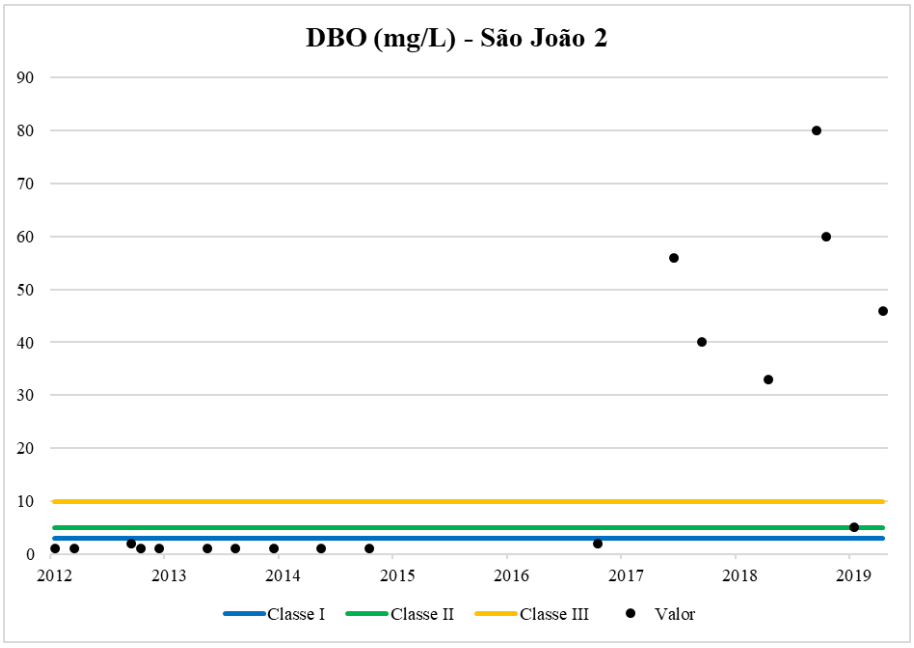


Figura 7.78 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 2.

FÓSFORO TOTAL

O parâmetro Fósforo Total apresentou boas condições de qualidade da água na maior parte do tempo, com concentrações compatíveis com corpos hídricos de água doce de Classe I (Figura 7.79). A análise da série temporal dos dados demonstra que foram observados picos para o agrupamento São João 1 durante o início do monitoramento, já para o agrupamento São João 2, foi observado apenas um pico durante o ano de 2018 (Figura 7.80 e Figura 7.81).

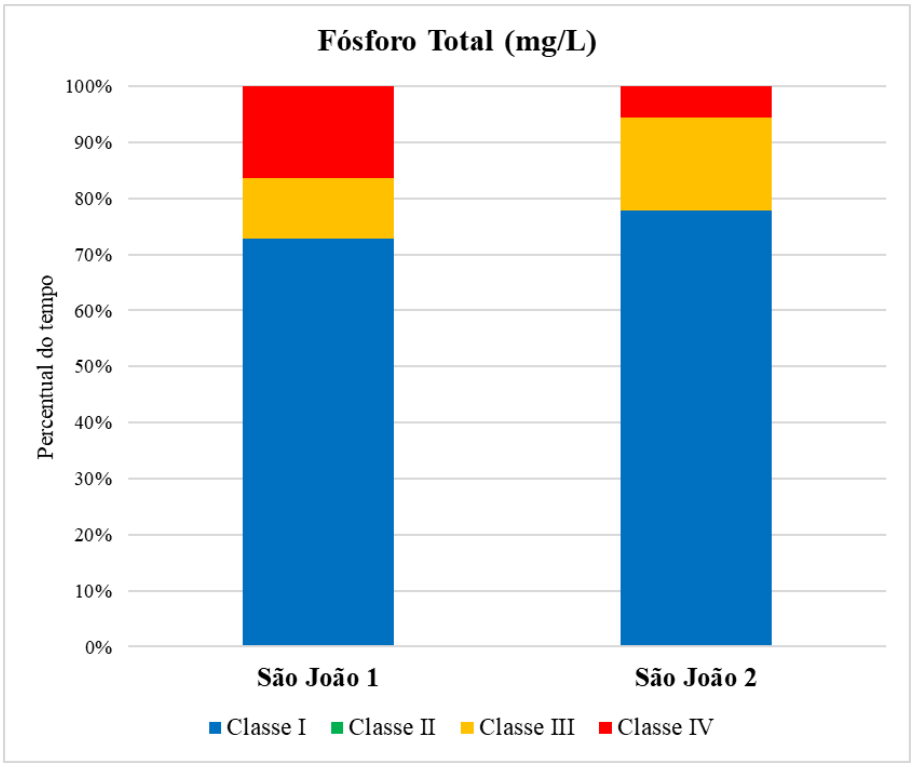


Figura 7.79 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total grupo São João 1.

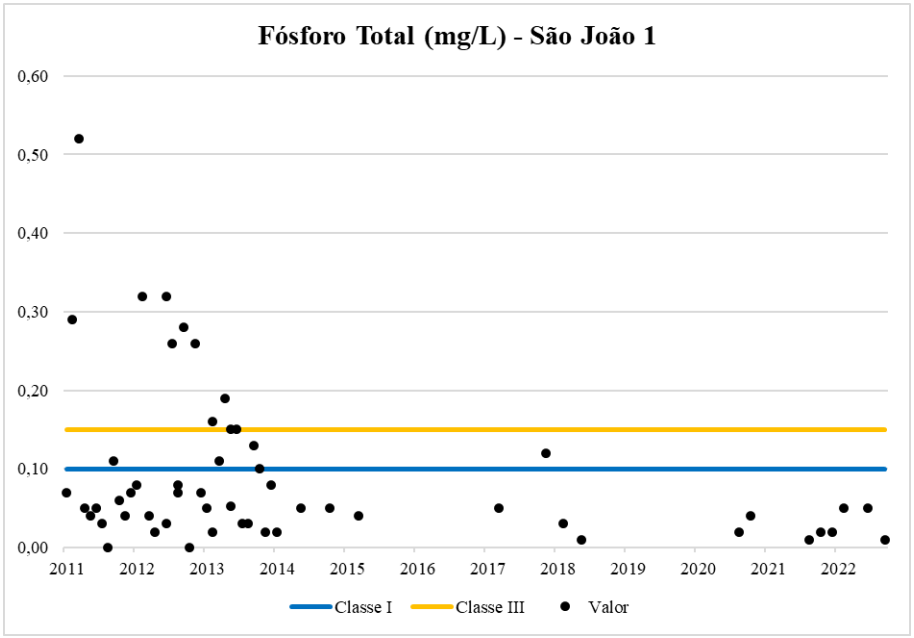


Figura 7.80 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 2.

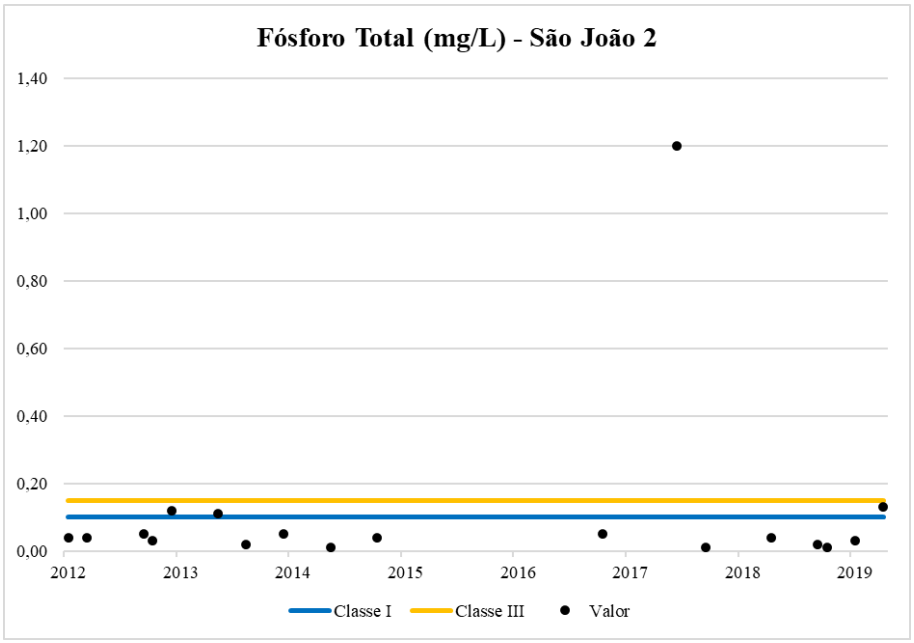


Figura 7.81 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O Oxigênio Dissolvido apresentou variações entre os pontos de monitoramento analisados. Observa-se uma transição de concentrações compatíveis com corpos hídricos de água doce de Classes I, II, III e IV. Há predominância da Classe I nos pontos observados. A série temporal é apresentada na Figura 7.83 e Figura 7.84.

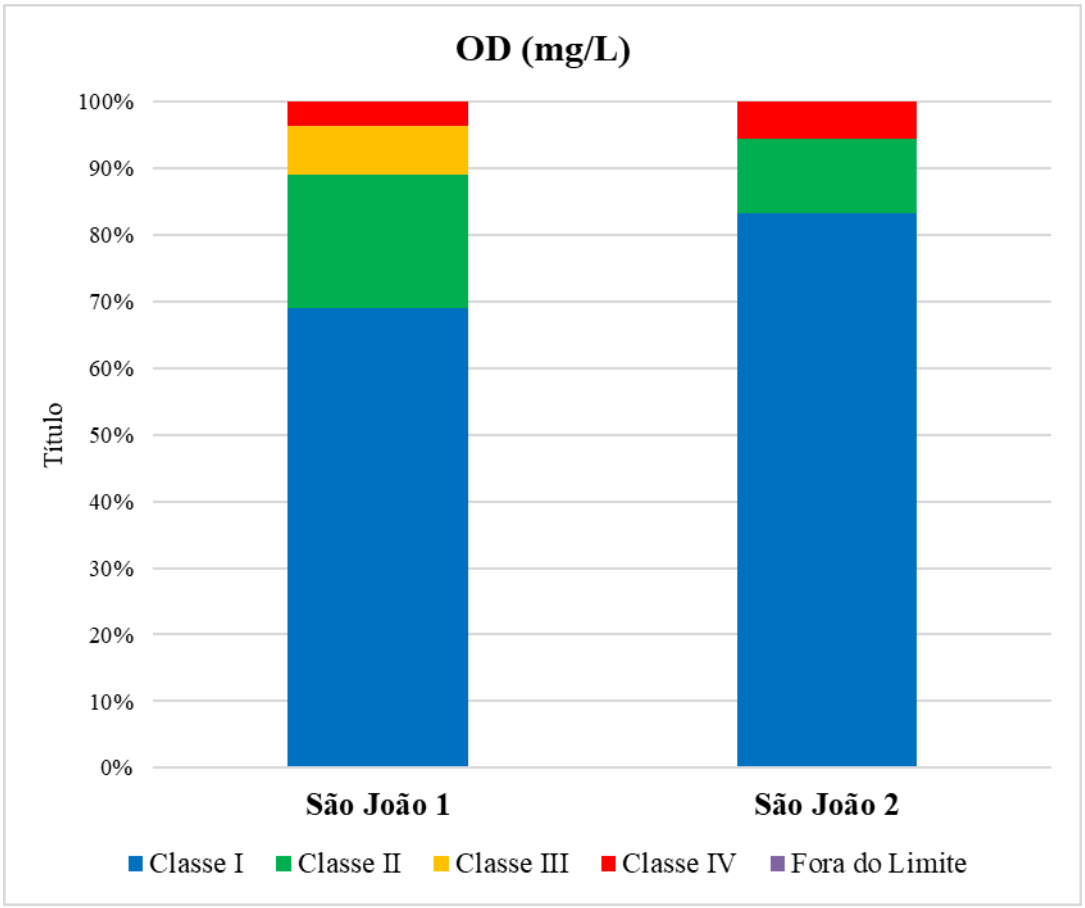


Figura 7.82 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-a.

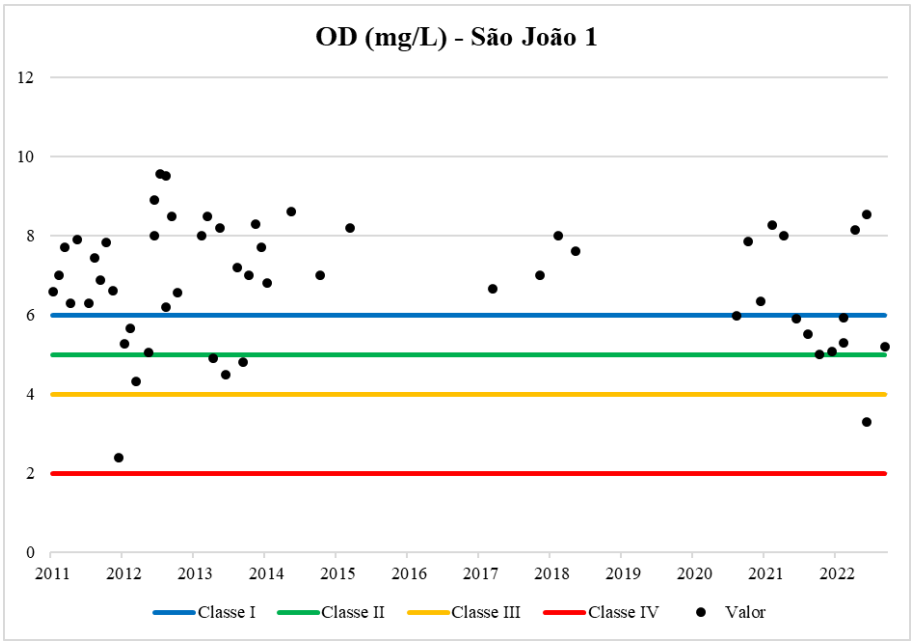


Figura 7.83 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 1.

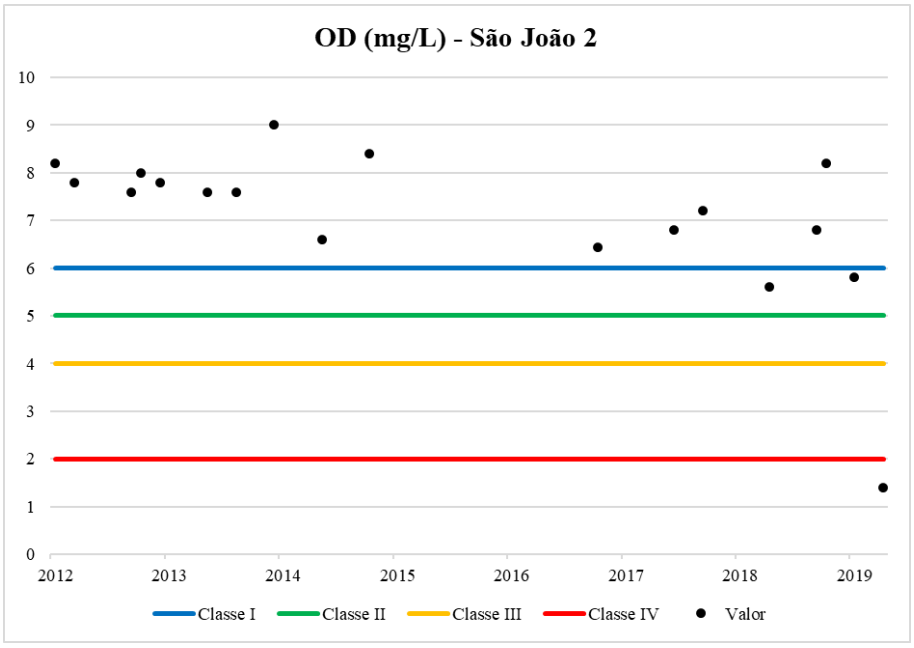


Figura 7.84 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupos São João 2.

TURBIDEZ

Os dados de Turbidez foram classificados com predominância em corpos hídricos de água doce de Classe I (Figura 7.85). As séries temporais indicam poucas variações, exceto por um pico de turbidez isolado observado no ponto P2 (Figura 7.86 e Figura 7.87).

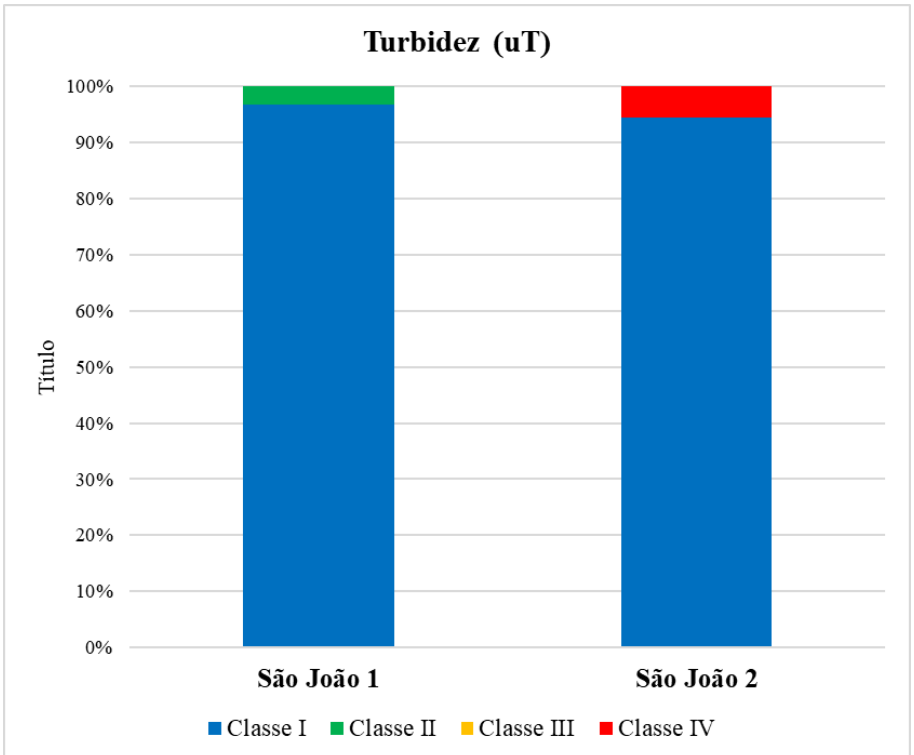


Figura 7.85 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHPVI-a.

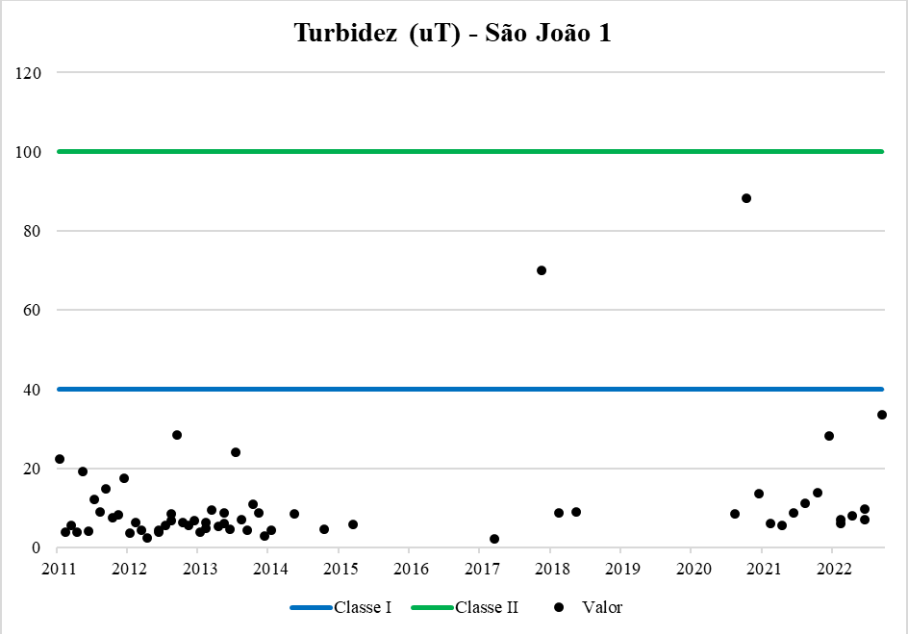


Figura 7.86 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 1.

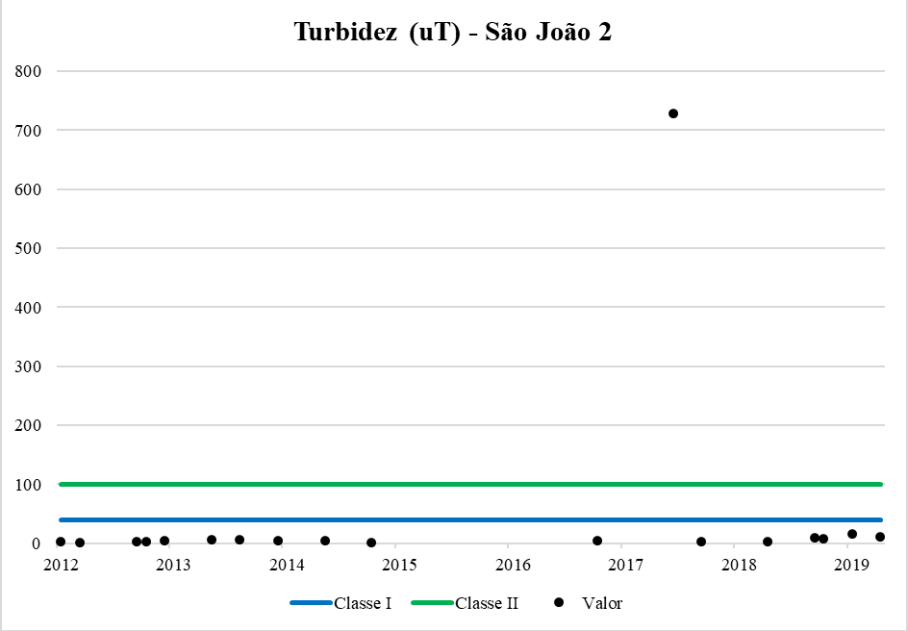


Figura 7.87 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 2.

7.2.1.3.1.1.2 Índice de Qualidade da Água

Avaliou-se o IQA para dois grupos que estão localizados no mesmo rio, sendo o São João 1 (P25, P31, P88, P102) localizado a montante do São João 2 (P32). Estes pontos apresentam série temporal de monitoramento mais longa (2011/2022 e 2012/2020, respectivamente) e possuem todos os parâmetros necessários para computar o IQA.

A Tabela 7.41 apresenta um resumo das informações, onde se verifica que os índices de qualidade da água calculados apresentam situações consideradas MÉDIA. No primeiro, os parâmetros limitantes da qualidade da água foram os coliformes e a DBO, enquanto no segundo foram a DBO, os coliformes e a turbidez. As faixas de classificação adotadas foram apresentadas no item 7.2.1.1.3.

Tabela 7.41 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-a.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Valor do IQA	Classificação IQA
São João 1	Rio São João	67,73	Média
São João 2	Rio São João	52,36	Média

7.2.1.3.1.2 Ambientes lênticos

O único ambiente lêntico presente na UHP VI-a é o reservatório de Juturnaíba. As campanhas de monitoramento disponibilizadas são operadas pela CBHLSJ, SISAGUA e Águas de Juturnaíba.

7.2.1.3.1.2.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O parâmetro de Coliformes Termotolerantes apresentou poucas variações entre os pontos analisados no reservatório. Os dados apontam que quanto mais próximo da barragem da represa, maior os valores de CT observados nos dados (Figura 7.88). A série temporal analisada apresenta que os maiores valores ocorrem de maneira isolada (Figura 7.89 e Figura 7.152).

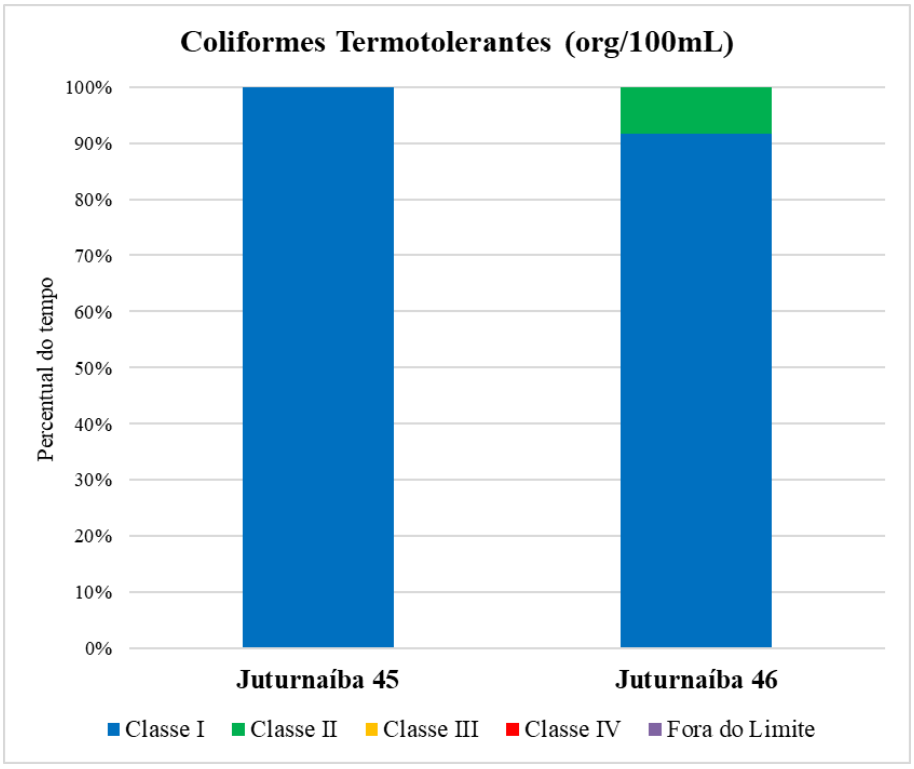


Figura 7.88 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos da UHP VI-a.

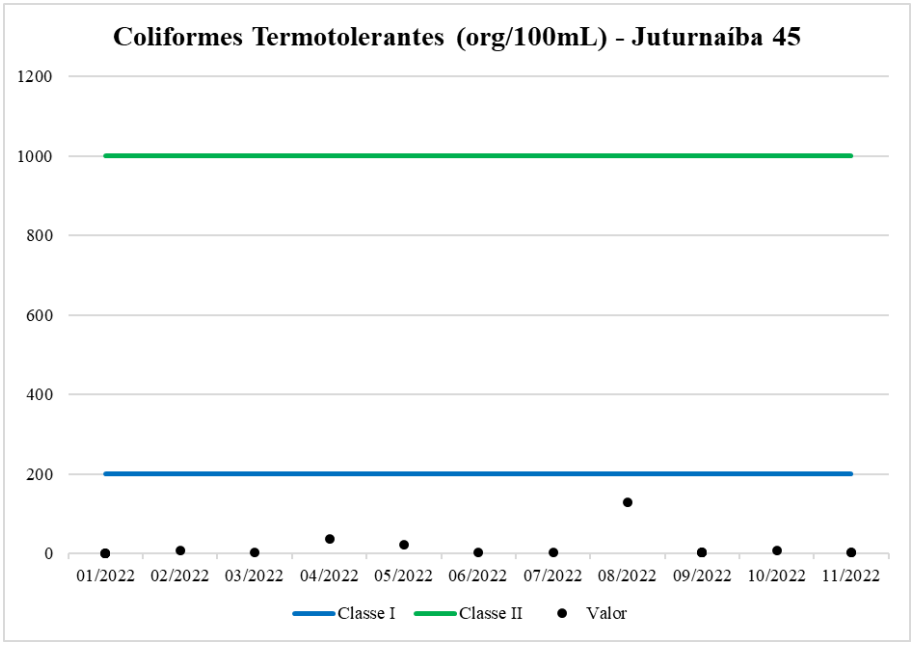


Figura 7.89 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Juturnaíba 45.

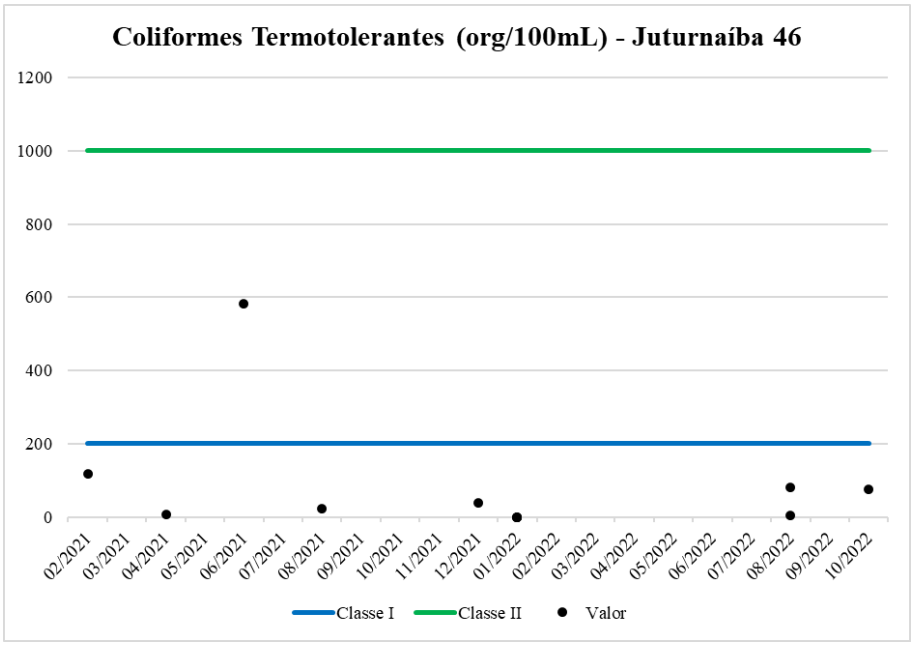


Figura 7.90 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Juturnaíba 46.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

As concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentam concentrações compatíveis com corpos hídricos de água doce de baixa qualidade, enquadrados como Classe II ou IV na maior parte do tempo (Figura 7.163). As séries temporais demonstram que este é um comportamento recorrente nos dados (Figura 7.164 e Figura 7.165).

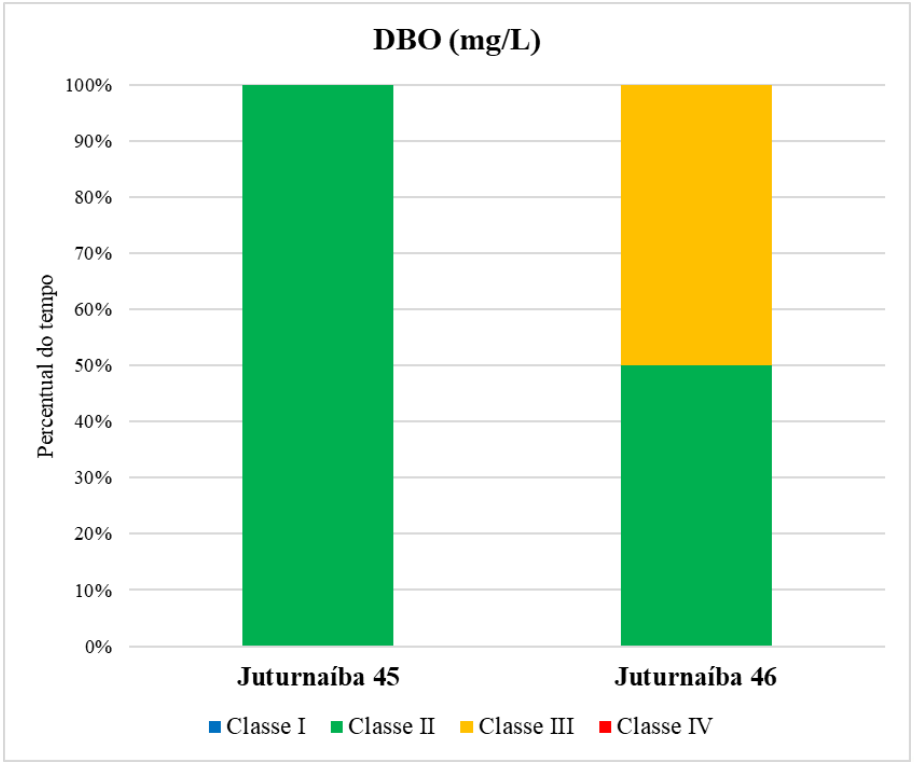


Figura 7.91 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lênticos da UHP VI-a.

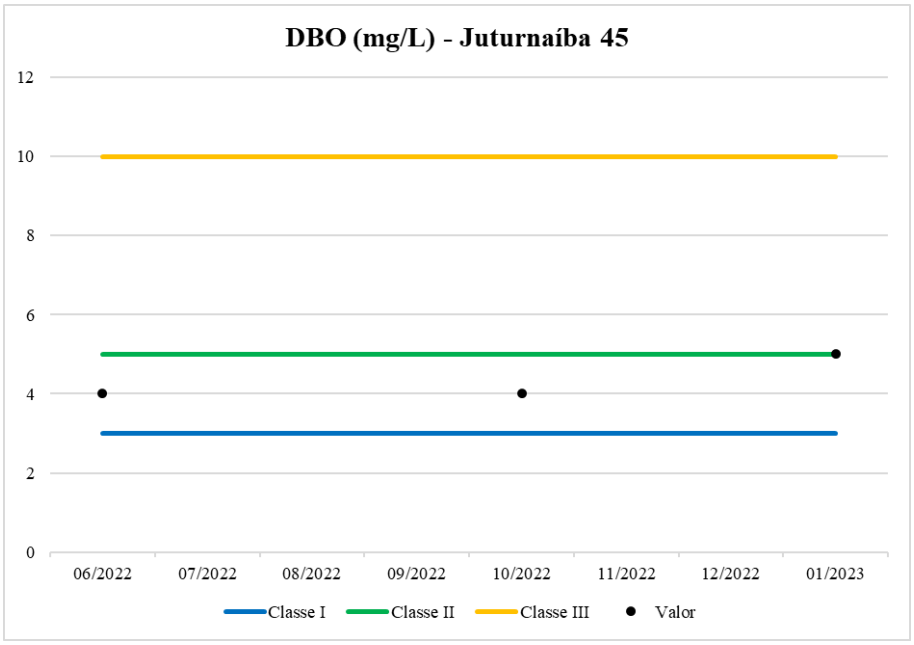


Figura 7.92 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Juturnaíba 45.

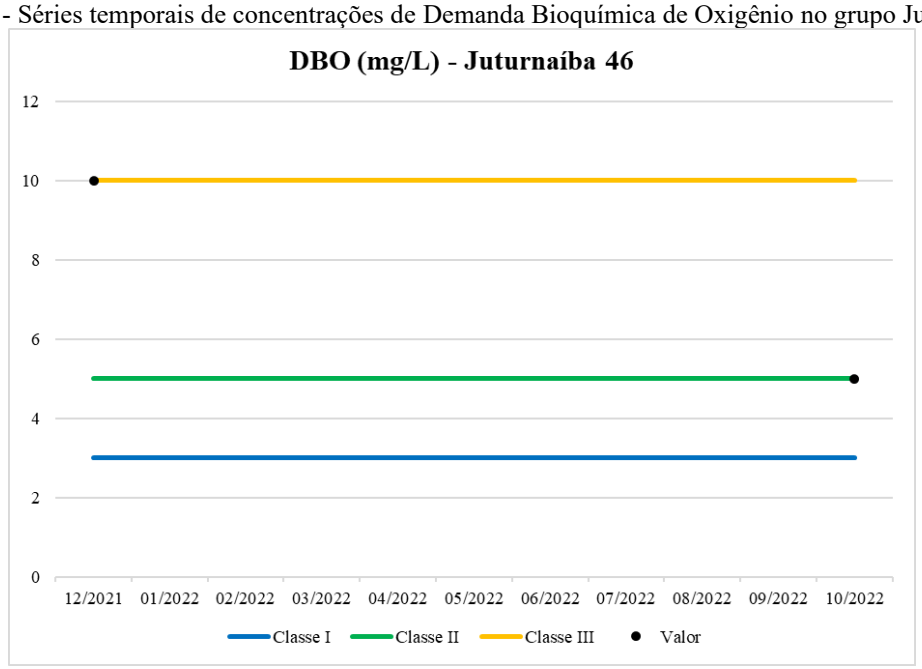


Figura 7.93 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Juturnaíba 46.

FÓSFORO TOTAL

As concentrações de Fósforo Total apresentaram diferentes tendências nos dois pontos analisados. Para o ponto mais ao centro do reservatório, os valores de fósforo demonstraram concentrações maiores enquanto o contrário é observado na região próxima ao barramento (Figura 7.94). A série temporal corrobora as conclusões obtidas na análise de permanência, com

concentrações de fósforo baixas e recorrentes na região próxima ao reservatório (Figura 7.95 e Figura 7.96).

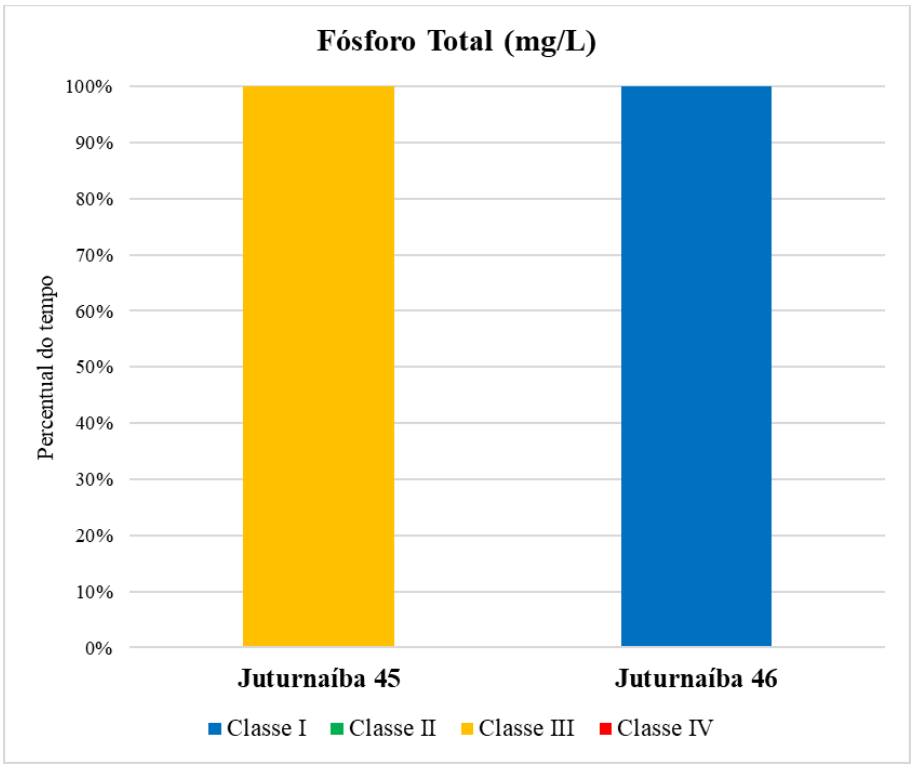


Figura 7.94 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos da UHP VI-a.

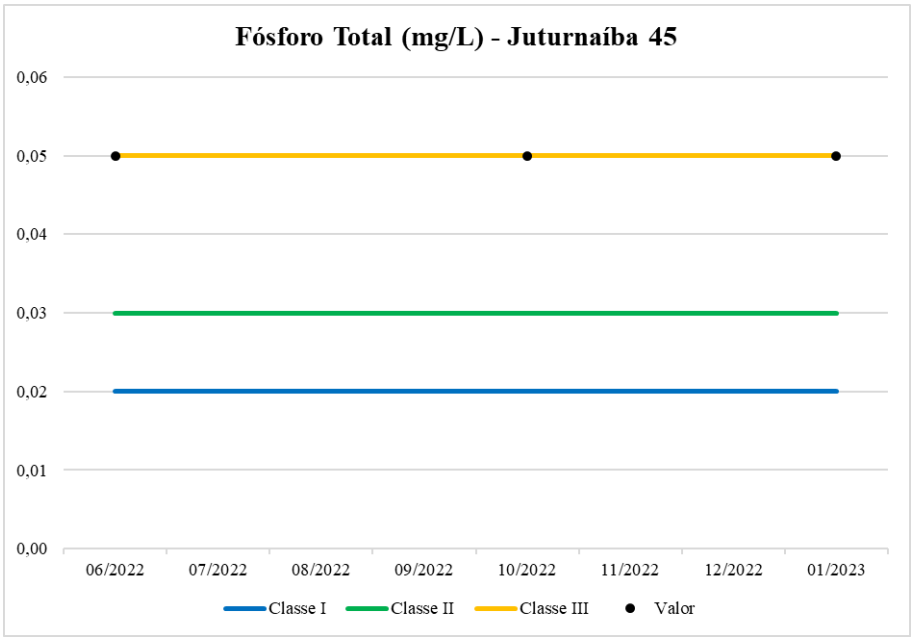


Figura 7.95 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Juturnaíba 45.

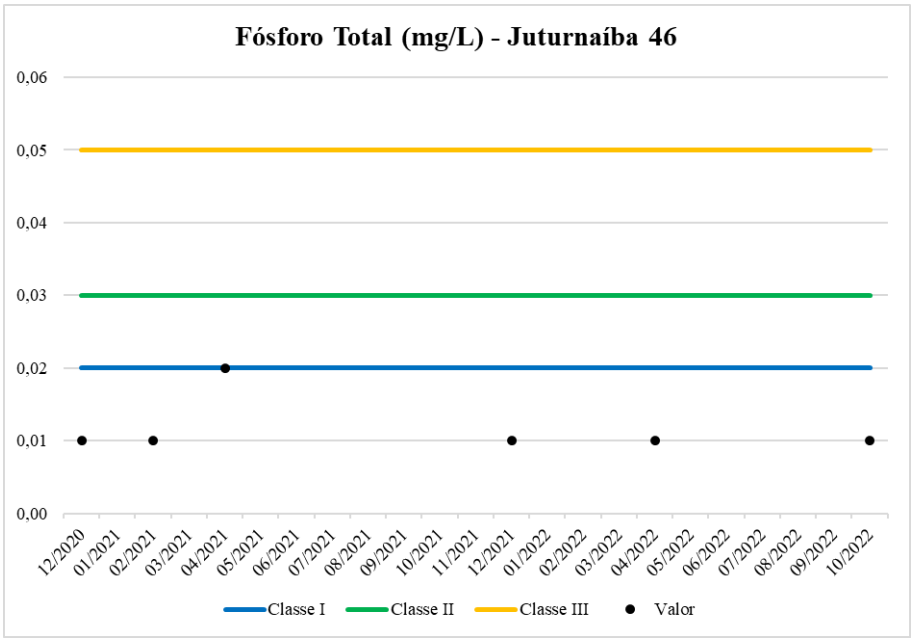


Figura 7.96 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Juturnaíba 46.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Apenas o agrupamento 45 apresentou parâmetros de Oxigênio Dissolvido, registrando as Classes I, II e IV. O fato de existirem poucas campanhas de monitoramento dificulta a avaliação da classificação geral quanto ao parâmetro. A série temporal é apresentada na Figura 7.98.

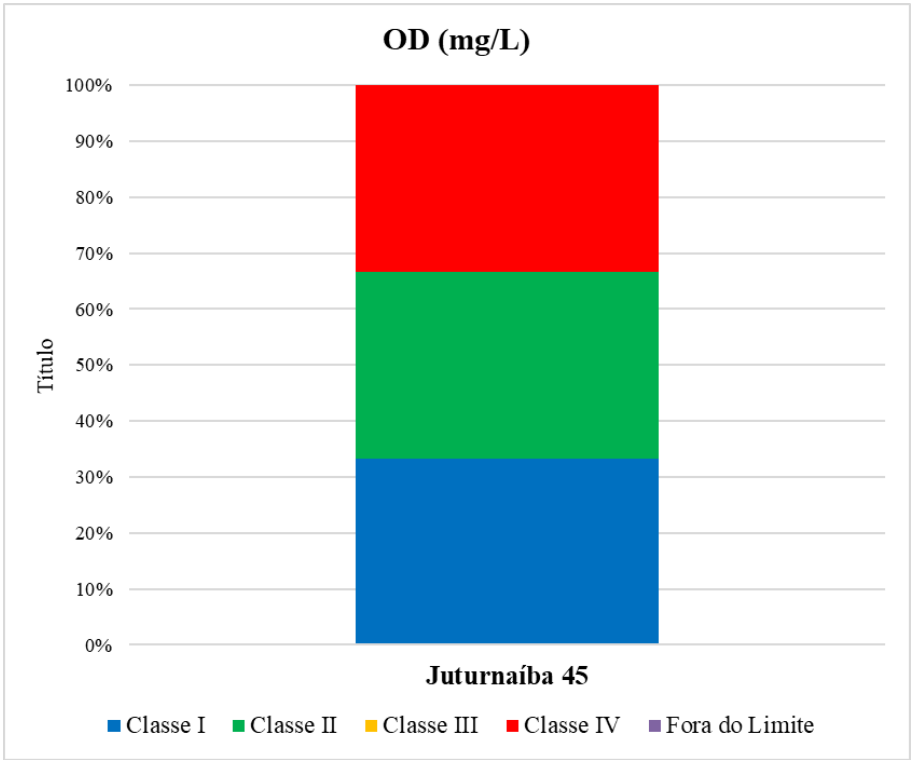


Figura 7.97 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos da UHP VI-a.

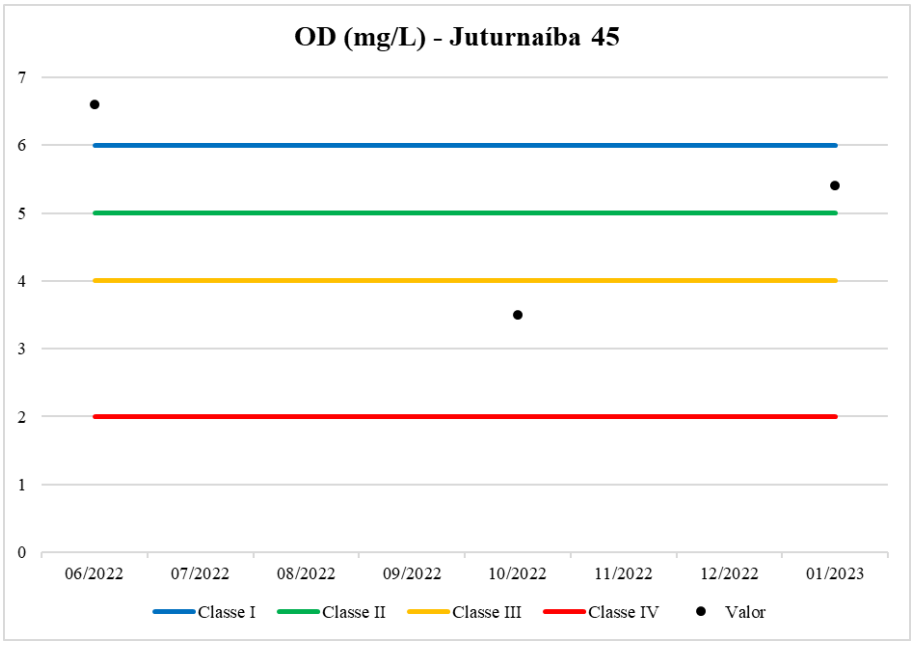


Figura 7.98 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Juturnaíba 45.

TURBIDEZ

Para o parâmetro Turbidez apenas foram registrados dados no agrupamento Juturnaíba 45, sendo os registros representativos da Classe I.

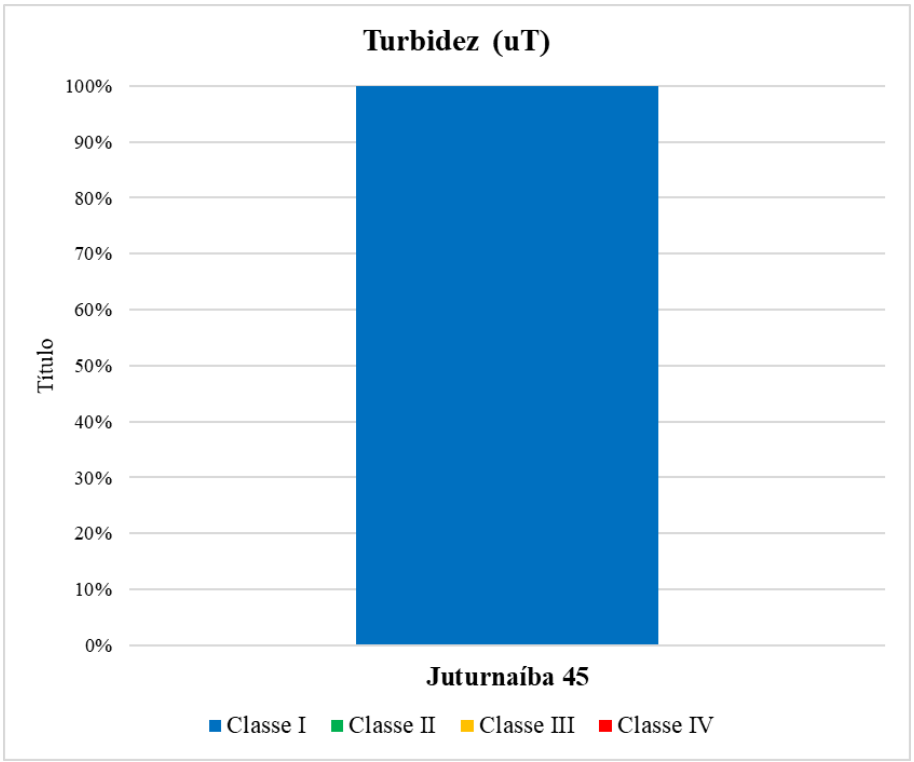


Figura 7.99 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lênticos da UHPVI-a.

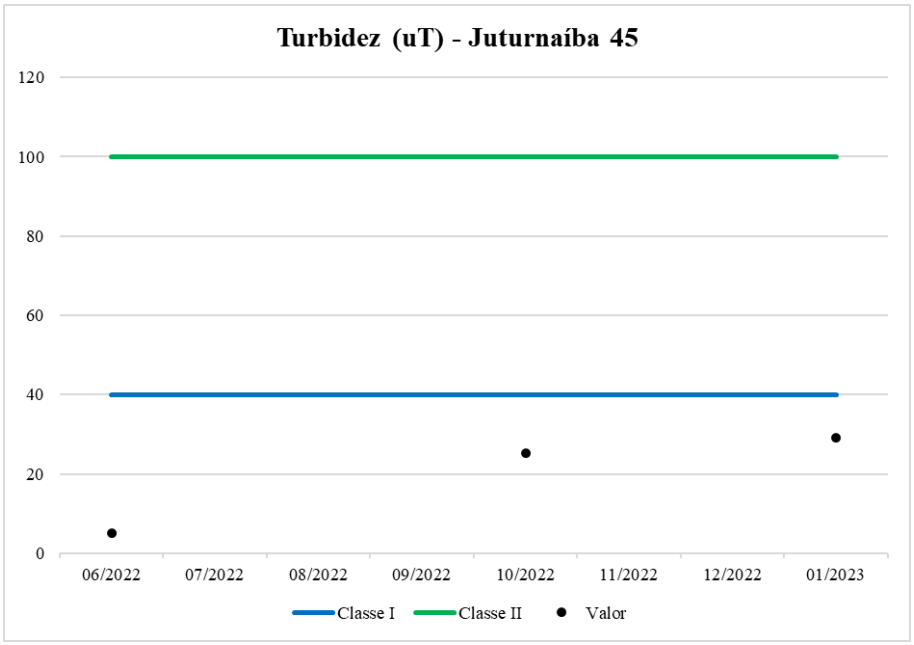


Figura 7.100 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Juturnaíba 45.

CLOROFILA-A

O monitoramento de Clorofila-a apresentou valores baixos de concentração no ponto de amostragem. As concentrações observadas são compatíveis com corpos hídricos de água doce de Classe I na maior parte do tempo (Figura 7.101). As séries temporais demonstram um comportamento regular, sem grandes variações ao longo do tempo (Figura 7.102).

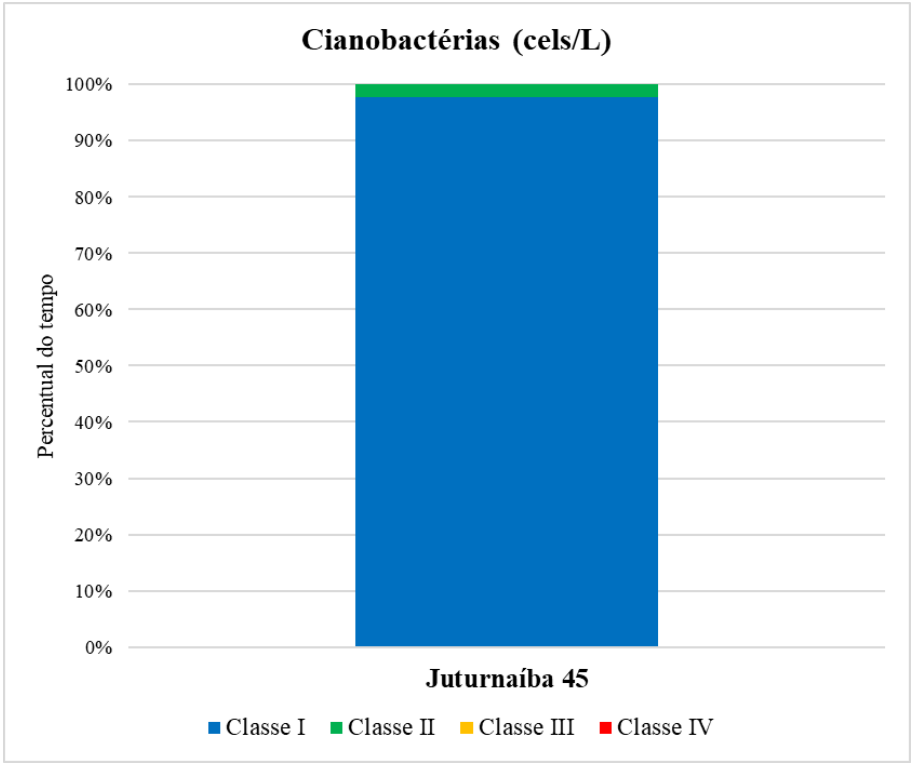


Figura 7.101 - Avaliação temporal das concentrações de Clorofila-a nos ambientes lênticos da UHP VI-a.

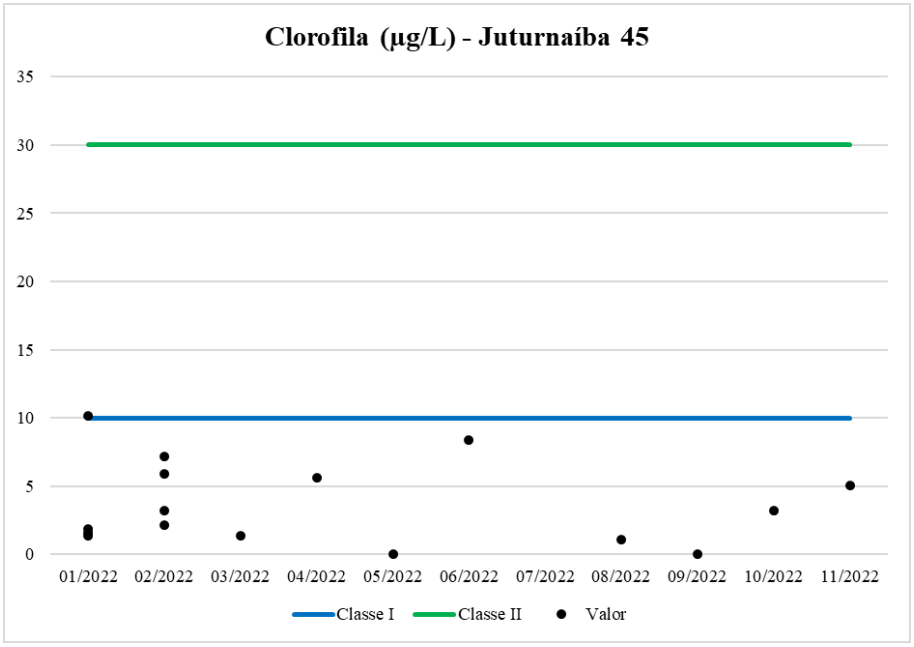


Figura 7.102 - Séries temporais de concentrações de Clorofila-a no grupo Juturnaíba 45.

7.2.1.3.1.2.2 Índices de Estado Trófico

O Índice de Estado Trófico foi calculado apenas para o agrupamento Juturnaíba 45, já que apresentada dados de Clorofila-a e Fósforo. Considerando a disponibilidade variável de dados de clorofila e fósforo, a Tabela 7.42 apresenta dados de IET calculados através da média anual de 2022. O resultado do grupo Juturnaíba 45 é classificado como MESOTRÓFICO, se caracterizando como um ambiente com produtividade.

Tabela 7.42 - Classificação do IET para os ambientes lênticos da UHP VI-a.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Ano	Valor do IET	Classificação IET
Juturnaíba 45	Juturnaíba	2022	55,61	Mesotrófico

7.2.1.3.1.3 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-a

7.2.1.3.1.3.1 Ambientes lóticos

As águas do rio São João apresentaram alguns parâmetros com enquadrados para usos menos restritivos (classes III e IV). Esta situação aparenta ser cumulativa ao longo do seu perfil longitudinal, uma vez que a qualidade parece piorar entre os pontos a montante e a jusante do reservatório de Juturnaíba. Enquanto o ponto a montante pode estar influenciado pelas características da bacia hidrográfica e lançamento de efluentes domésticos, o ponto a jusante da barragem pode apresentar influência do escoamento defluente do reservatório, devido a seu estado eutrófico, com concentração de nutrientes (fósforo) elevada.

Os dados disponibilizados para o rio São João apresentaram três programas de monitoramento distintos, com períodos de duração diferentes. O monitoramento do INEA, o mais robusto, aparenta se encerrar e ser substituído pelo monitoramento de Águas de Juturnaíba, porém com outros parâmetros sendo monitorados no rio. O monitoramento do CBHLSJ apresenta o mesmo conjunto de parâmetros que os anteriormente analisados, o que é algo positivo para a análise crítica da qualidade da água na região.

7.2.1.3.1.3.2 Ambientes lênticos

No reservatório o monitoramento deve ser complementado com novos pontos, principalmente na confluência entre os rios Bacaxá e Capivari, para que análises integradas de qualidade da água possam ser conduzidas. Os monitoramentos devem ser integrados também no ponto de vista dos parâmetros monitorados, buscando unificar as análises e permitir aprofundamento no diagnóstico de qualidade da água no reservatório.

Conforme avaliação realizada na UHP VI-a, esses dados podem indicar um aumento no nível de eutrofização conforme se aproxima do vertedouro da represa. Cabe ressaltar a importância de complementação de pontos de monitoramento no reservatório para que análises integradas de qualidade da água possam ser conduzidas.

A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-a.

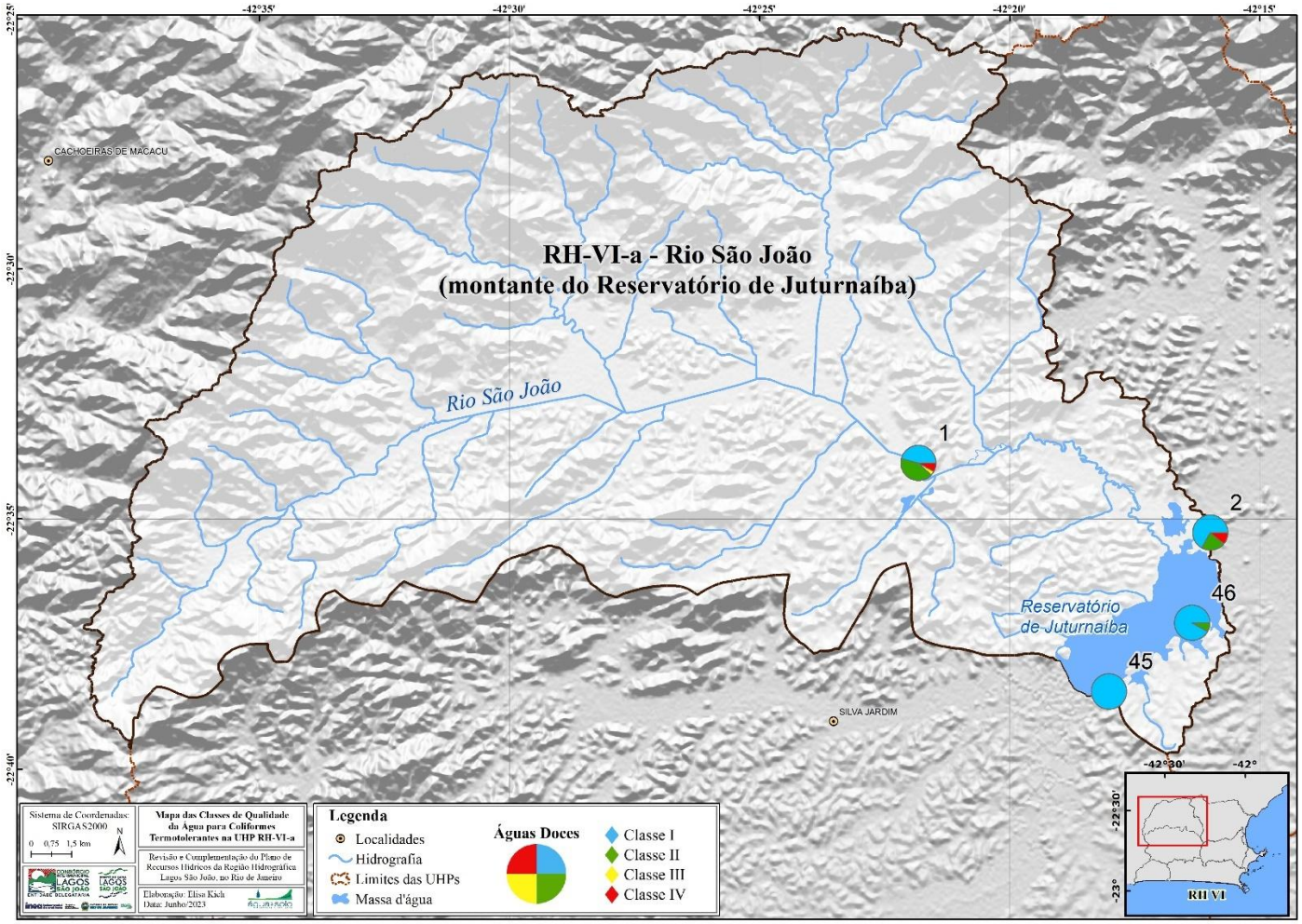


Figura 7.103 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria.

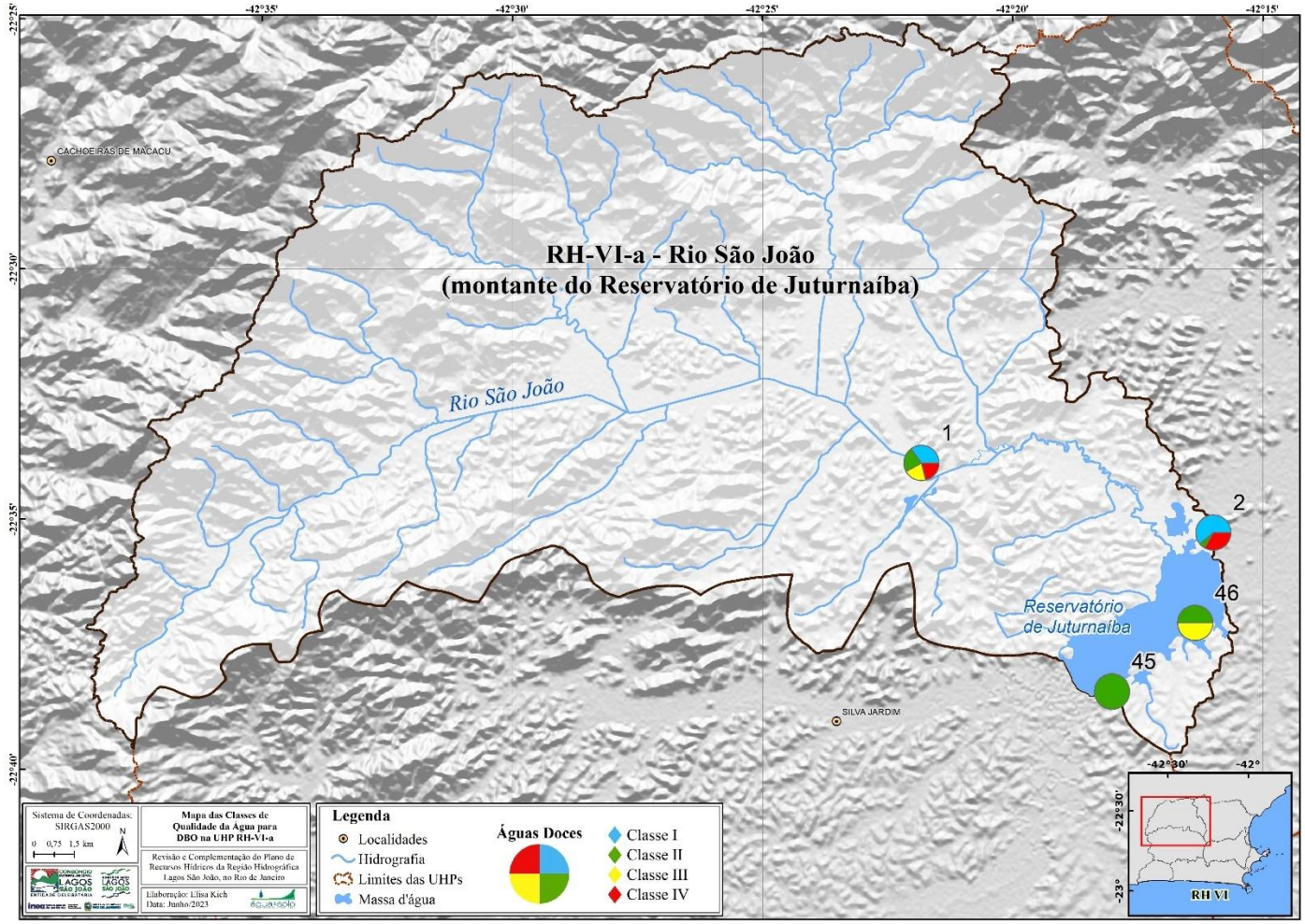


Figura 7.104 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria.

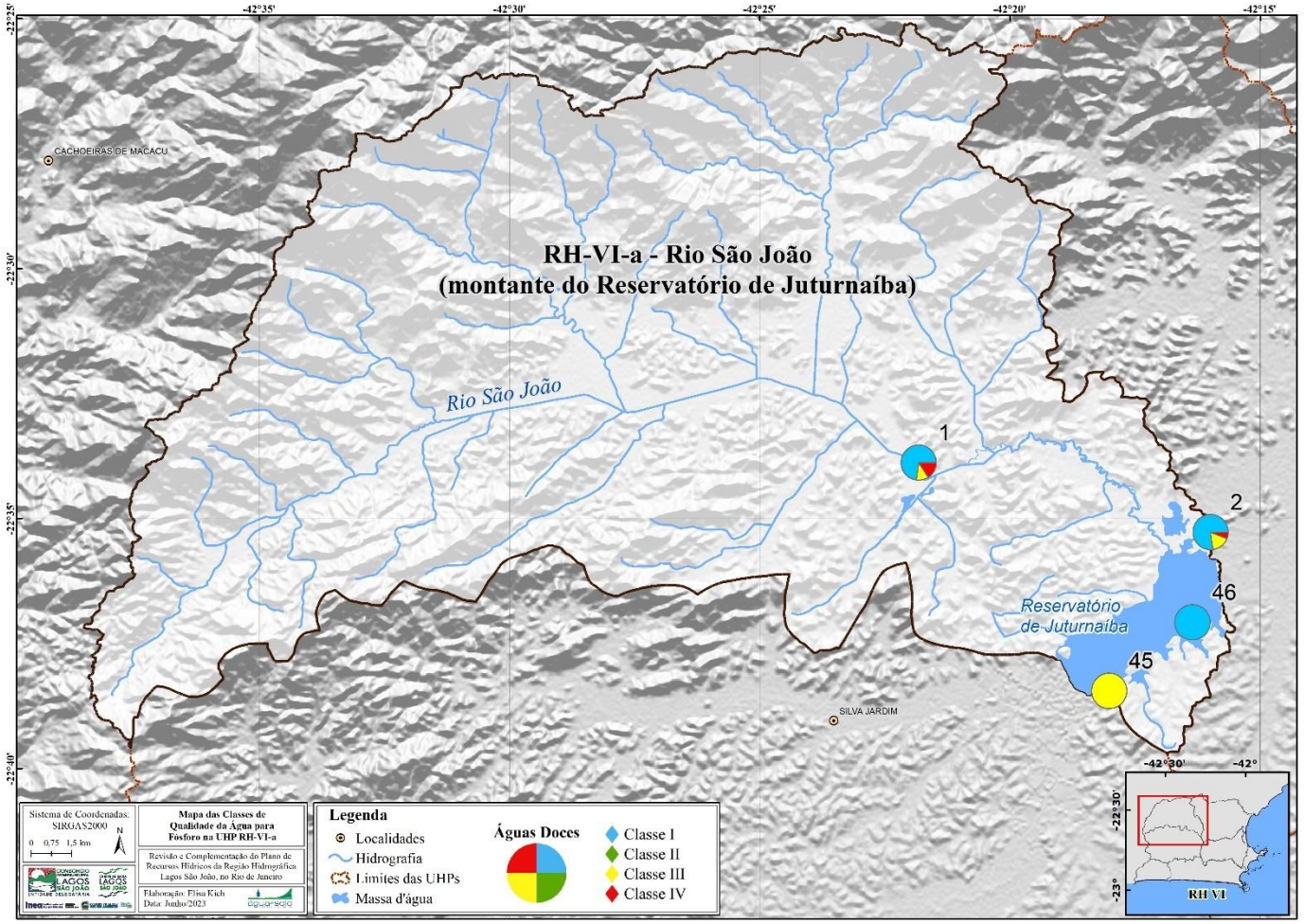


Figura 7.105 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria

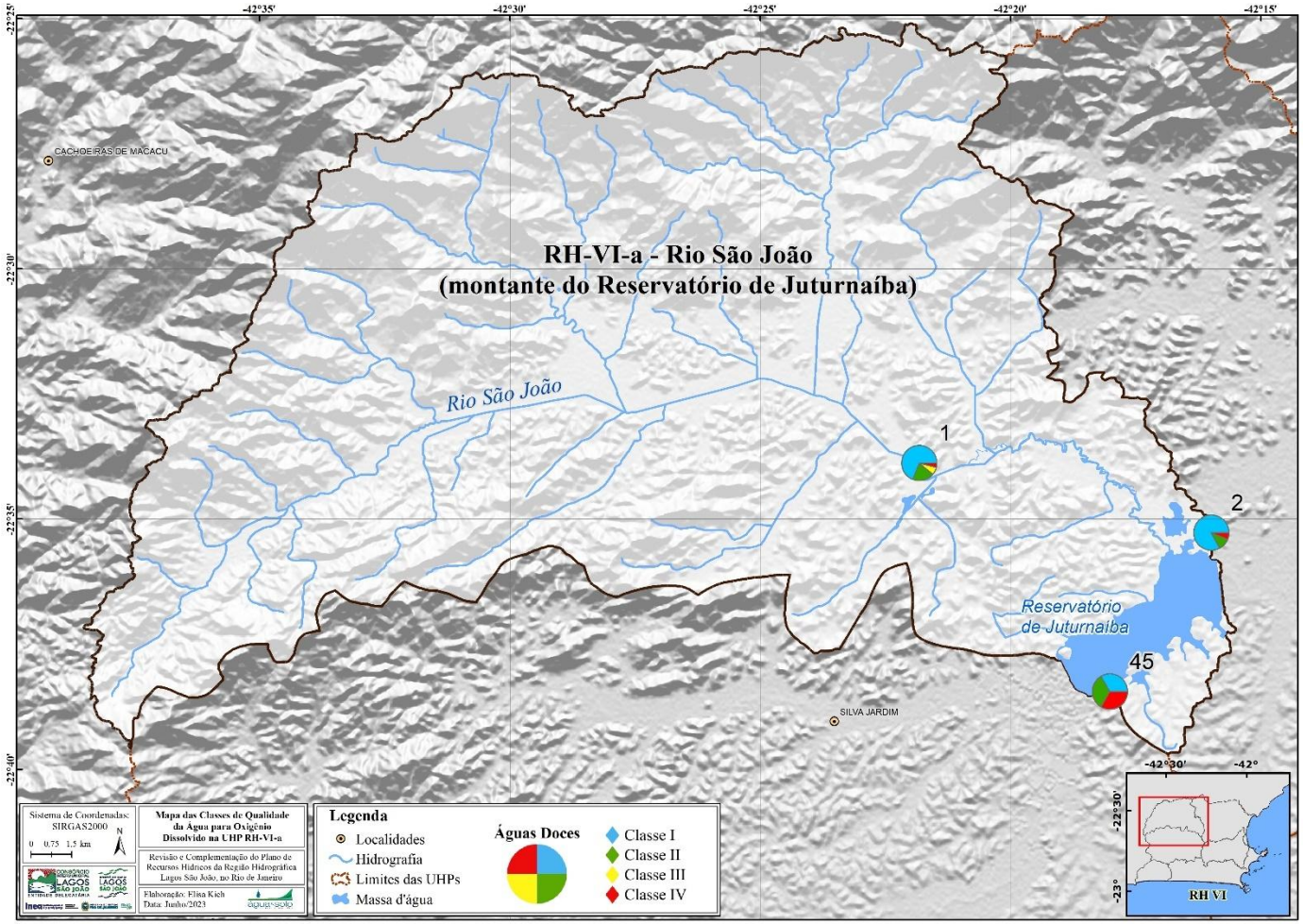


Figura 7.106 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria.

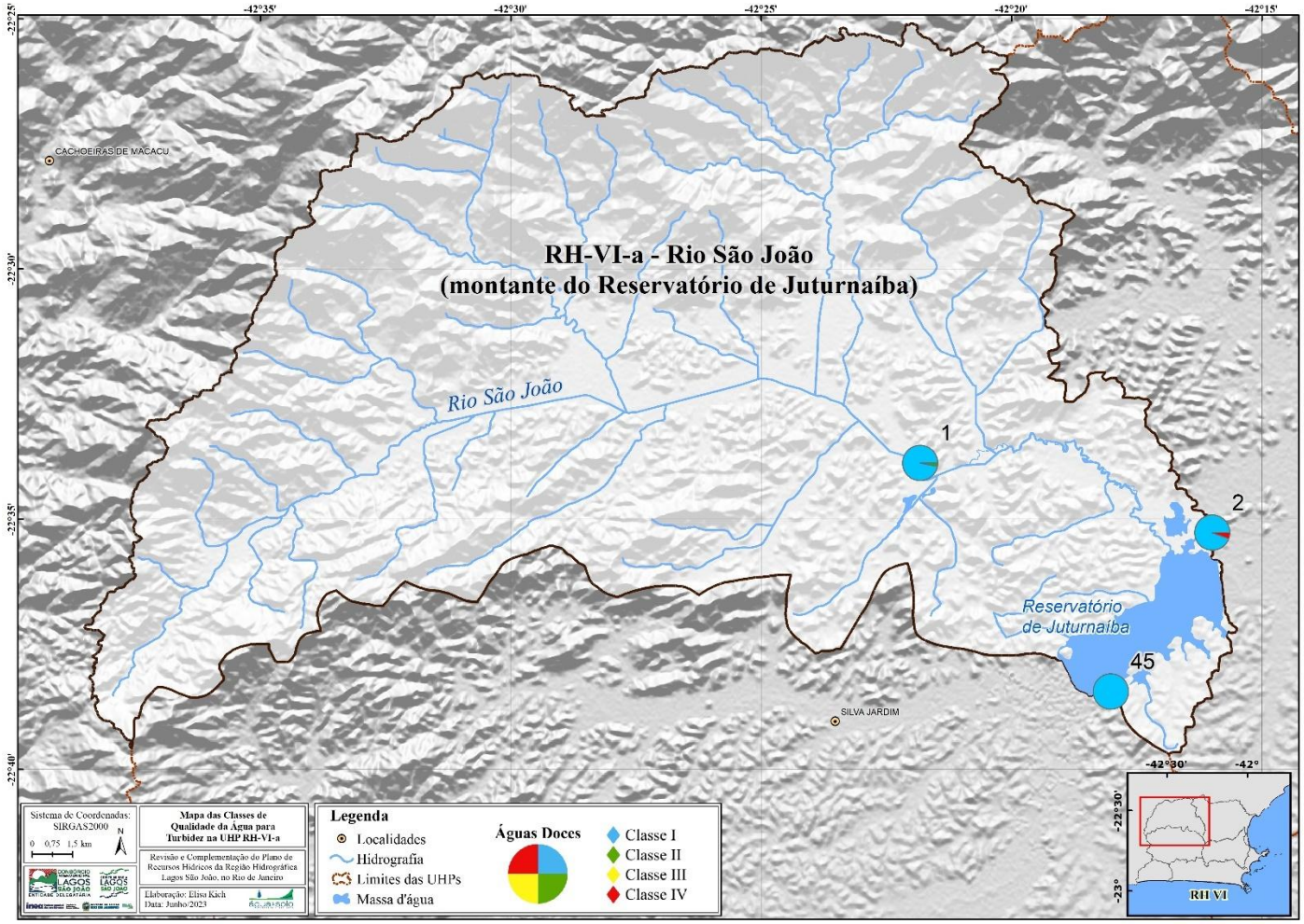


Figura 7.107 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-a.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.2 UHP VI-b: Rio São João Jusante

O monitoramento nesta UHP é recente e operado pelo CBHLSJ através da empresa OCEANUS. As campanhas contemplam poucas amostragens, o que limita conclusões robustas sobre a qualidade da água. A Figura 7.108 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados para cada grupo.

Tabela 7.43 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
Indaiaçu 3	P85	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
Indaiaçu 4	P86	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
Indaiaçu 5	P87	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
Indaiaçu 6	P78	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
São João 7	P80	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
São João 8	P79	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
São João 9	P81	Lótico	Doce	09/06/2022	03/01/2023
São João 10	P94, P101	Lótico	Salina	09/06/2011	03/01/2023

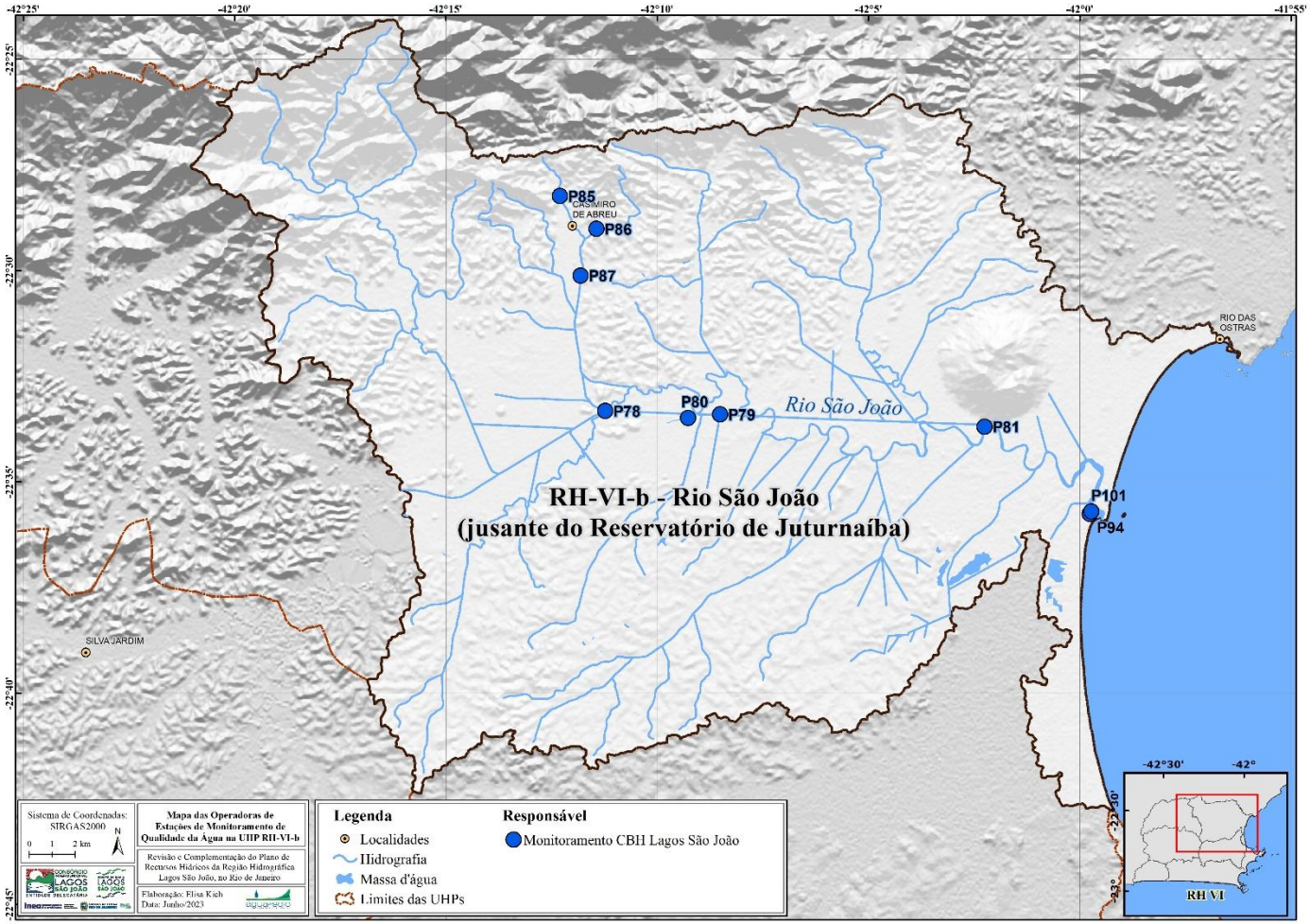


Figura 7.108 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-b.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.2.1 Ambientes lóticos

O conjunto de dados de monitoramento de qualidade da água é referente aos rios Indaiaçu e São João, operados pelo CBHLSJ. Nesta UHP não há presença de ambientes lênticos.

7.2.1.3.2.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Não foram observadas campanhas de monitoramento deste parâmetro de qualidade da água nesta UHP.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou valores compatíveis com corpos hídricos de água doce de classes II a IV na maior parte do tempo (Figura 7.109). Observa-se que quando mais perto do rio São João, piora a situação e a maior parte do tempo é constituída de concentrações próximas a limites de Classe III e IV. Conforme esperado, devido a troca de água com o oceano, a região da foz apresenta melhoria nas condições de qualidade da água. As séries temporais são curtas e com poucos dados que permitam uma avaliação robusta (Figura 7.110 a Figura 7.116). Contudo, observa-se uma tendência a redução de valores de DBO na foz do rio São João em anos recentes (Figura 7.115 e Figura 7.116).

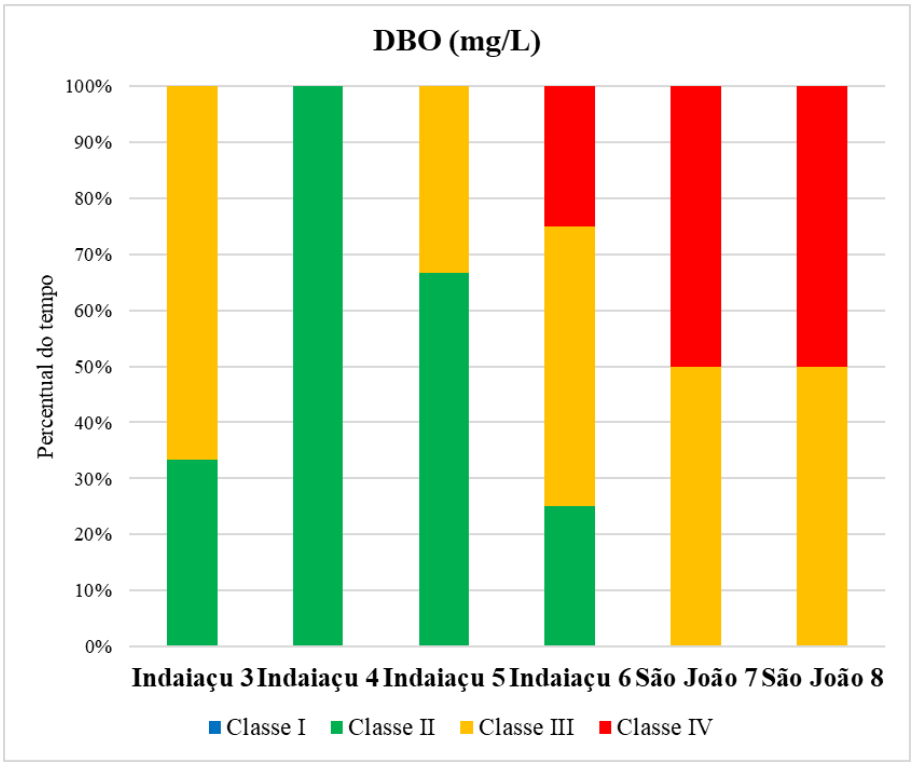


Figura 7.109 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-b.

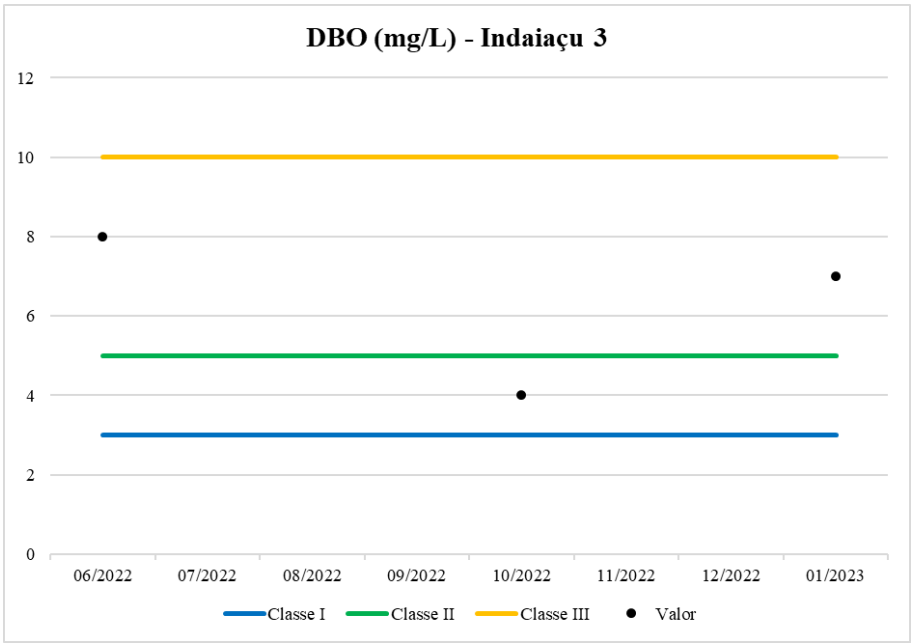


Figura 7.110 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 3.

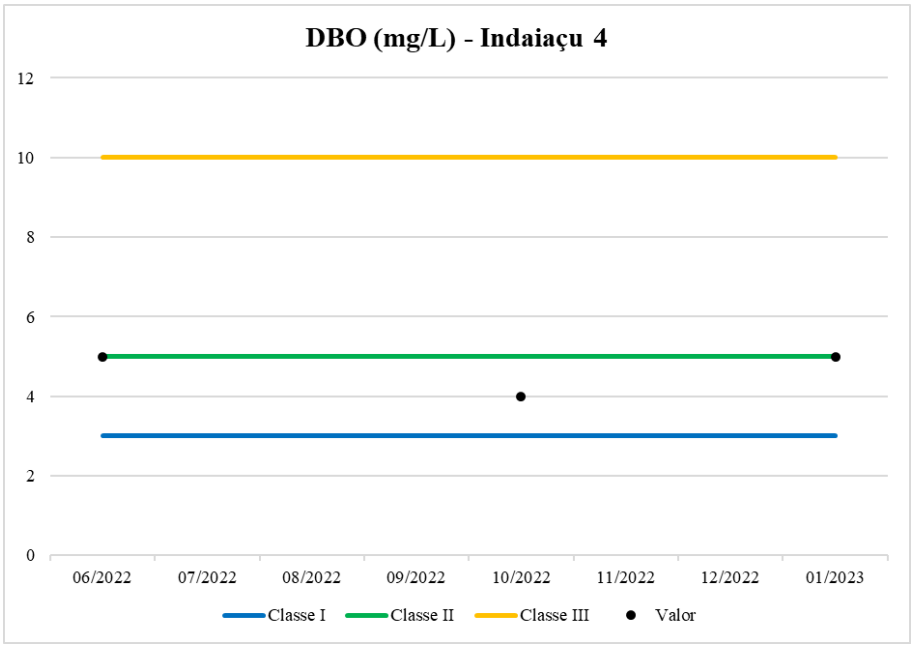


Figura 7.111 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 4.

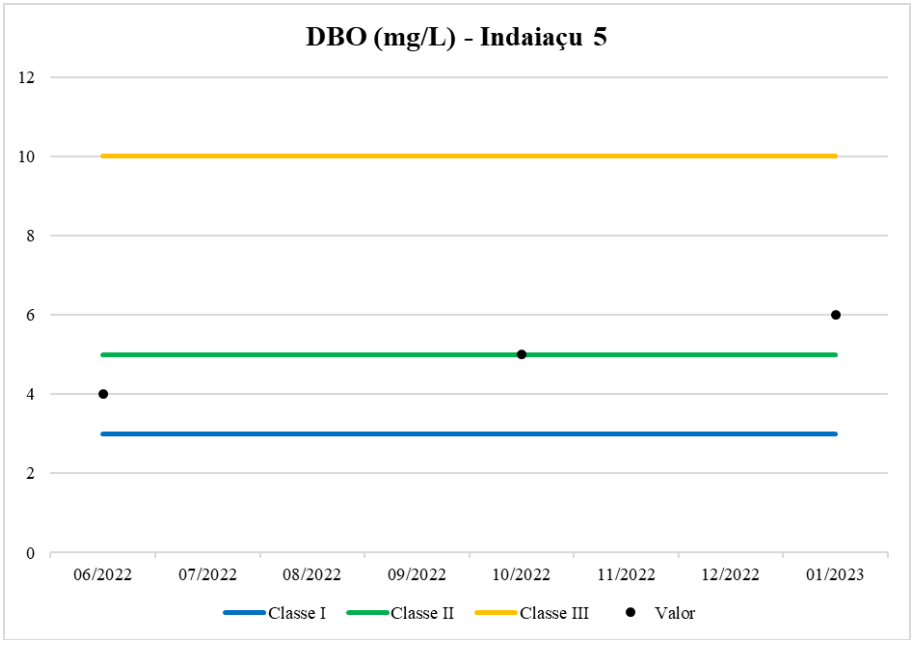


Figura 7.112 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 5.

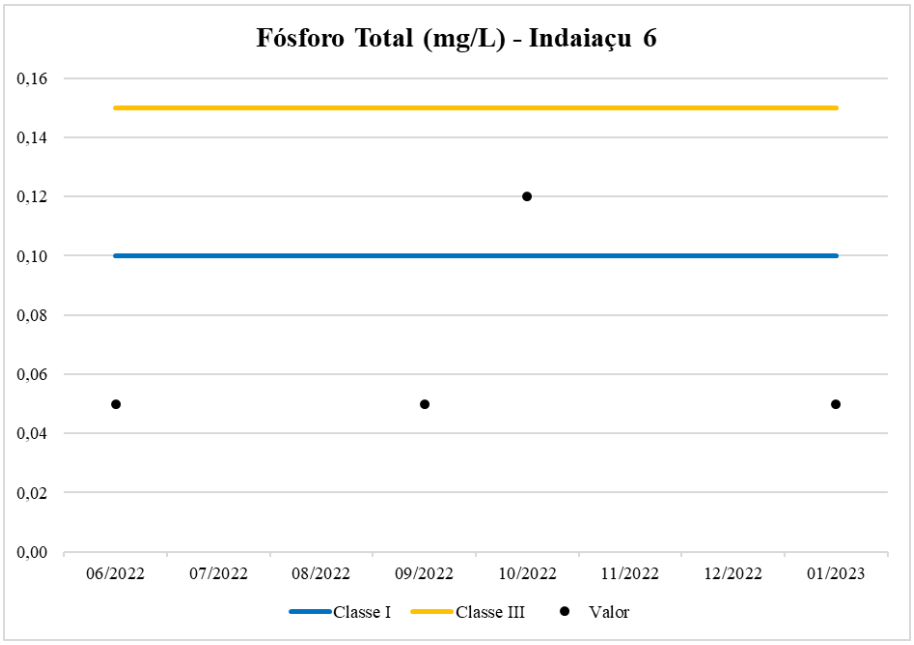


Figura 7.113 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Indaiaçu 6.

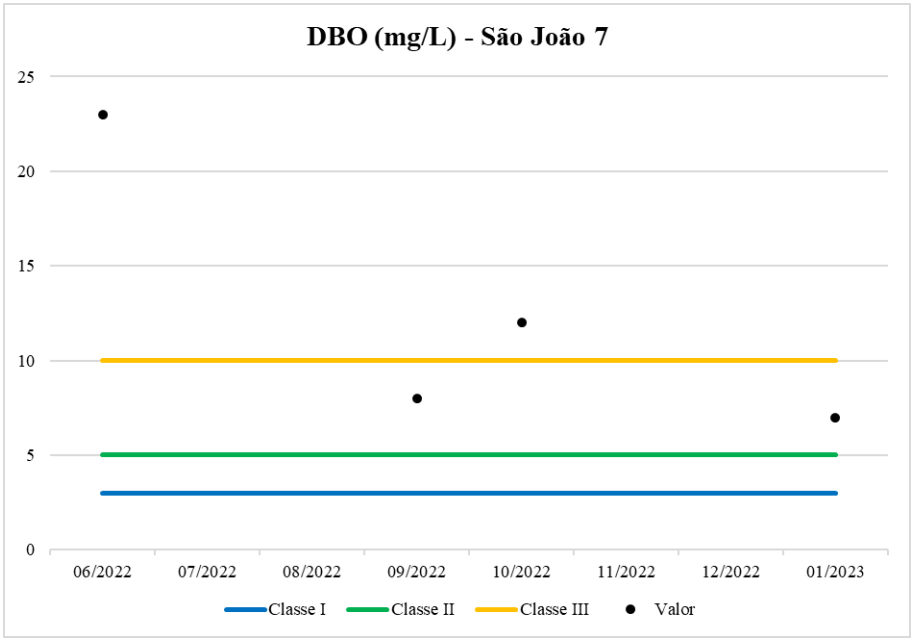


Figura 7.114 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 7.

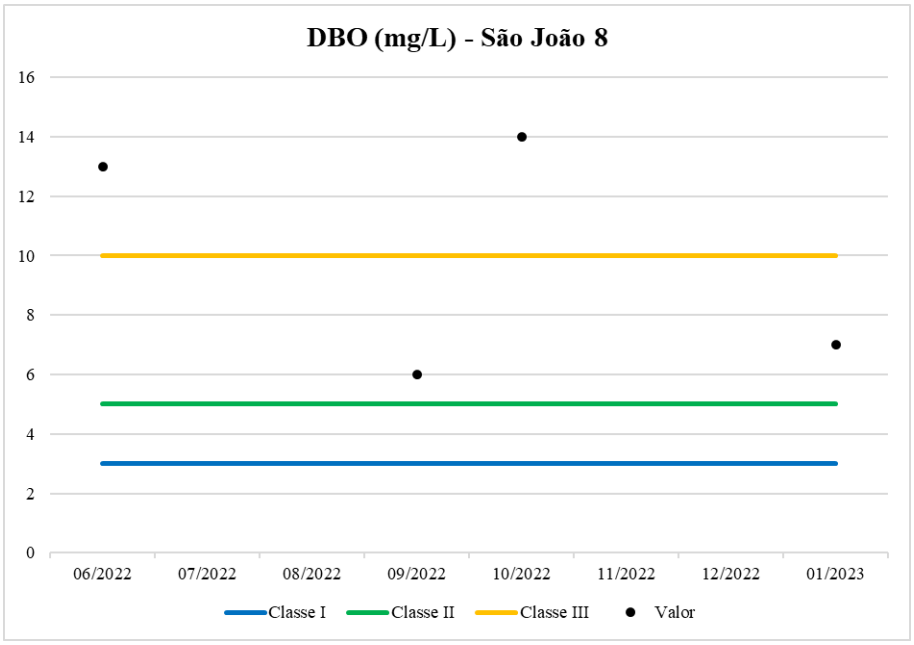


Figura 7.115 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 8.

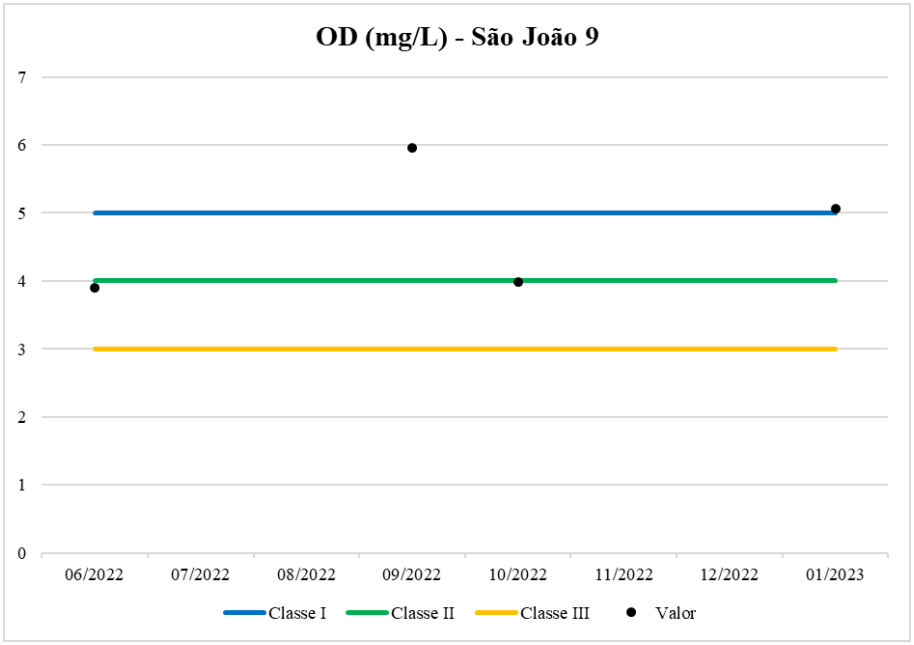


Figura 7.116 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo São João 9.

FÓSFORO TOTAL

As concentrações de fósforo no rio Indaiaçu apresentaram valores compatíveis com corpos hídricos de água doce de Classe I na maior parte do tempo (Figura 7.117), com exceções observadas foram no Indaiaçu 5, 6 e 7. Novamente as séries temporais apresentam poucos pontos que permitam uma avaliação crítica, mas é possível observar que os valores de fósforo em concentrações altas são recorrentes no ponto localizado na foz do rio São João.

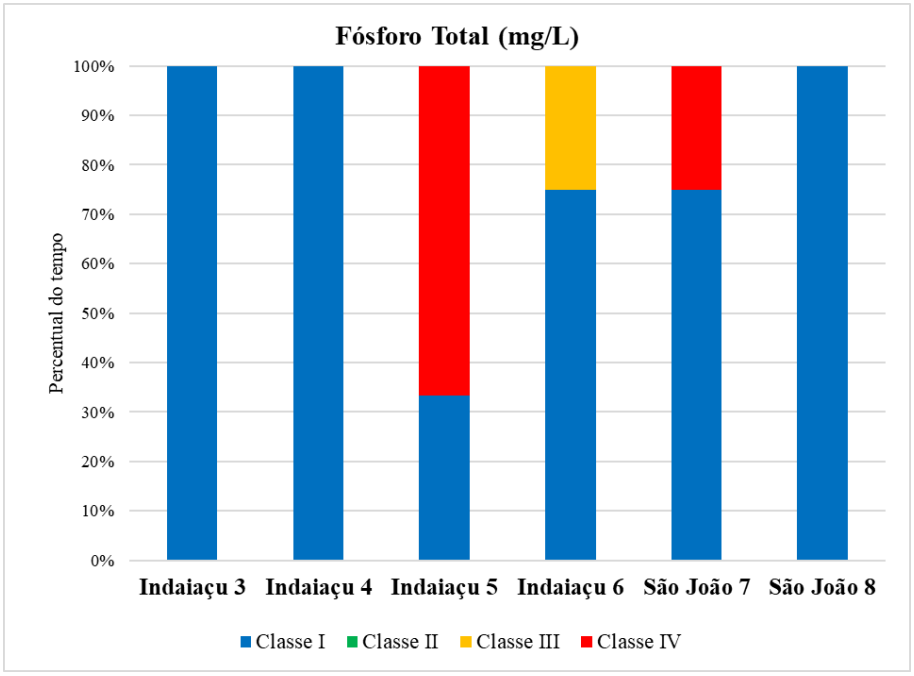


Figura 7.117 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água doce da UHP VI-b.

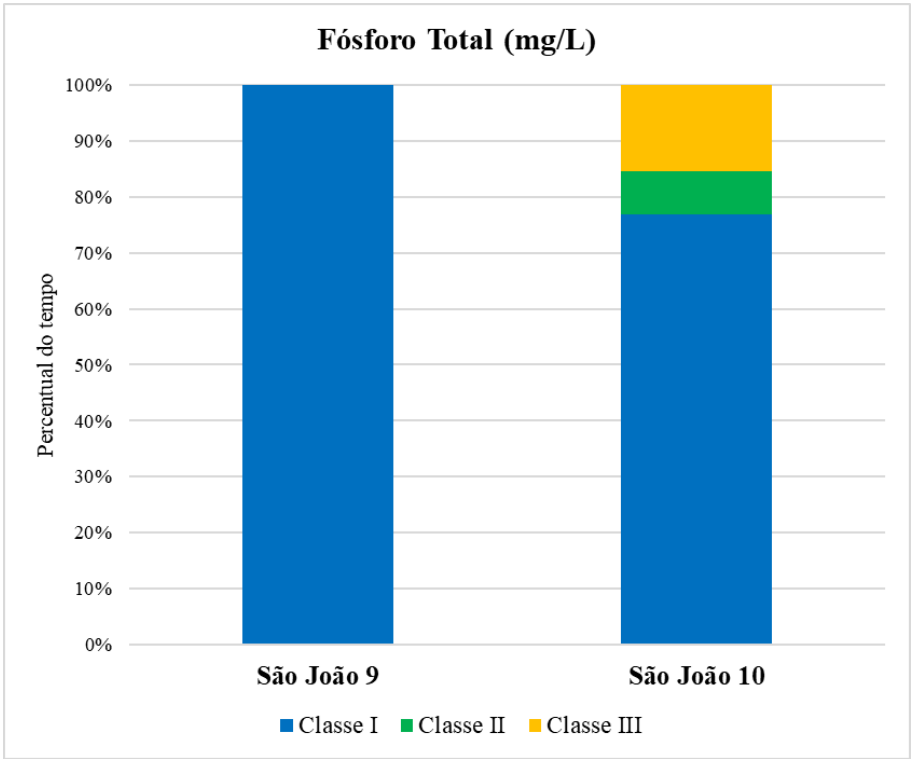
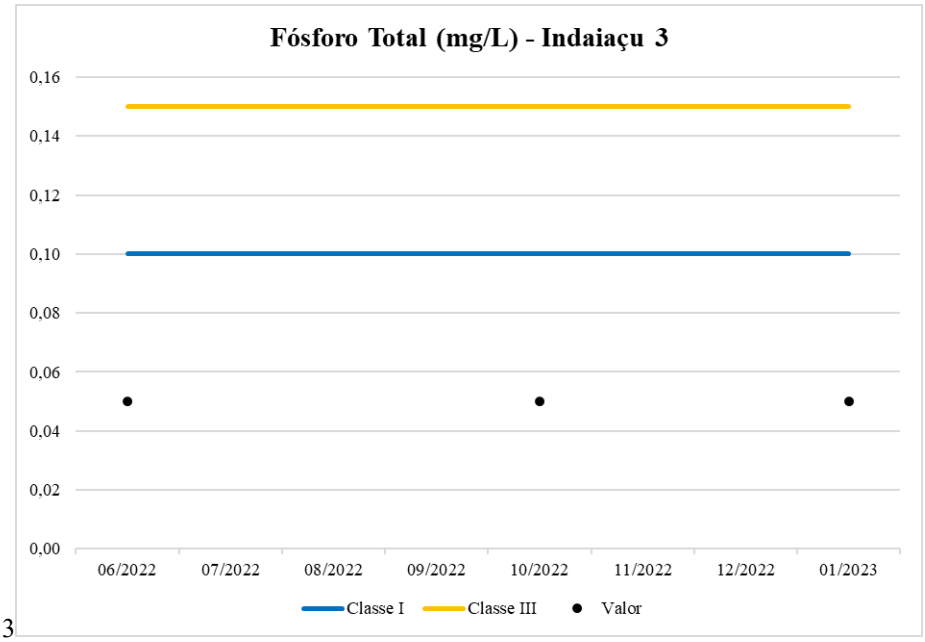


Figura 7.118 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água salina da UHP VI-b.



3

Figura 7.119 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 3.

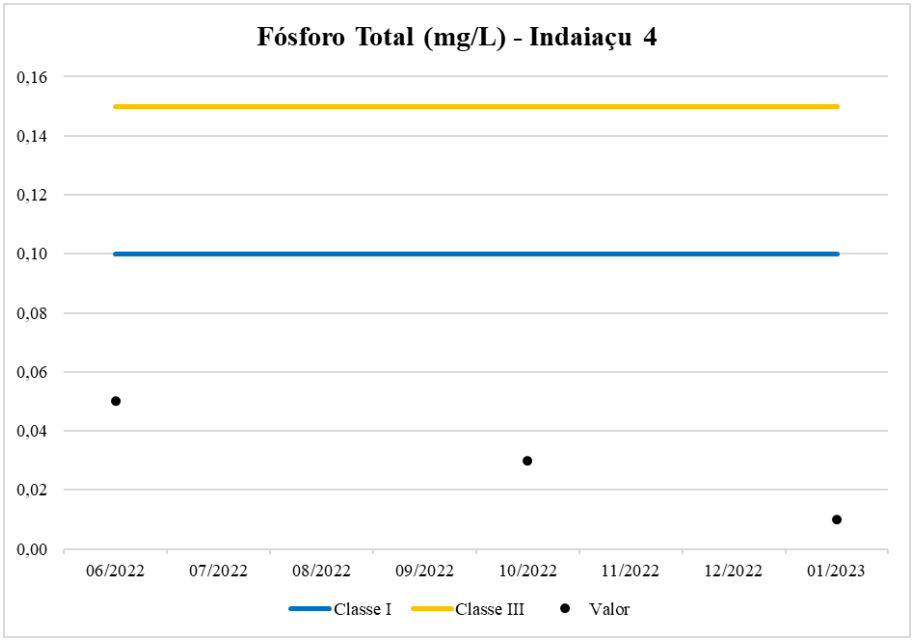


Figura 7.120 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 4.

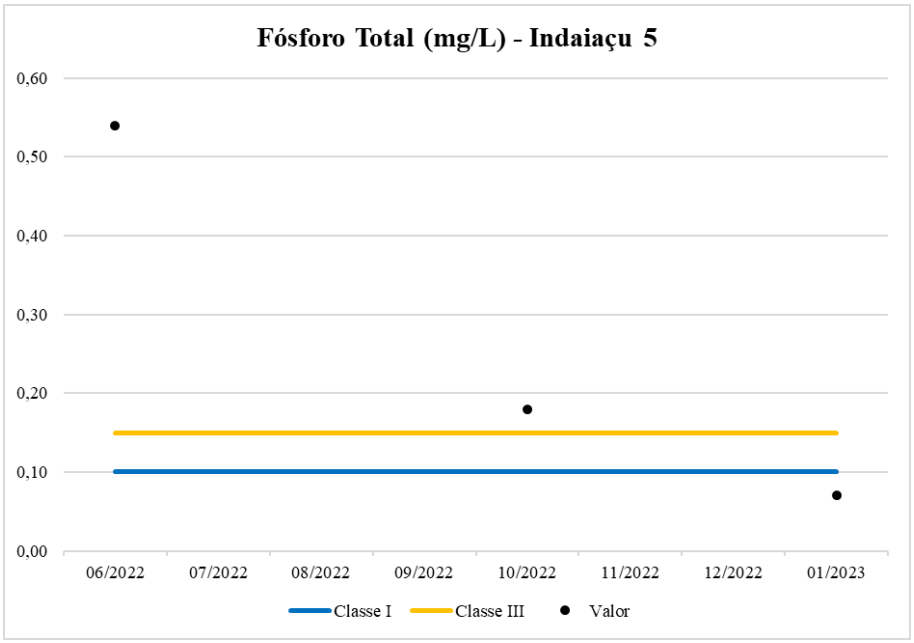


Figura 7.121 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 5.

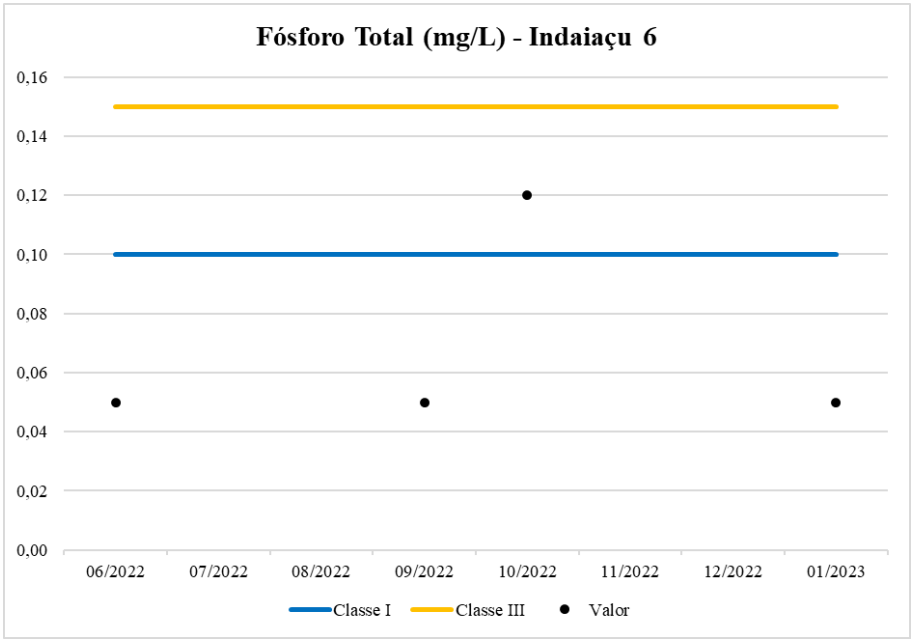


Figura 7.122 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Indaiaçu 6.

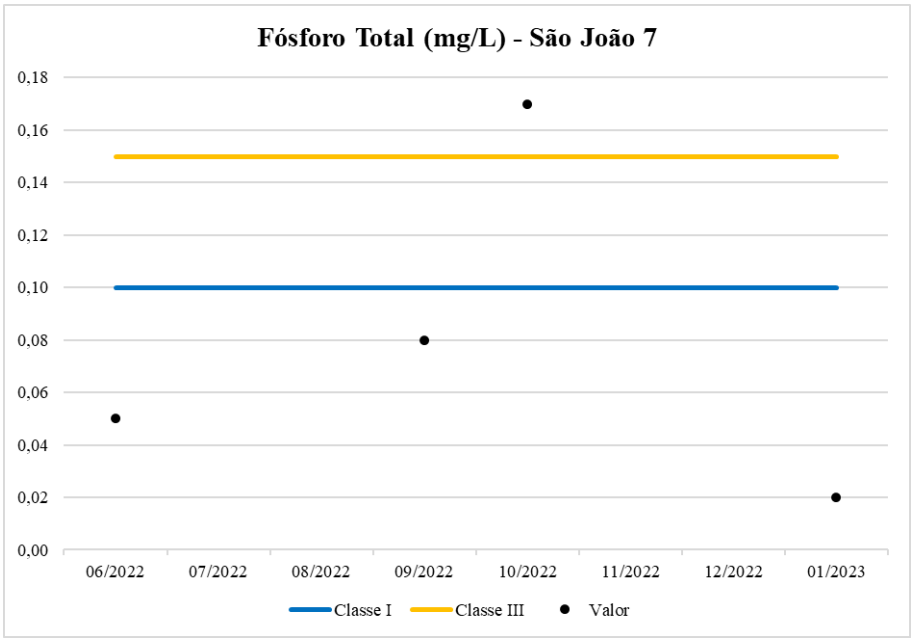


Figura 7.123 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 7.

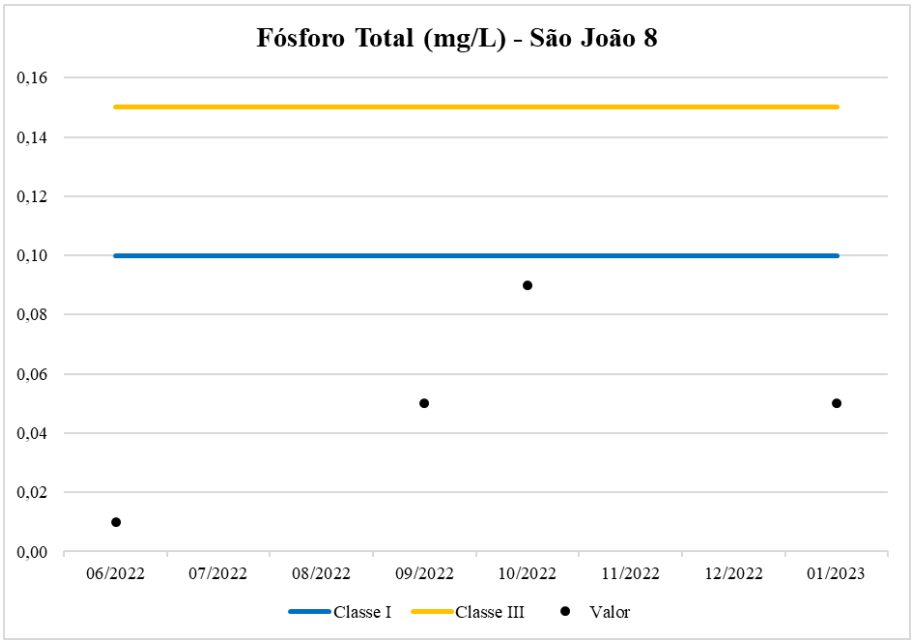


Figura 7.124 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 8.

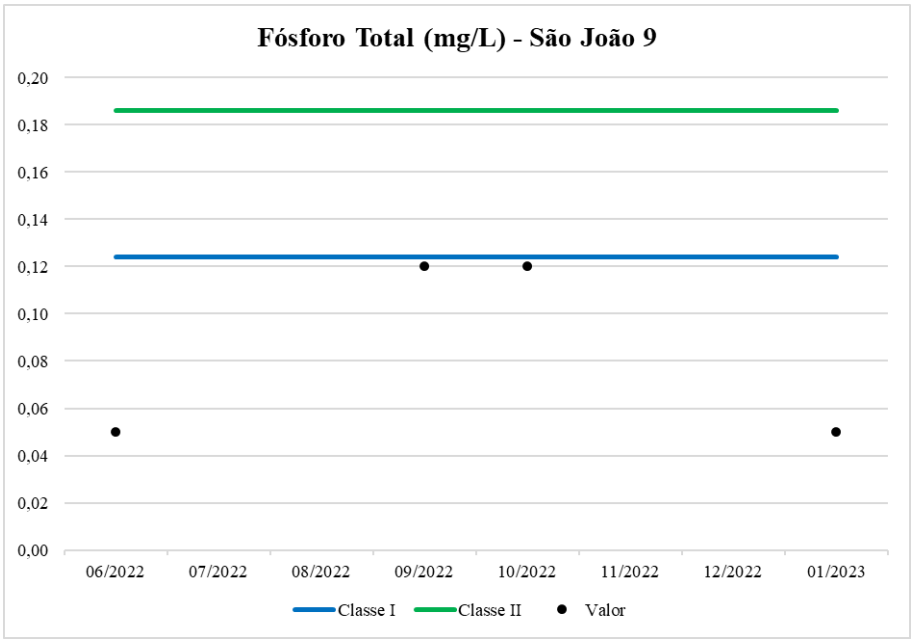


Figura 7.125 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo São João 9.

Considerando o ponto de água salina, pela maior parte do tempo apresenta-se a Classe I, com parcelas nas classes II e III. Pela série temporal identifica-se uma lacuna de dados entre os anos de 2014 e 2022.

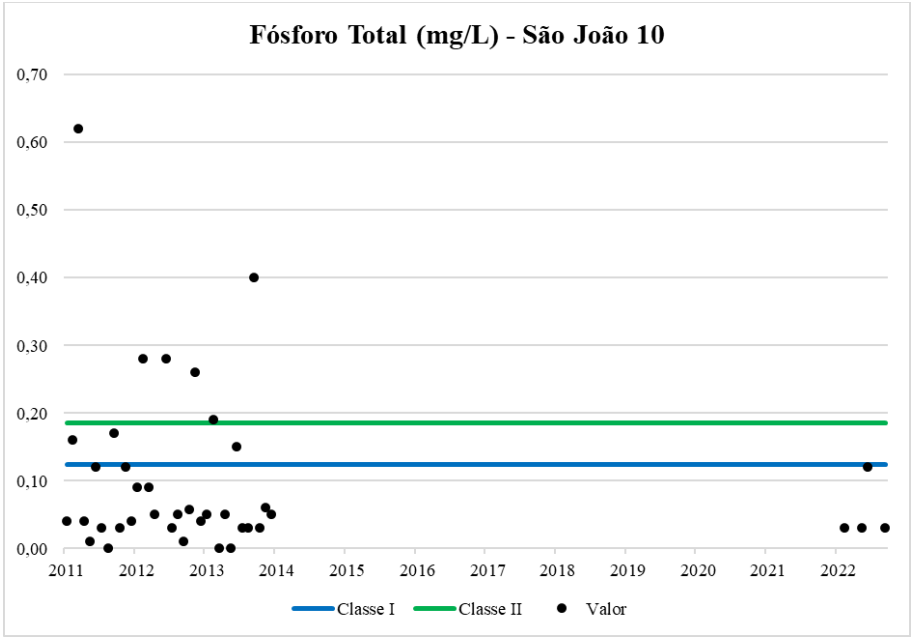


Figura 7.126 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos de água salina no grupo São João 10.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O Oxigênio Dissolvido (OD) apresentou redução em sua concentração ao longo do perfil de amostragens realizado. Concentrações compatíveis com Classes I e II apresentaram pouca

persistência no tempo ao longo dos pontos monitorados no rio Indaiaçu e São João, com recuperação para concentrações mais altas próximos a foz. As séries temporais apresentam poucos dados, mas é possível observar que concentrações elevadas de OD são recorrentes na foz do rio São João.

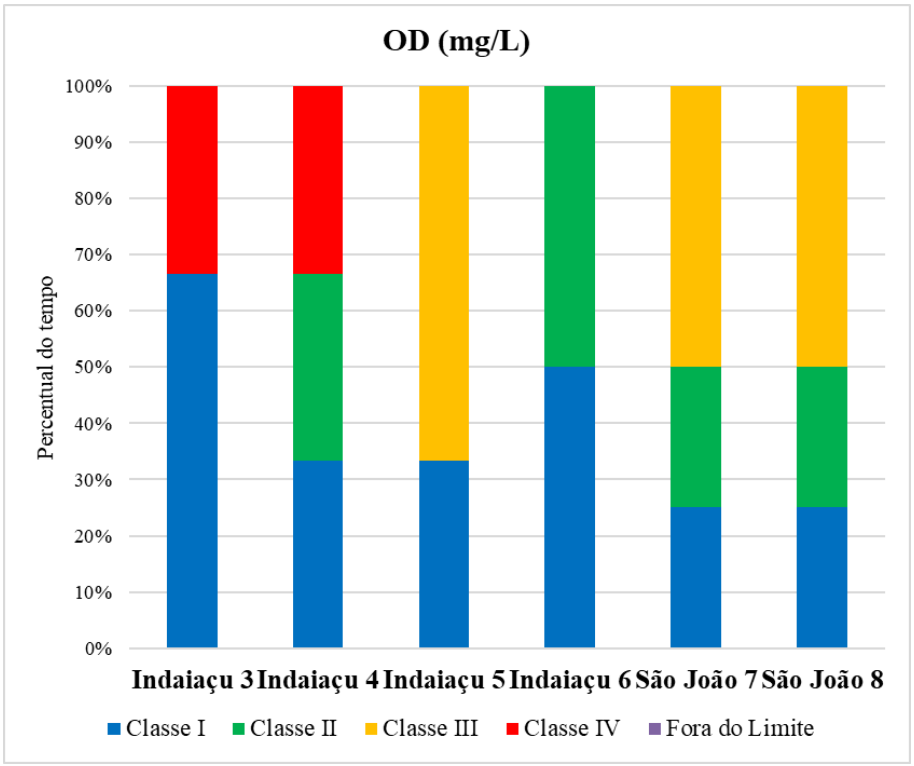


Figura 7.127 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos de água doce da UHP VI-b.

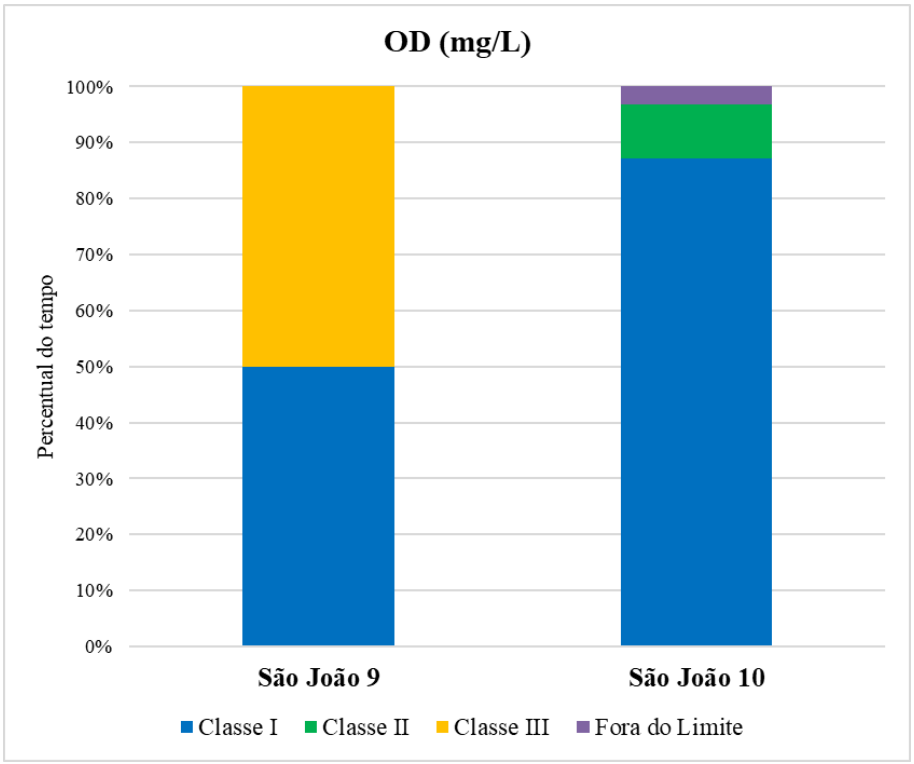


Figura 7.128 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos de água salina da UHP VI-b.

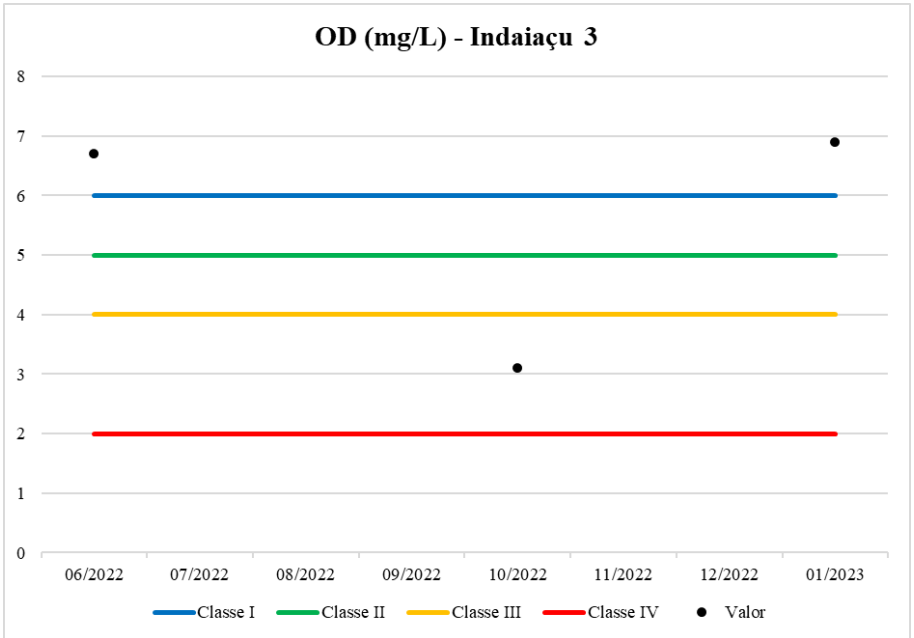


Figura 7.129 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 3.

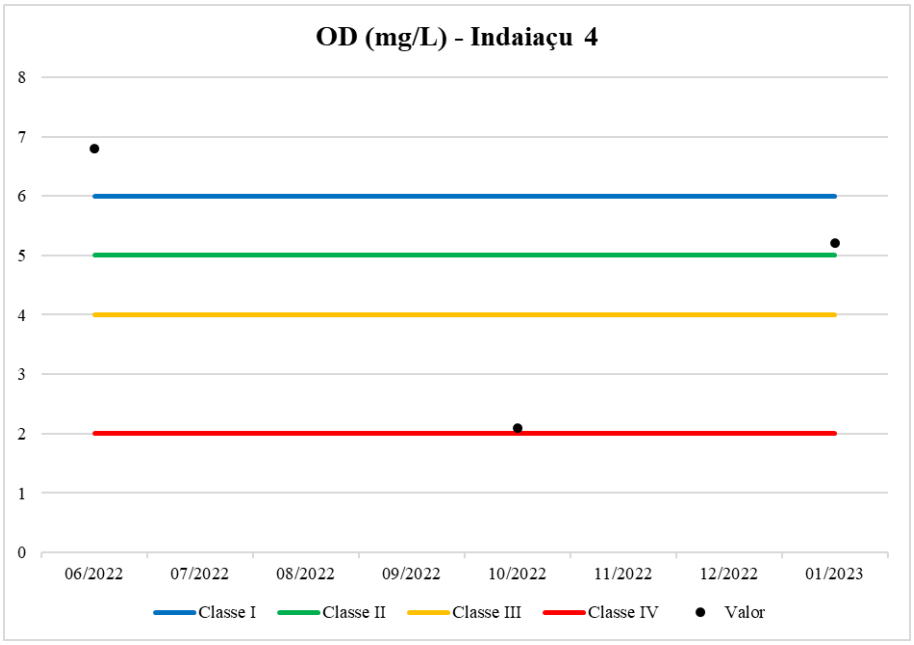


Figura 7.130 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 4.

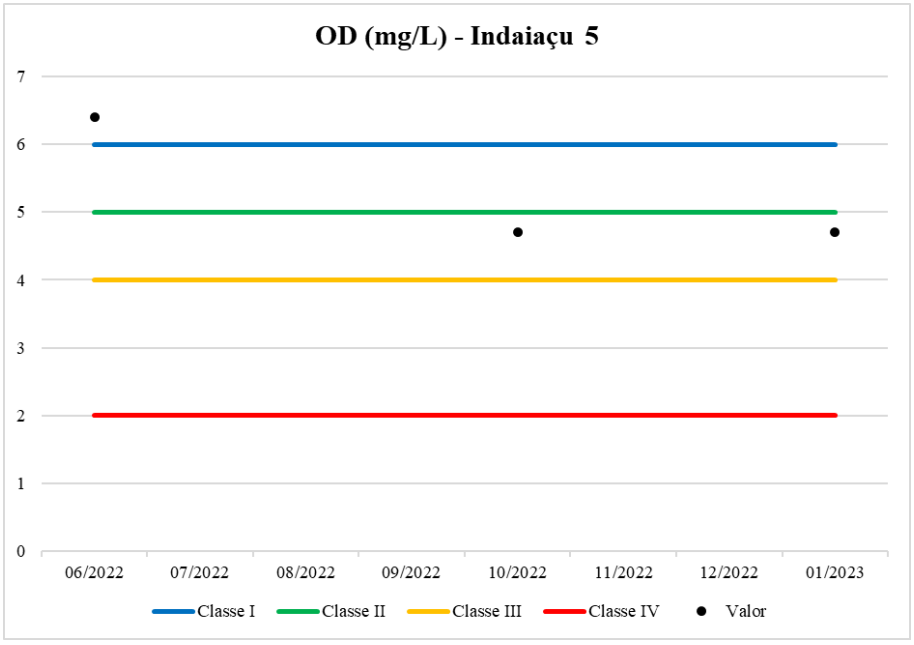


Figura 7.131 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 5.

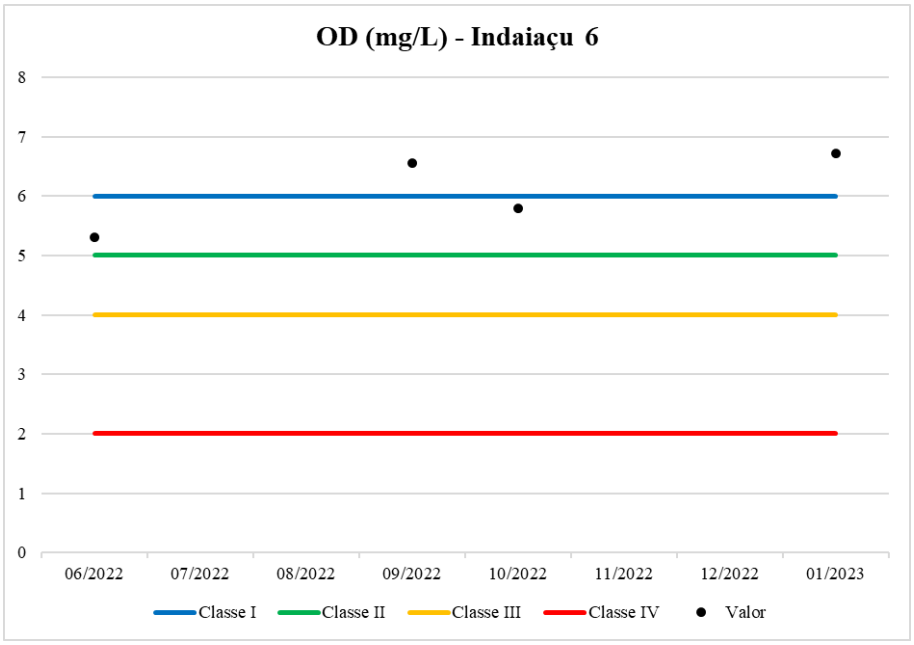


Figura 7.132 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Indaiaçu 6.

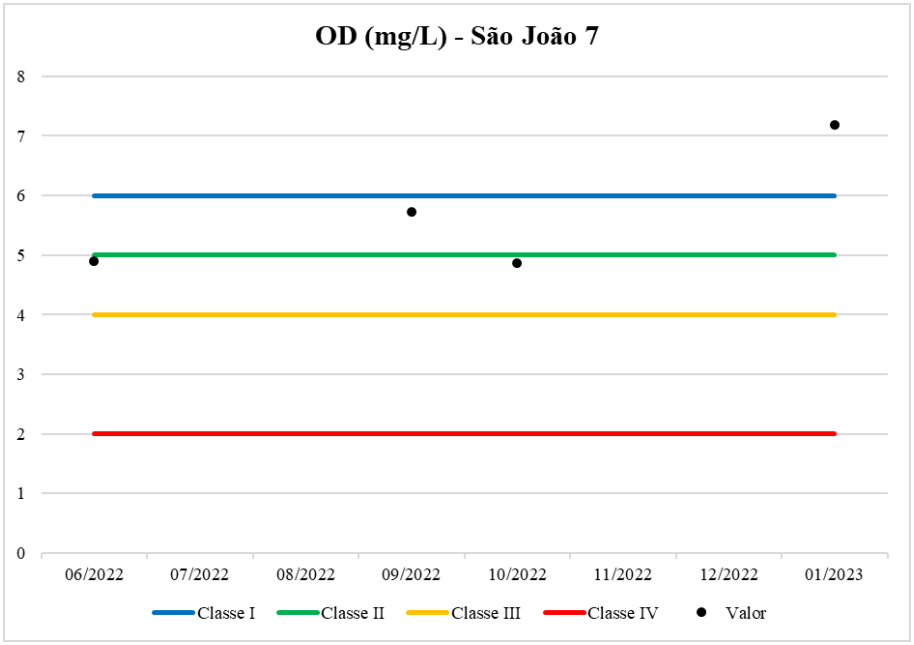


Figura 7.133 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 7.

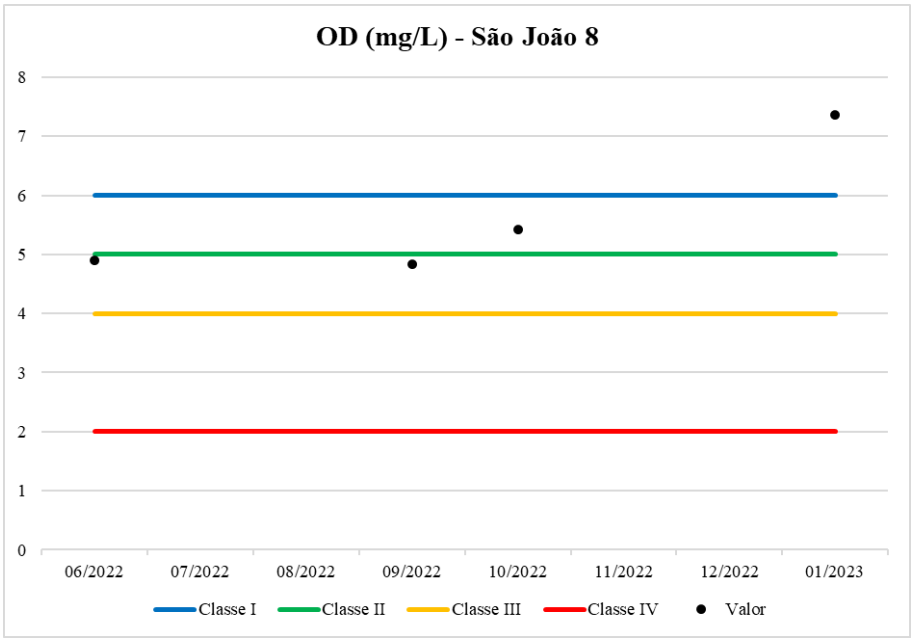


Figura 7.134 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 8.

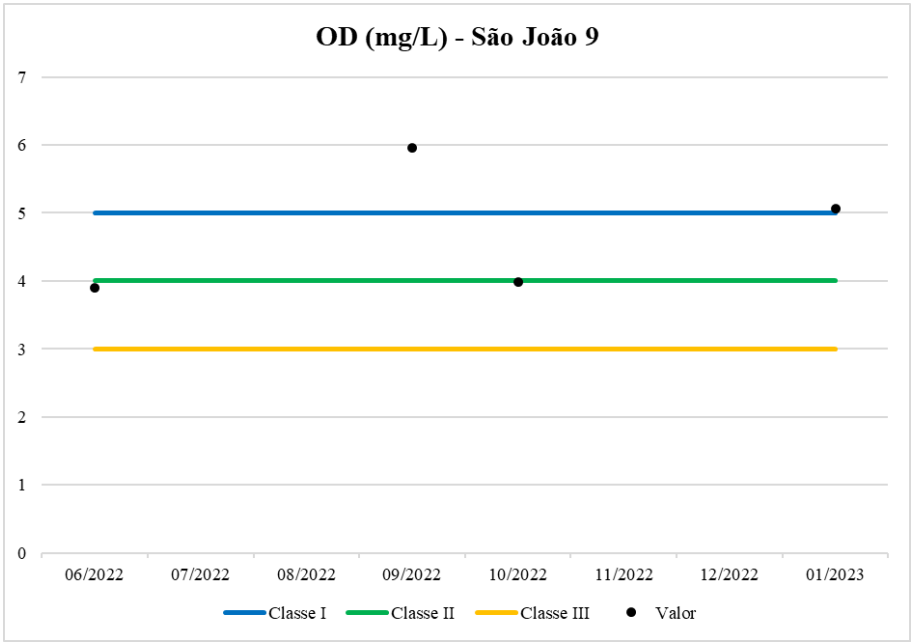


Figura 7.135 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 9.

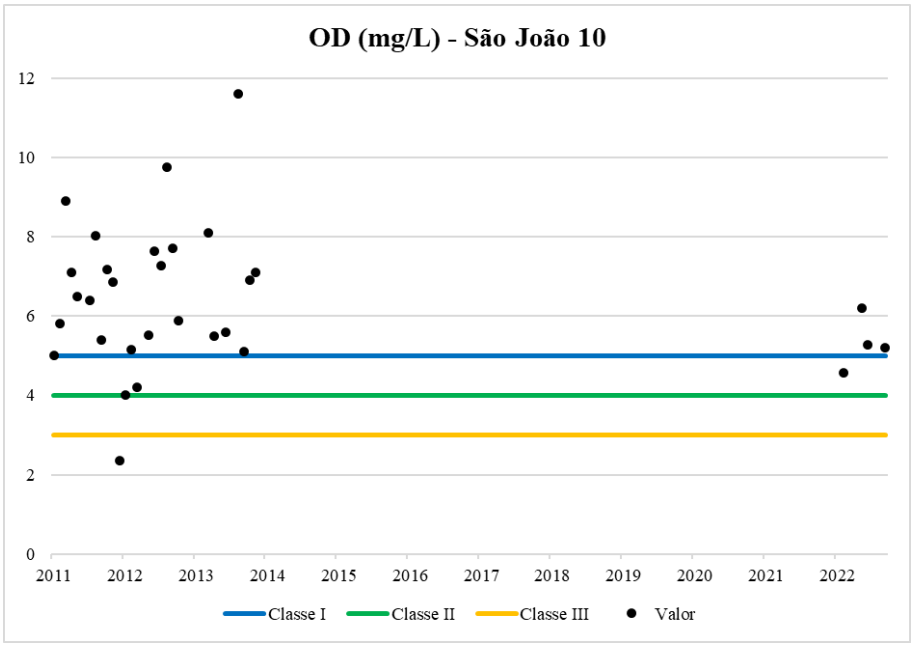


Figura 7.136 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo São João 10.

TURBIDEZ

A turbidez nessa UHP se mostrou com valores compatíveis com águas de Classe I na maior parte do tempo em todos os pontos amostrados (Figura 7.137). A série curta de dados limita as análises, mas o comportamento na foz do rio São João indica que as águas apresentam baixa turbidez ao longo dos anos (Figura 7.138).

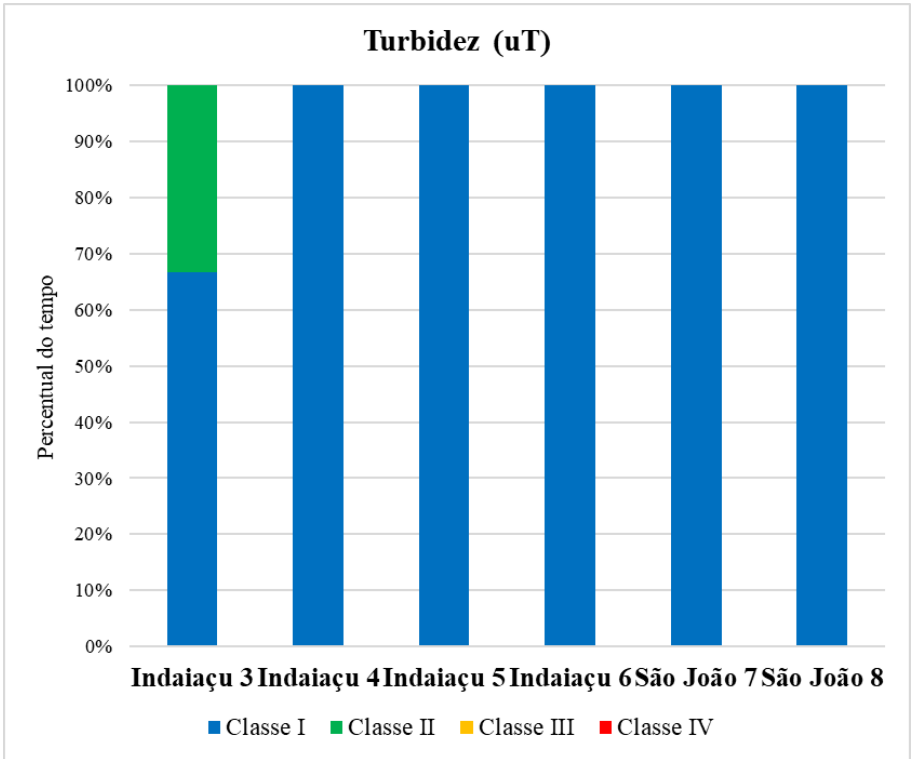


Figura 7.137 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-b.

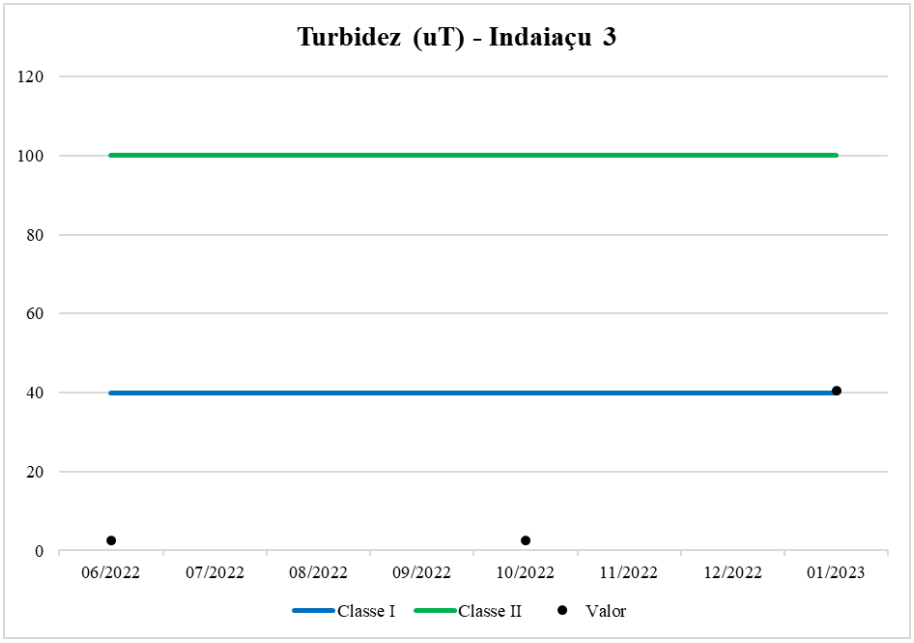


Figura 7.138 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 3.

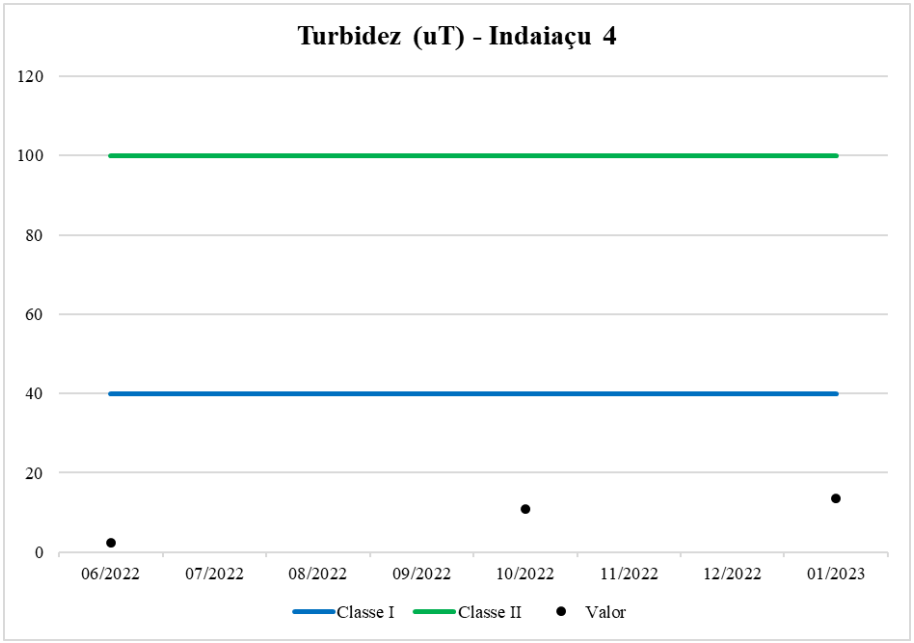


Figura 7.139 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 4.

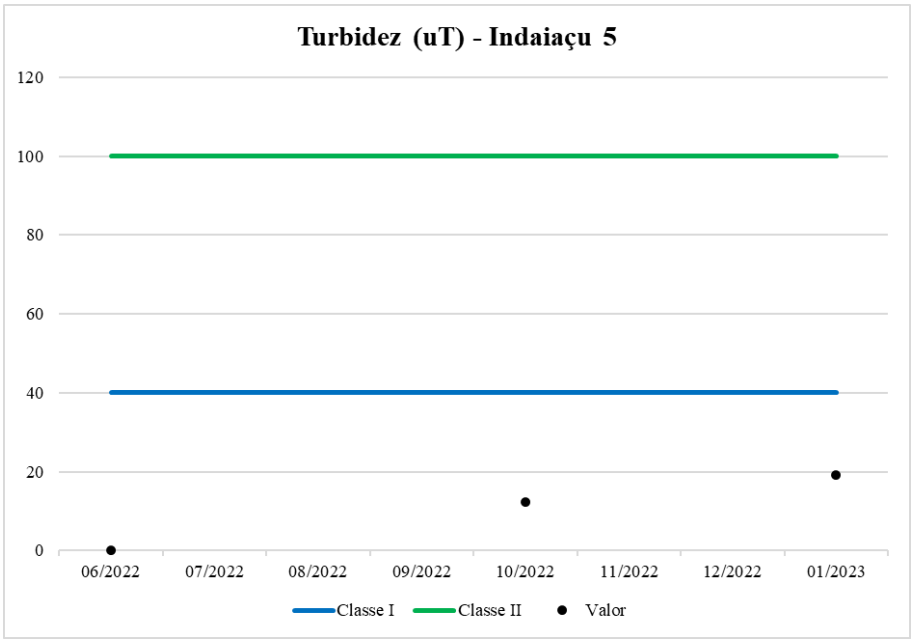


Figura 7.140 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 5.

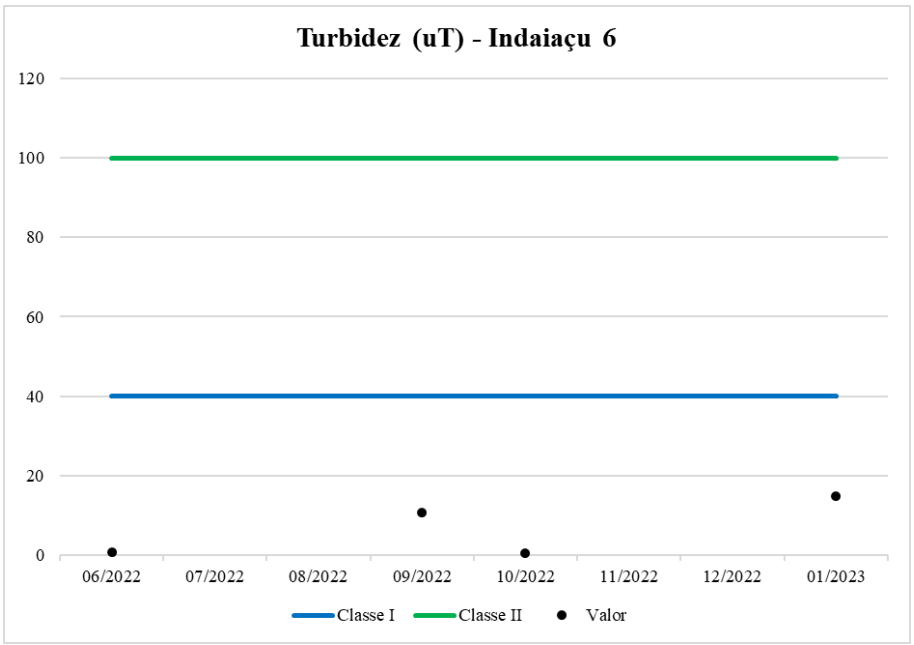


Figura 7.141 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Indaiaçu 6.

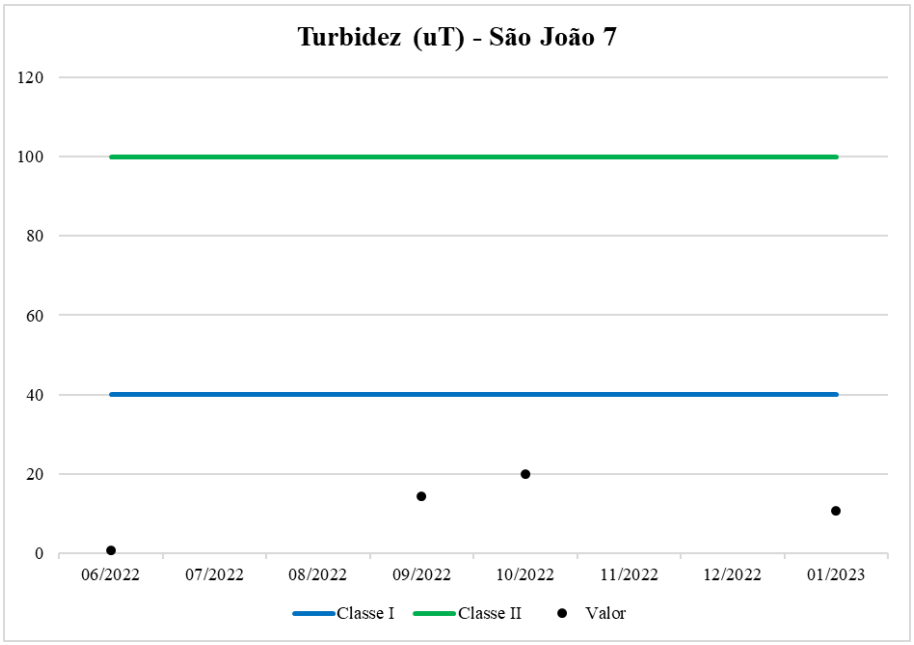


Figura 7.142 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 7.

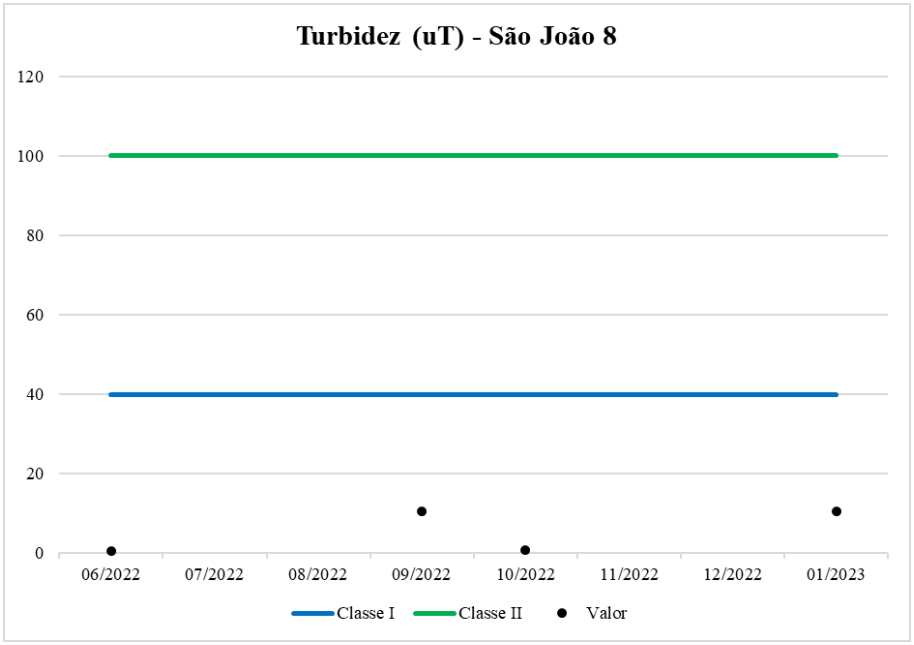


Figura 7.143 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo São João 8.

7.2.1.3.2.1.2 Índice de Qualidade da Água

Dada a indisponibilidade de 2 (Coliformes Termotolerantes e SólidosTotais) dos 9 parâmetros avaliados no IQA, não foi possível realizar o cálculo do índice para a UHP-b.

7.2.1.3.2.2 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-b

7.2.1.3.2.2.1 Ambientes lóticos

O diagnóstico da qualidade da água nesta UHP é limitado pelo número de amostragens realizados até o momento. O monitoramento atual, operado pela CBHLSJ, apresenta poucos dados que permitam caracterizações críticas sobre a qualidade da água nos rios. Observa-se, contudo, uma tendência de águas com menor qualidade próximas a confluência entre os rios Indaiaçu e São João, melhorando a qualidade próximo a foz (maior permanência em Classe I e II).

A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-b.

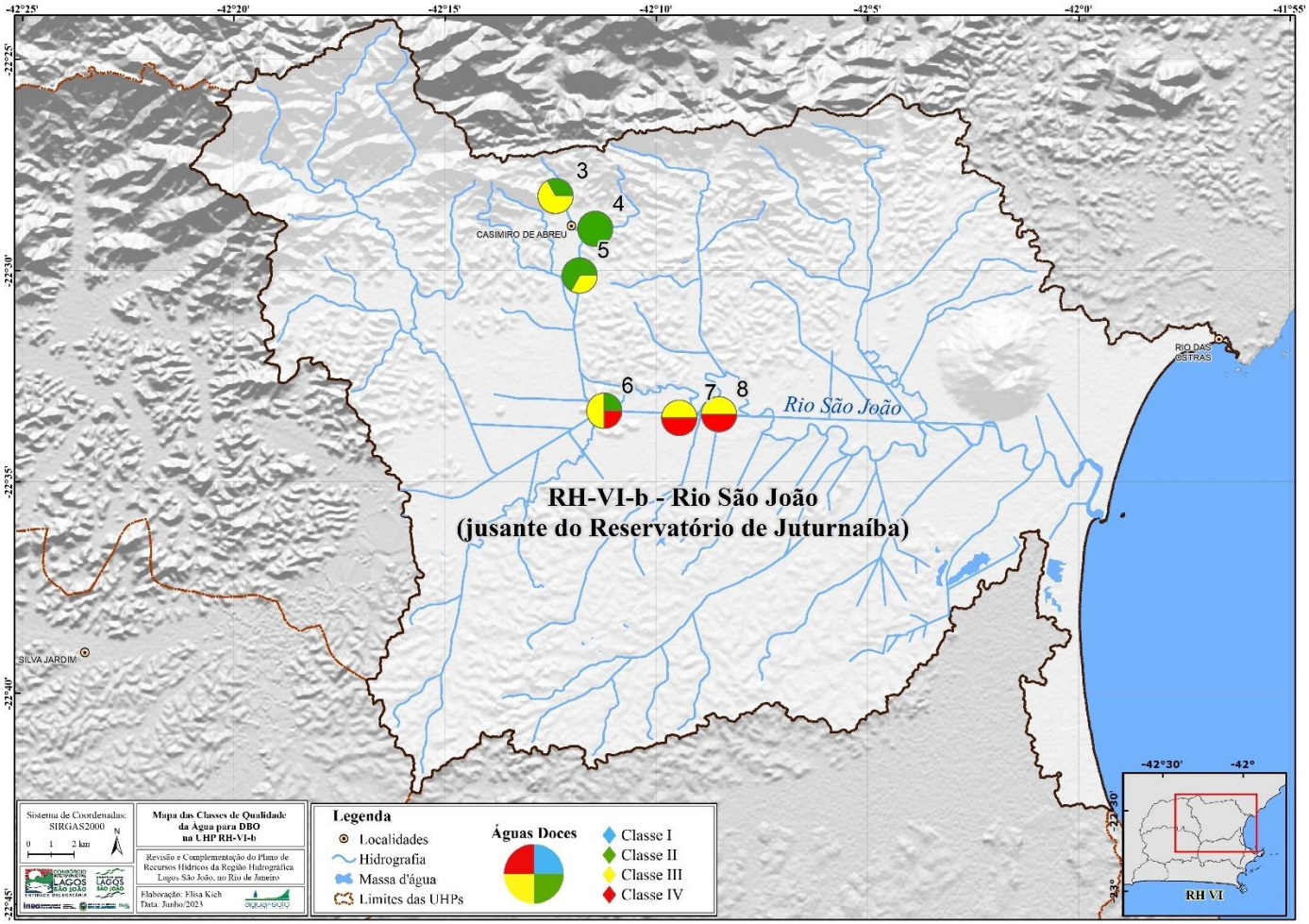


Figura 7.144 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-b.
Fonte: Elaboração Própria.

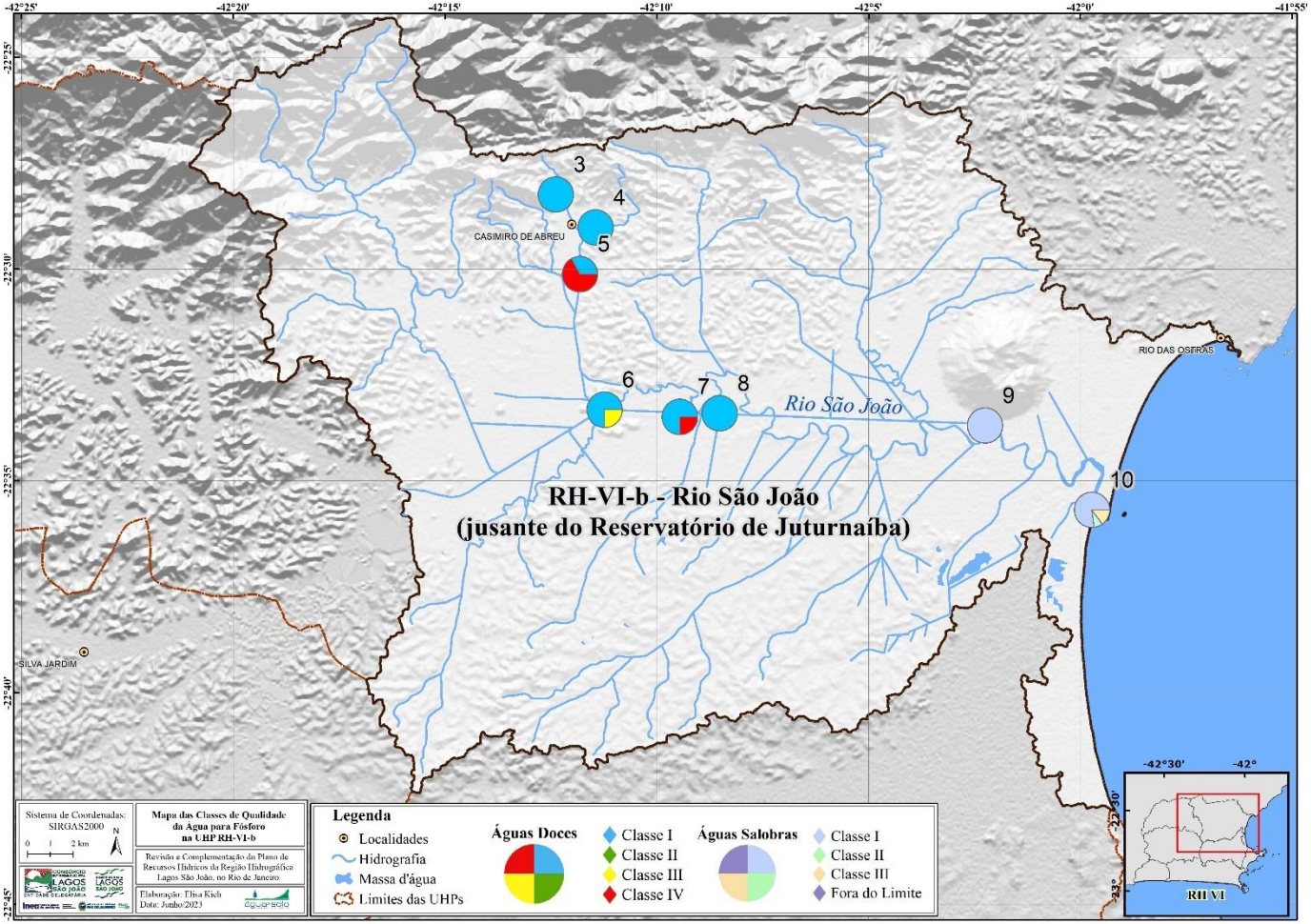


Figura 7.145 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-b.
Fonte: Elaboração Própria

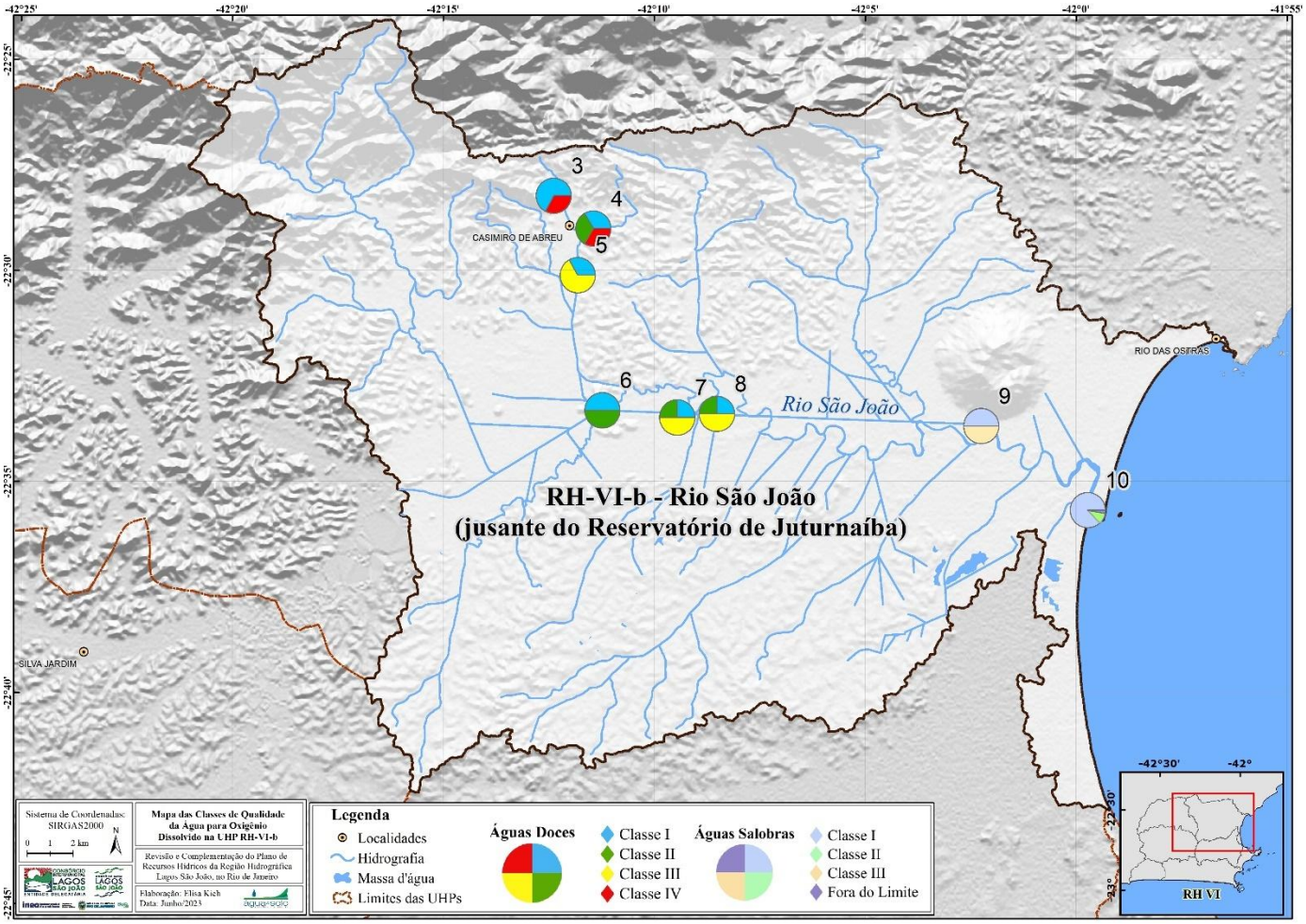


Figura 7.146 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-b.
Fonte: Elaboração Própria.

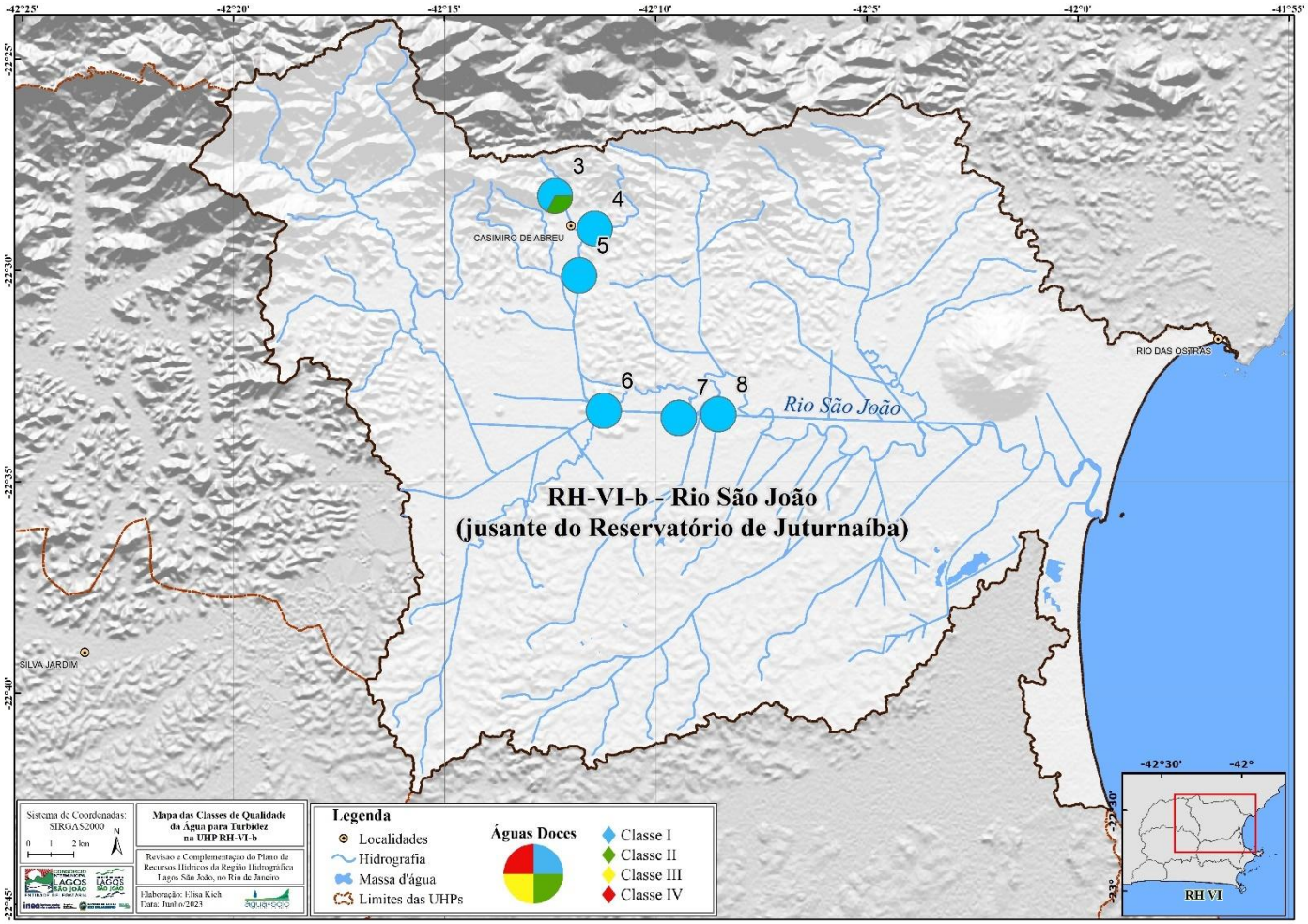


Figura 7.147 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-b.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.3 UHP VI-c: Rios Capivari e Bacaxá

A UHP VI-c apresenta cinco grupos com 11 pontos, quatro em ambiente lótico e um em ambiente lêntico. Abaixo é apresentado um resumo dos grupos e pontos, assim como do período de dados. A Figura 7.148 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados subdivididos em ambiente lótico e lêntico.

Tabela 7.44 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
Capivari 11	P26, P30, P89, P103, P106	Lótico	Doce	11/05/2011	03/01/2023
Capivari 12	P27	Lótico	Doce	01/04/2021	01/10/2022
Bacaxá 13	P29, P91, P104	Lótico	Doce	11/05/2011	03/01/2023
Capivari 14	P90, P9105	Lótico	Doce	20/07/2013	03/01/2023

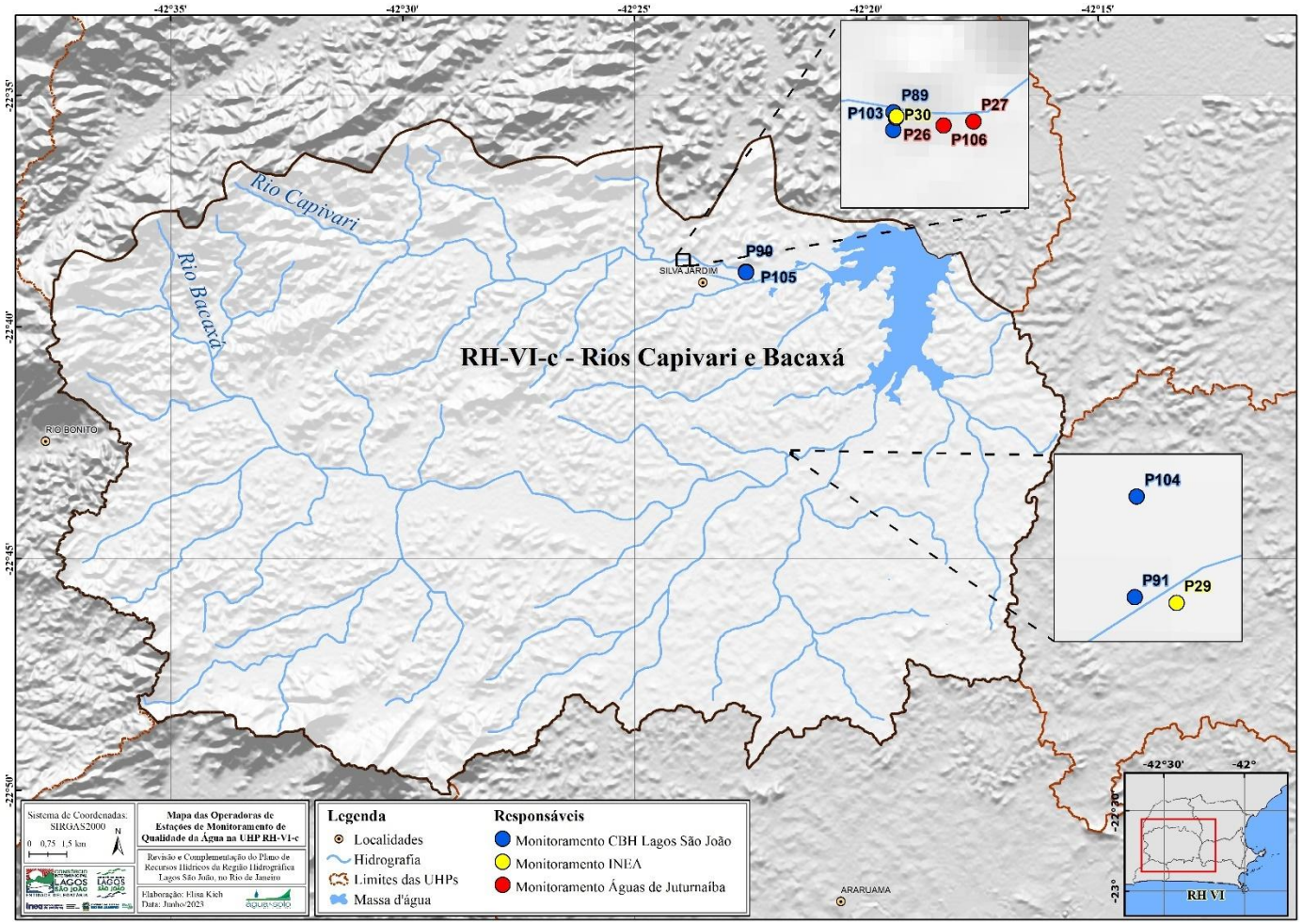


Figura 7.148 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.3.1 Ambientes lóticos

A UHP VI-c é formada principalmente pelos rios Capivari e Bacaxá. Os pontos de monitoramento identificados são operados pelo INEA, CBHLSJ e Águas de Juturnaíba.

7.2.1.3.3.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

A análise de Coliformes Termotolerantes (CT) apontou para diferentes resultados dependendo do local de análise, porém todos os pontos apresentaram variações de classes entre Classe I e Classe IV. O rio Capivari apresentou situações distintas antes e depois da ETE existente próximo ao reservatório de Juturnaíba, com uma leve melhoria na qualidade da água a jusante (Figura 7.149). As séries temporais de CT para o rio Bacaxá apresentam pouca variação anual, com dois picos ocorridos em meados de 2018 (Figura 7.152). Para o rio Capivari a jusante da ETE, há uma variação recorrente nos valores de CT observados, o contrário sendo observado a jusante da ETE onde os valores se mantém recorrentes ao longo do tempo. Vale ressaltar que as duas séries de monitoramento, a jusante e a montante da ETE, apresentam distribuição temporal diferentes, impossibilitando a conclusão sobre o impacto da ETE sobre a melhoria da água do rio (Figura 7.150 e Figura 7.151).

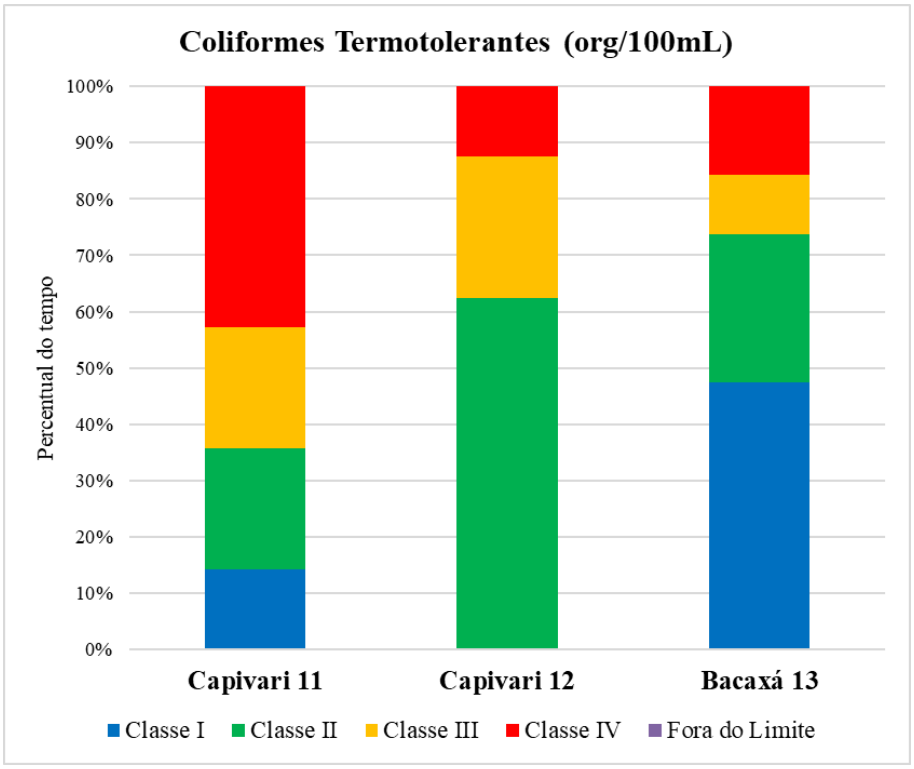


Figura 7.149 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-c.

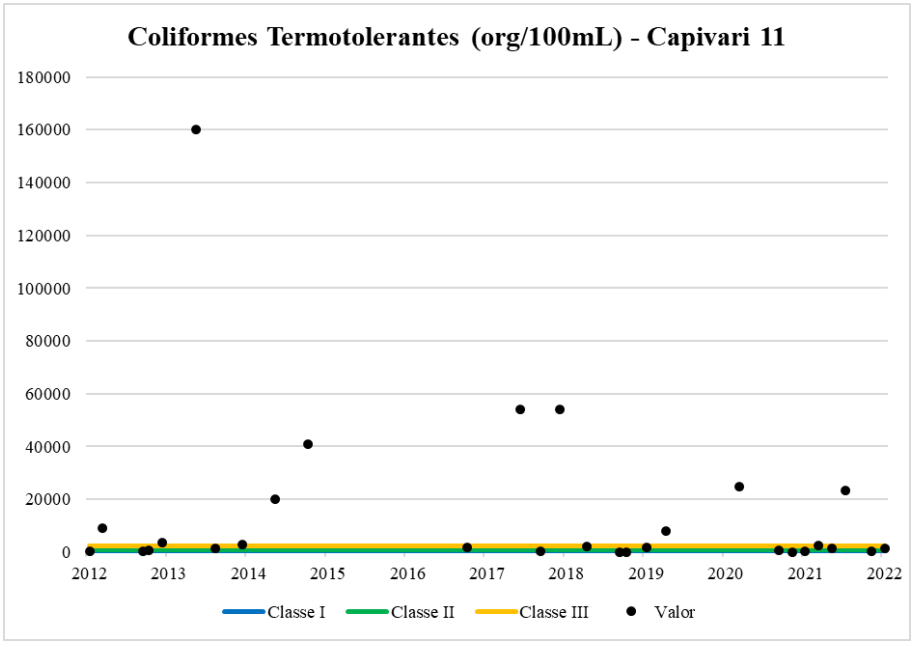


Figura 7.150 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Capivari 11.

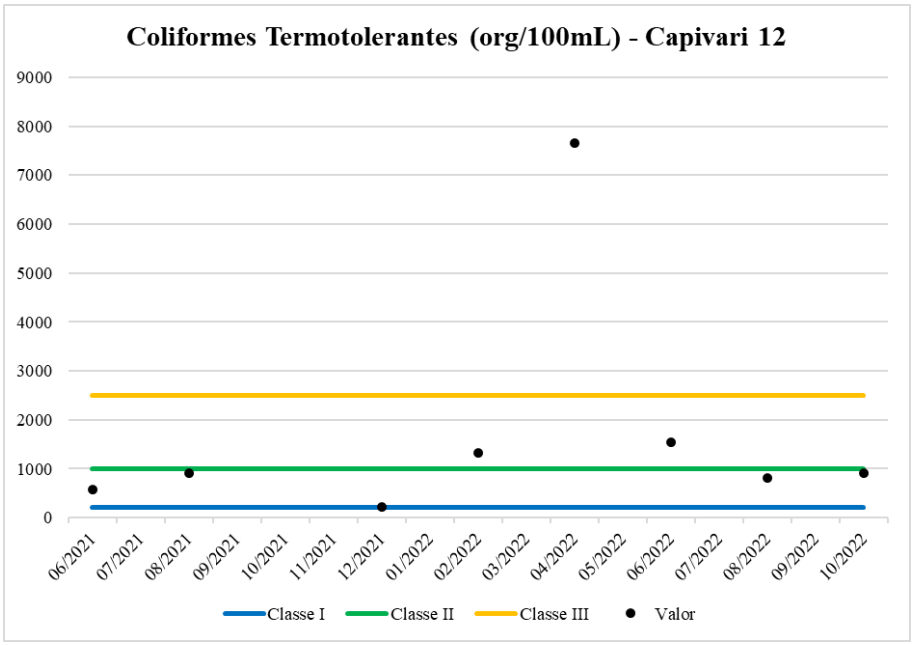


Figura 7.151 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Capivari 12.

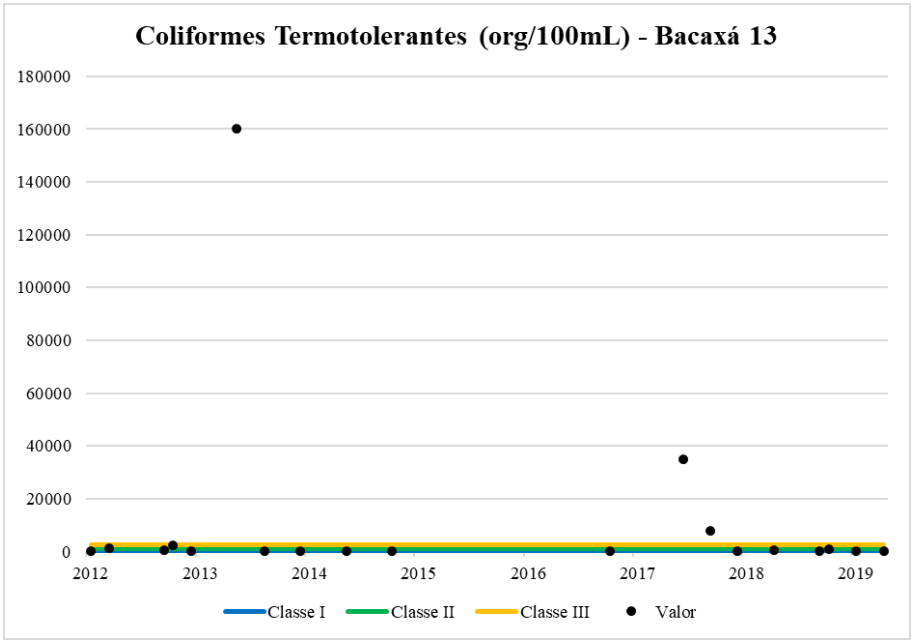


Figura 7.152 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes no grupo Bacaxá 13.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A análise do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou uma tendência a piorar a qualidade das águas do rio Capivari ao se aproximar do reservatório de Juturnaíba (Figura 7.153). Para o rio Bacaxá, a qualidade se manteve igualmente distribuída ao longo do tempo nas classes de água doce analisadas. As séries temporais para o rio Capivari indicam que a jusante da ETE os valores de DBO tendem a apresentar concentrações compatíveis com corpos hídricos de melhor qualidade. O ponto mais a jusante, próximo ao reservatório de

Juturnaíba, apresentou melhoria na qualidade das suas águas referente a este parâmetro em períodos recentes.

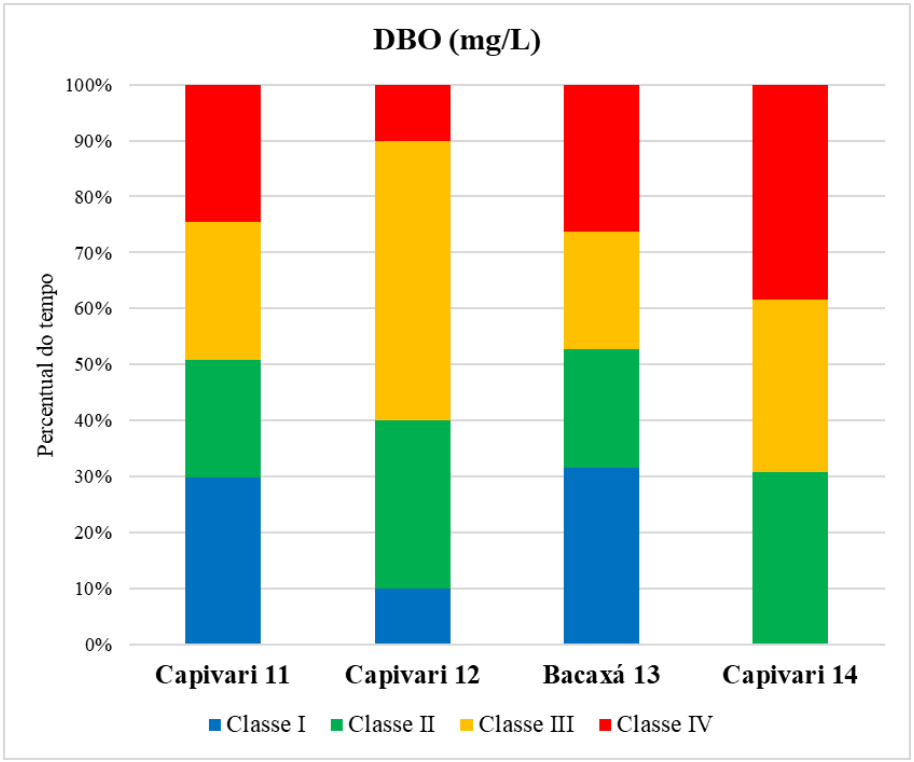


Figura 7.153 - Avaliação temporal das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio nos ambientes lóticos da UHP VI-c.

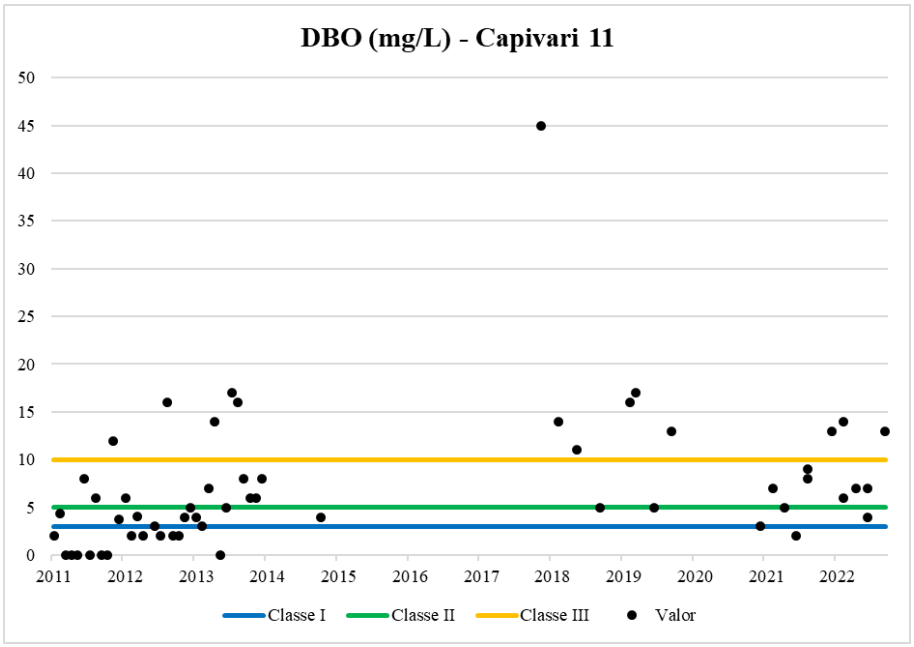


Figura 7.154 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 11.

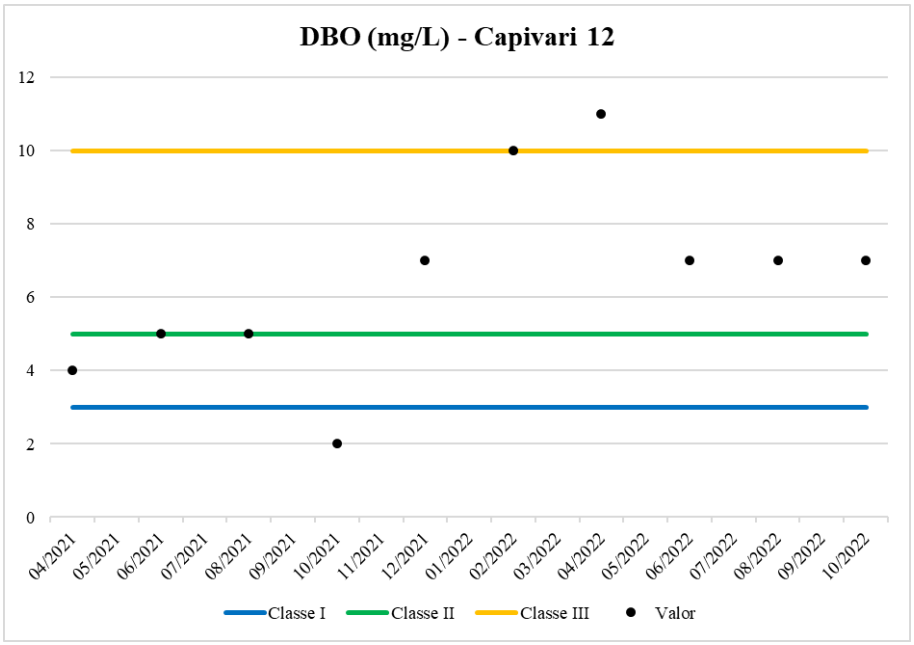


Figura 7.155 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 12.

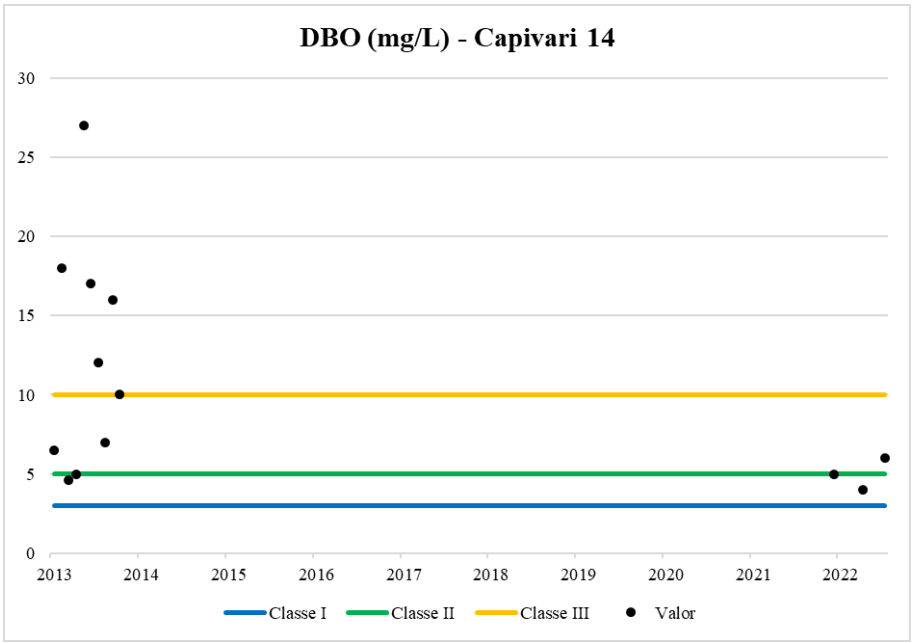


Figura 7.156 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Capivari 14.

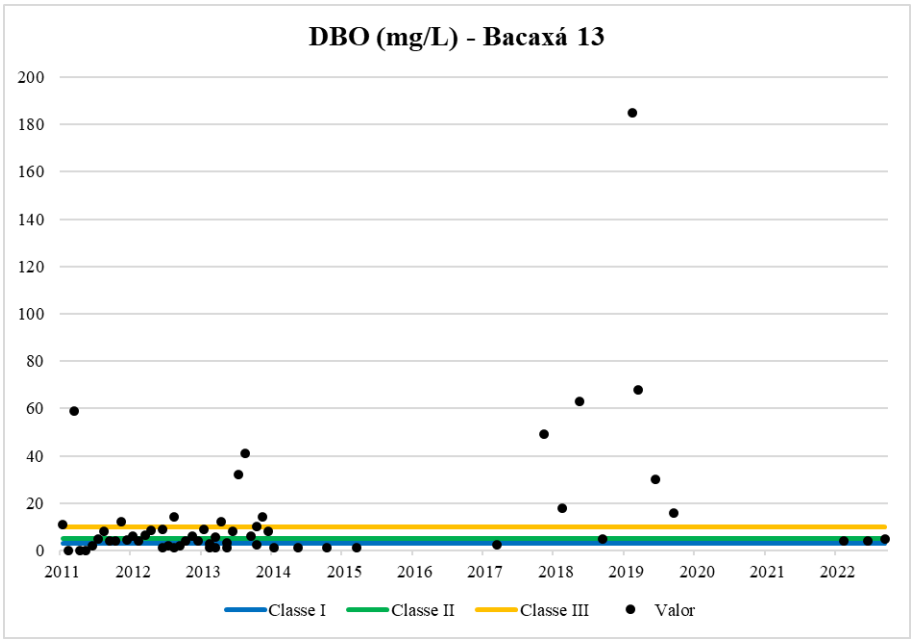


Figura 7.157 - Séries temporais de concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio no grupo Bacaxá 13.

FÓSFORO TOTAL

As concentrações de fósforo apresentaram valores compatíveis com corpos hídricos de água doce de Classe I na maior parte do tempo nos pontos Capivari 11 e Capivari 12 (Figura 7.158). O ponto Capivari 14 apresenta maior frequência na Classe IV. As séries temporais de fósforo indicam que os maiores valores de concentrações observados ocorreram em anos passados, com valores considerados compatíveis a corpos hídricos de Classe I no período recente (Figura 7.159 a Figura 7.162).

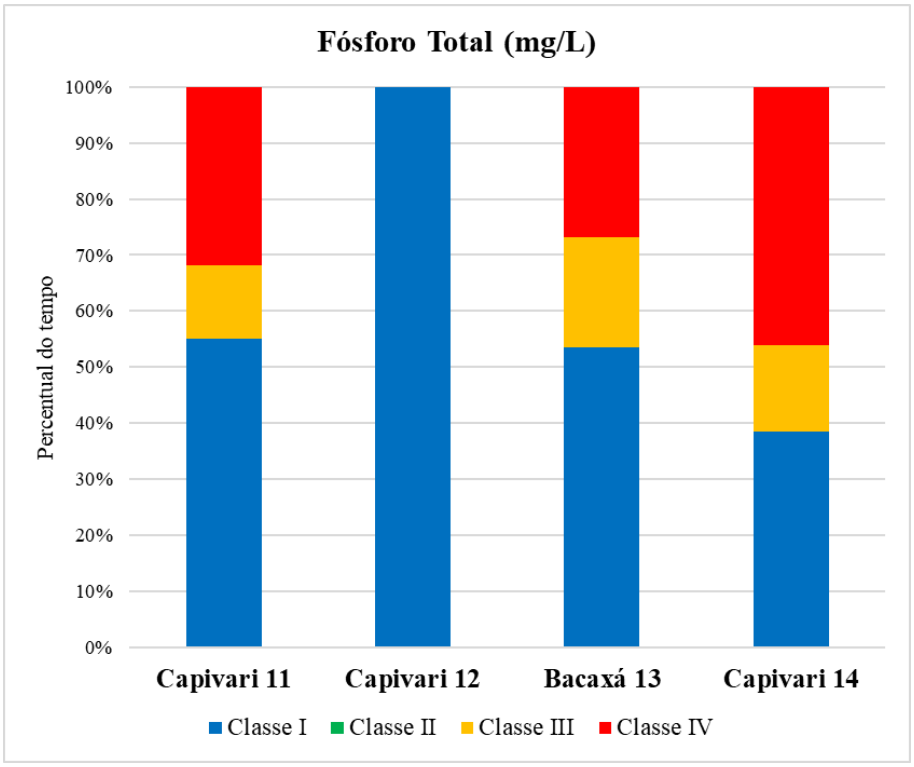


Figura 7.158 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-c.

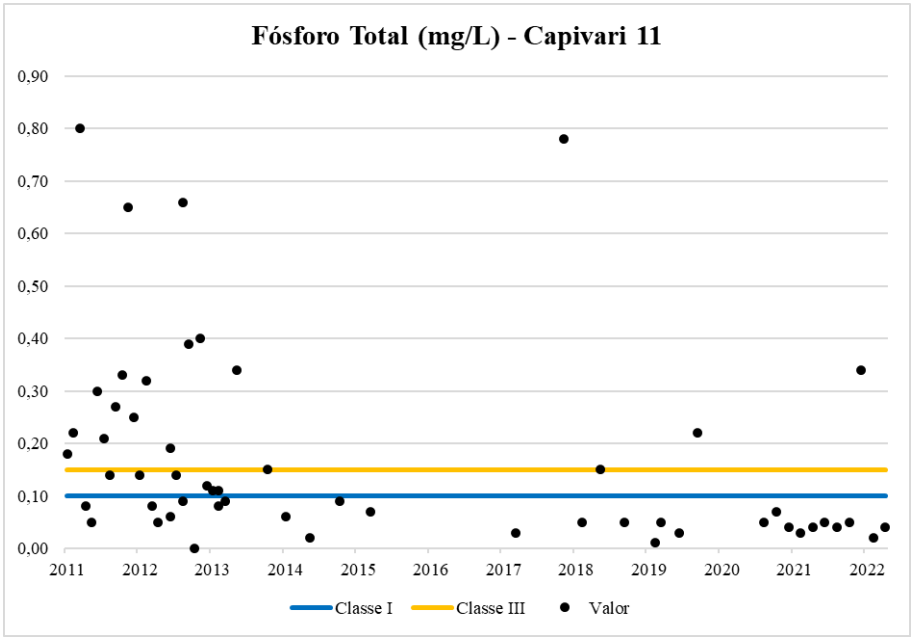


Figura 7.159 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 11.

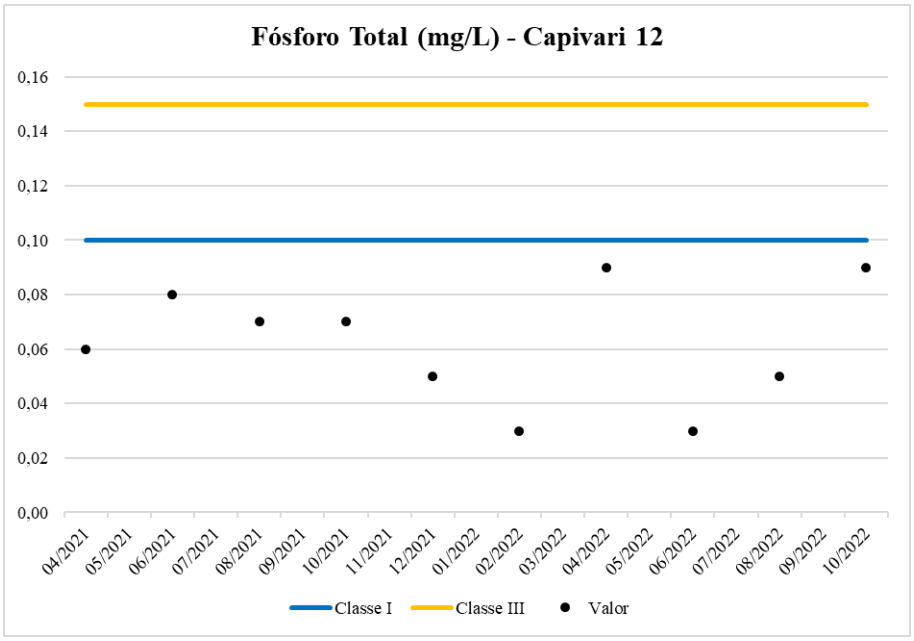


Figura 7.160 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 12.

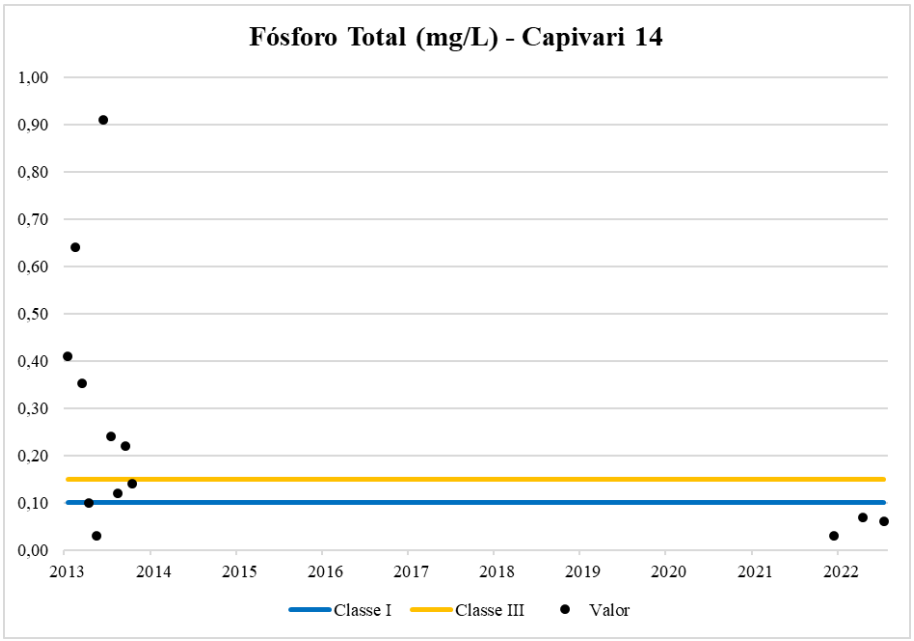


Figura 7.161 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Capivari 14.

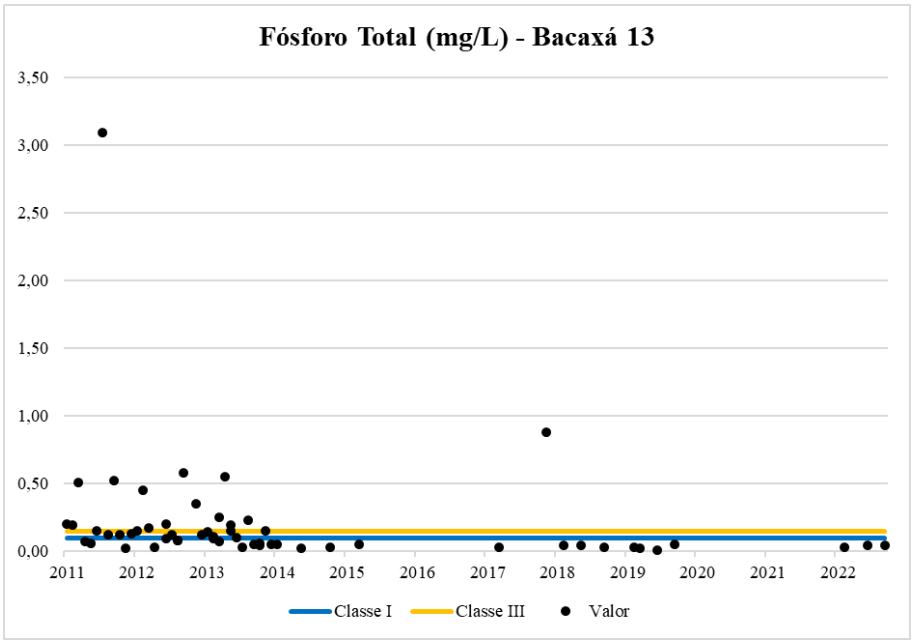


Figura 7.162 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Bacaxá 13.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) se mantiveram compatíveis com corpos hídricos de água doce e Classe I ou II na maior parte do tempo (Figura 7.163). Contudo, as séries temporais amostradas nos rios apontam para uma leve tendência a redução destas concentrações em períodos recentes (Figura 7.164 a Figura 7.166).

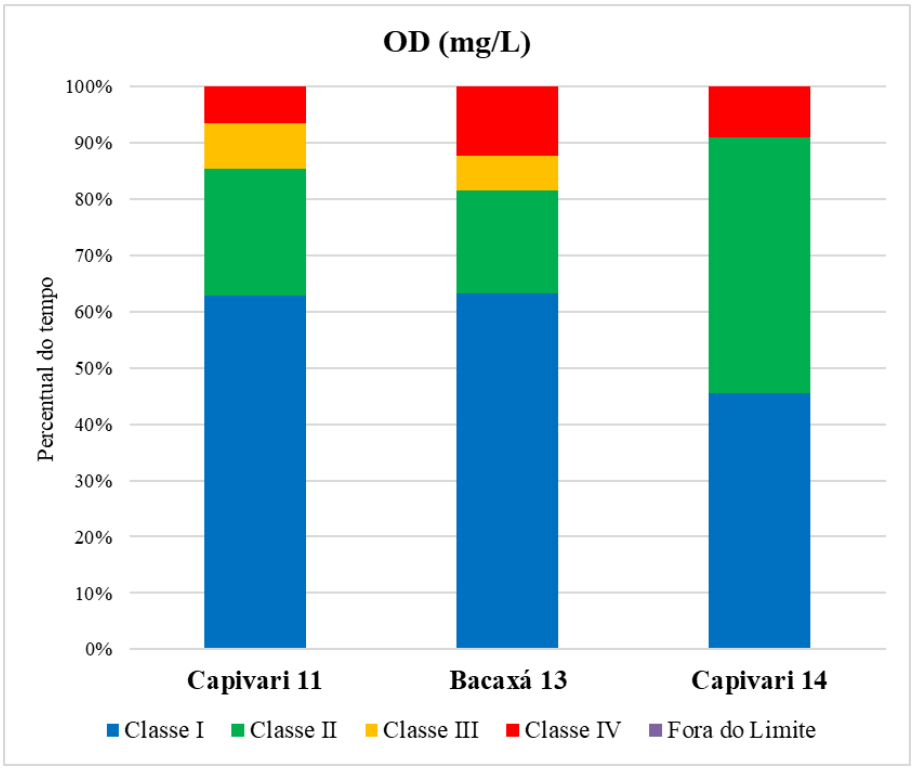


Figura 7.163 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-c.

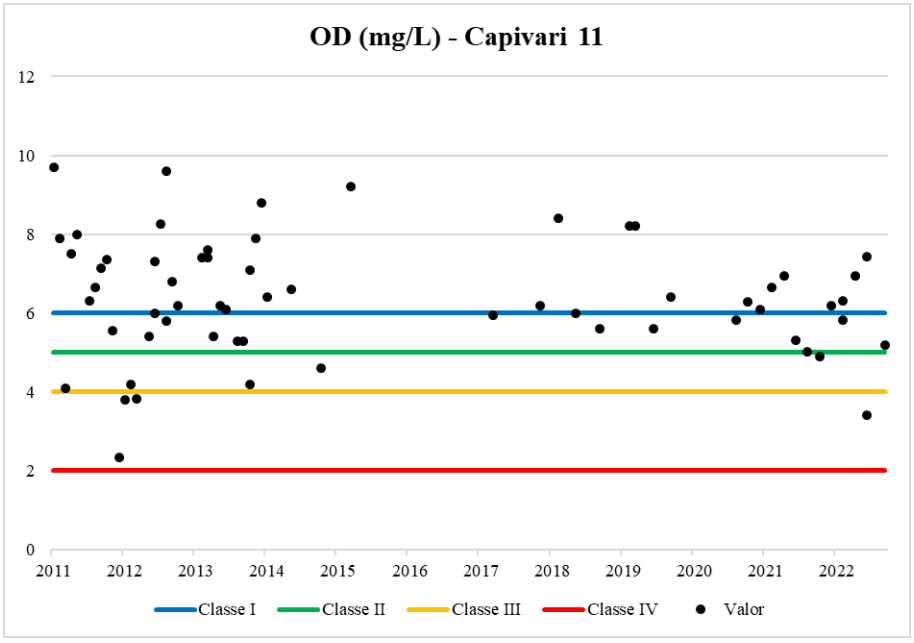


Figura 7.164 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Capivari 11.

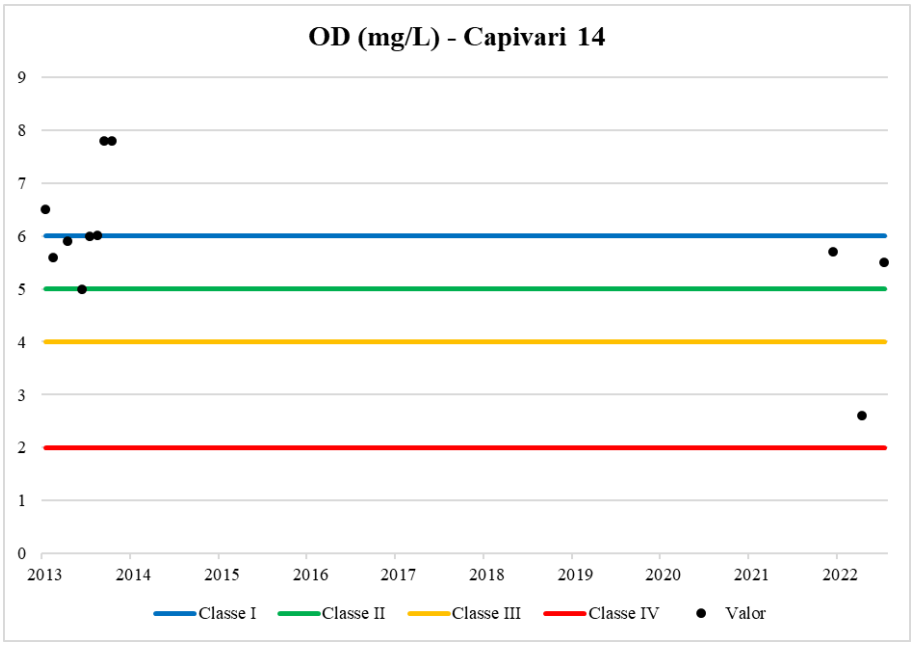


Figura 7.165 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Capivari 14.

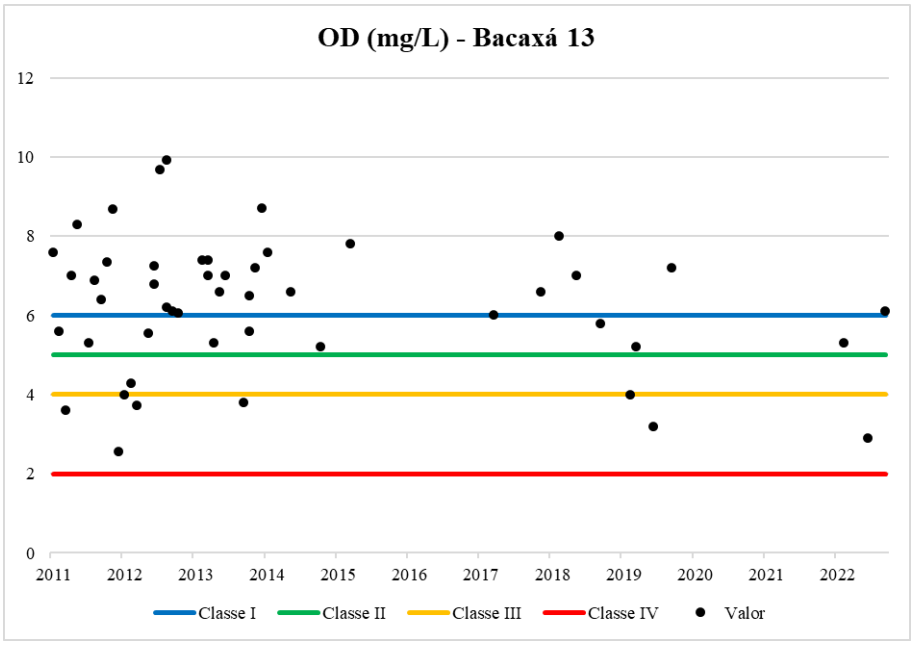


Figura 7.166 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Bacaxá 13.

TURBIDEZ

Os dados de turbidez se mantiveram compatíveis com corpos hídricos de Classe I na maior parte do tempo (Figura 7.167). As séries temporais apresentam pouca variação ao longo dos anos, exceto por um pico em meados de 2018 (Figura 7.168 a Figura 7.169).

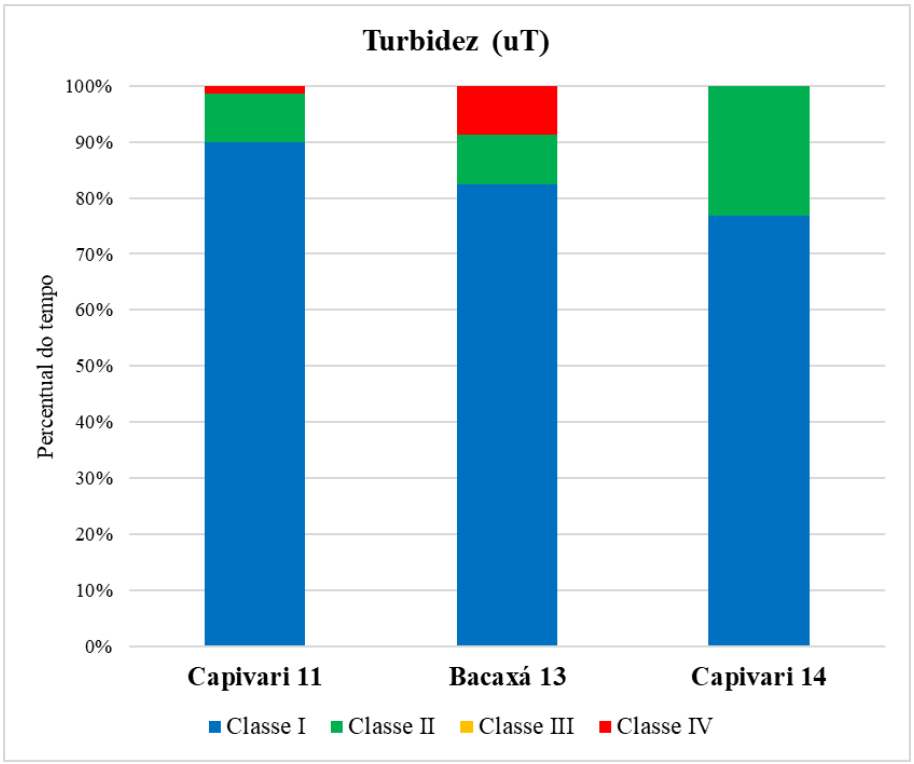


Figura 7.167 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-c.

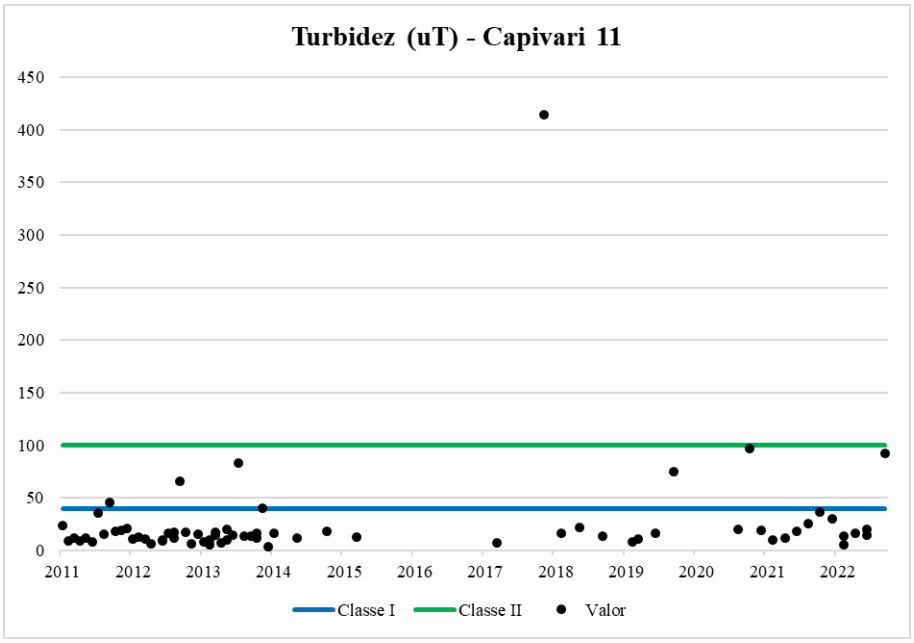


Figura 7.168 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Capivari 11.

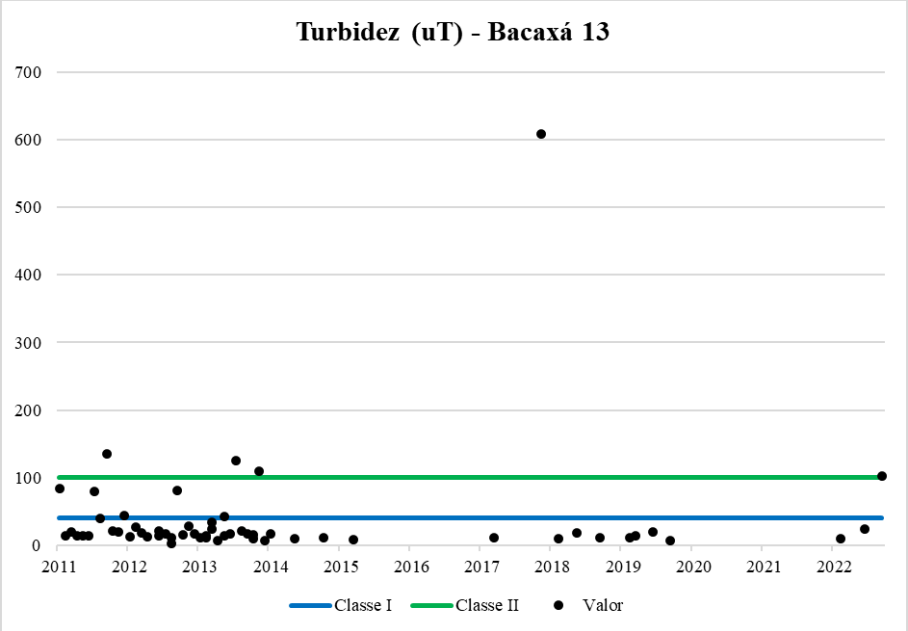


Figura 7.169 - Séries temporais de concentrações de Turbidez no grupo Bacaxá 13.

7.2.1.3.3.1.2 Índice de Qualidade da Água

Avaliou-se o IQA para dois grupos que estão localizados nos rios Capivari (Capivari 11) e Bacaxá (Bacaxá 13) na UHP. Os grupos apresentam longa série histórica (a partir de 2011 até 2023).

A Tabela 7.45 apresenta um resumo das informações, onde se verifica que os índices de qualidade da água calculados apresentam situações consideradas MÉDIA (Capivari 11) e RUIM (Bacaxá 13). Os principais parâmetros limitantes da qualidade da água foram os coliformes e a DBO para todos os grupos analisados. Uma vez que estes rios são afluentes do reservatório de Juturnaíba, as condições de qualidade de suas águas devem ser priorizadas para evitar problemas de eutrofização ou proliferação de algas no reservatório.

Tabela 7.45 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-c.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Valor do IQA	Classificação IQA
Capivari 11	Rio Capivari	51,45	Média
Bacaxá 13	Rio Bacaxá	49,99	Ruim

As faixas de classificação adotadas foram apresentadas no item 7.2.1.1.3.

7.2.1.3.3.2 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-c

7.2.1.3.3.2.1 Ambientes lóticos

A UHP possui poucos pontos de monitoramento espalhados pela bacia. Para o rio Capivari, os pontos identificados são próximos e acabam caracterizando de forma limitada a qualidade das

águas desse corpo hídrico. Para o rio Bacaxá o ponto de monitoramento é localizado próximo ao reservatório de Juturnaíba, o que é adequado para análise de cargas e materiais transportados para o reservatório. Contudo, o fato de existir apenas um ponto de monitoramento nesse corpo hídrico dificulta análises especializadas.

Ao longo do rio Capivari há uma ETE com monitoramento em operação. A existência de pontos de monitoramento a montante e a jusante do lançamento da ETE é positivo, pois permite identificar possíveis impactos deste lançamento sobre a qualidade da água do rio. Contudo, as séries temporais apresentaram defasagens temporais (coletas não sincronizadas) ou falta de padronização (parâmetros diferentes) o que dificulta um diagnóstico aprofundado sobre o lançamento no rio Capivari.

As concentrações de Oxigênio Dissolvido apresentaram leve tendência a valores menores em anos recentes. Com base nos dados existentes, não fica claro porque esta tendência vem sendo observada. Possíveis causas de redução de OD em rios vão desde lançamento de efluentes domésticos (ricos em matéria orgânica) até alterações na bacia hidrográfica (entrada de maior carbono inorgânico no sistema). Novas campanhas de monitoramento devem indicar se este comportamento é pontual ou recorrente, devendo ser investigado com maior aprofundamento em estudos específicos.

A Turbidez apresentou um comportamento único, isolado dos outros parâmetros, que foi representado por um pico em meados de 2018. Não há um motivo claro que permita concluir sobre este pico, e como se apresentou apenas uma vez ao longo da série, pode ser que sua ocorrência tenha sido resultante de um evento pontual ocorrido na bacia.

A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-c.

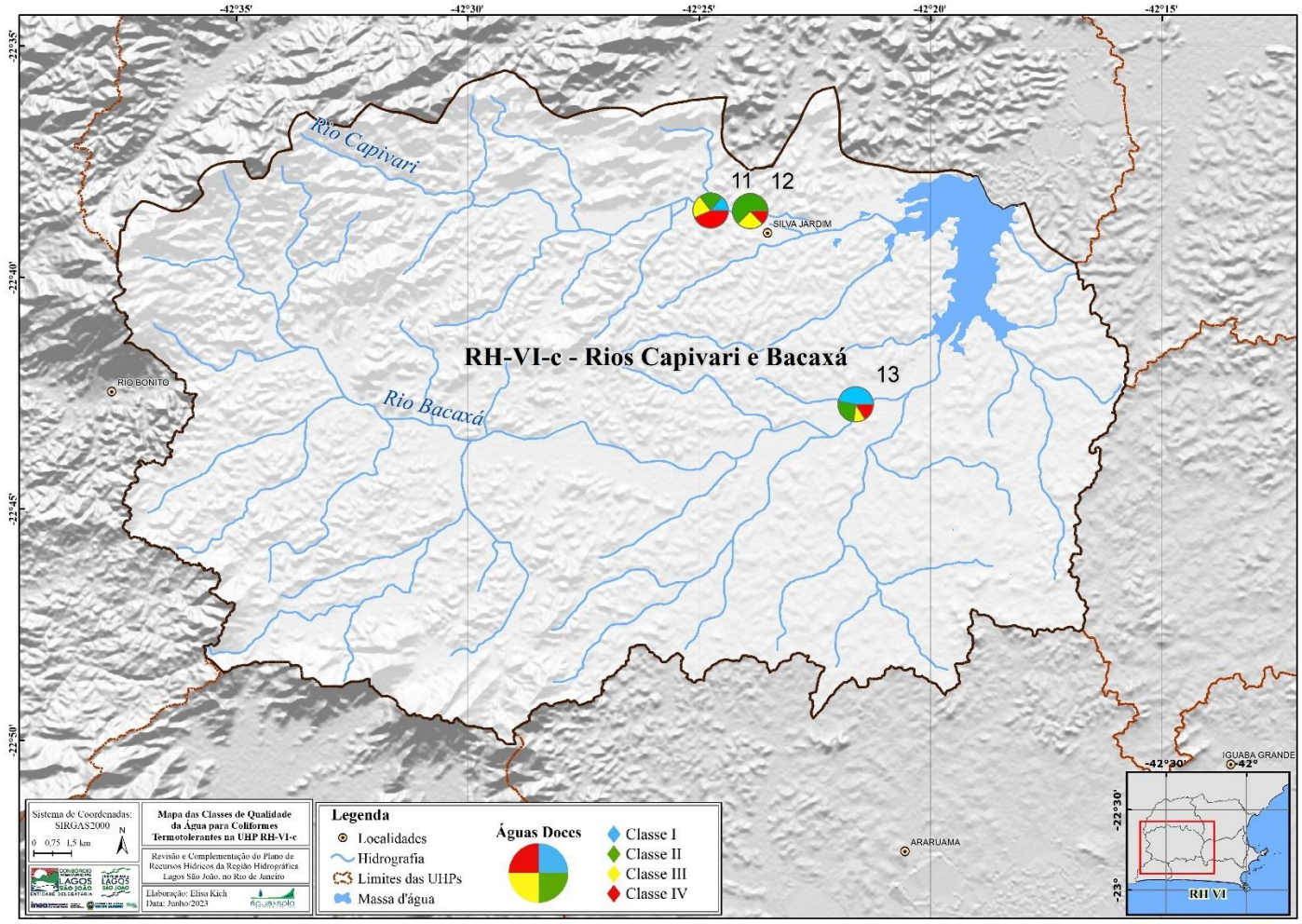


Figura 7.170 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria.

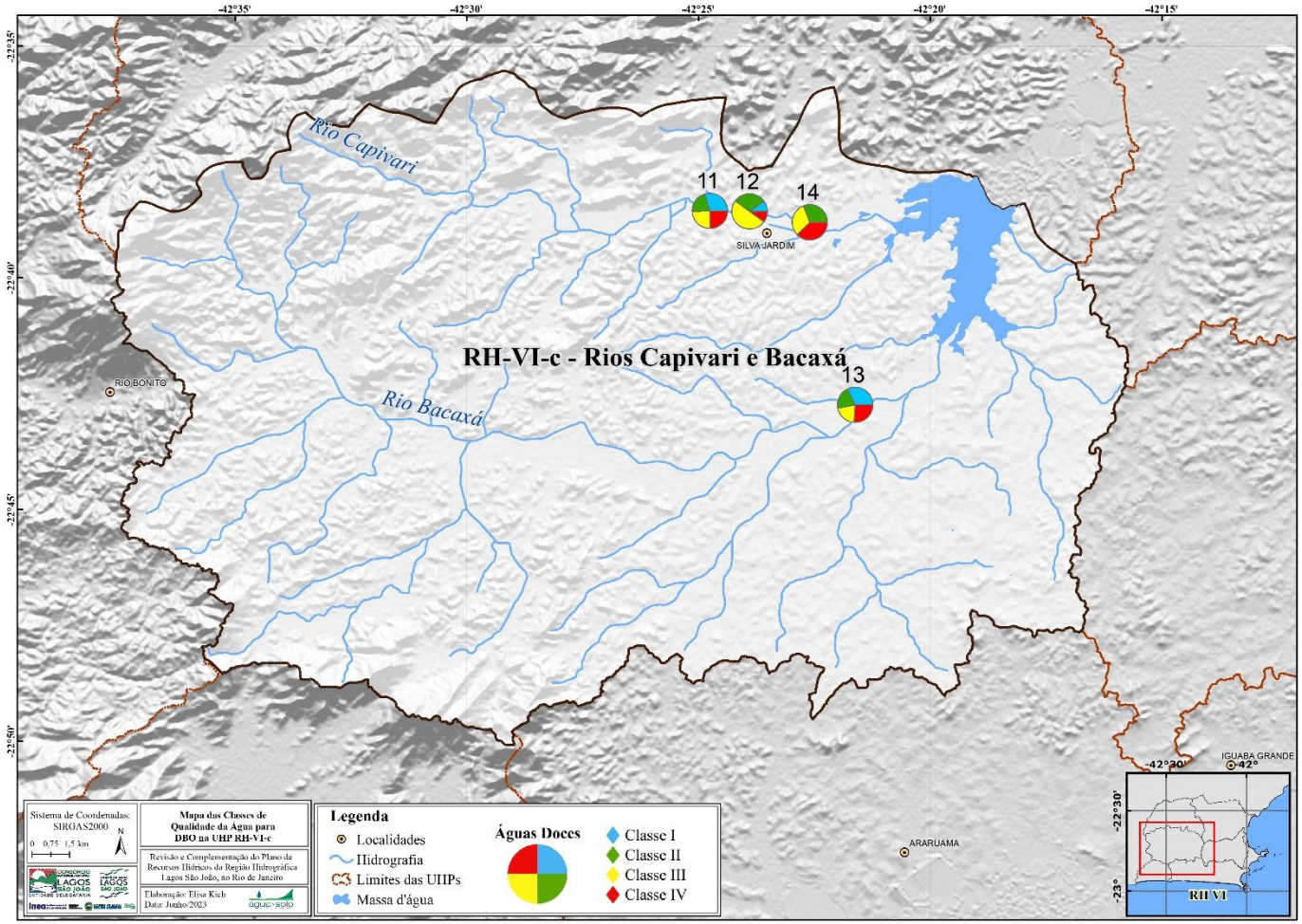


Figura 7.171 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria.

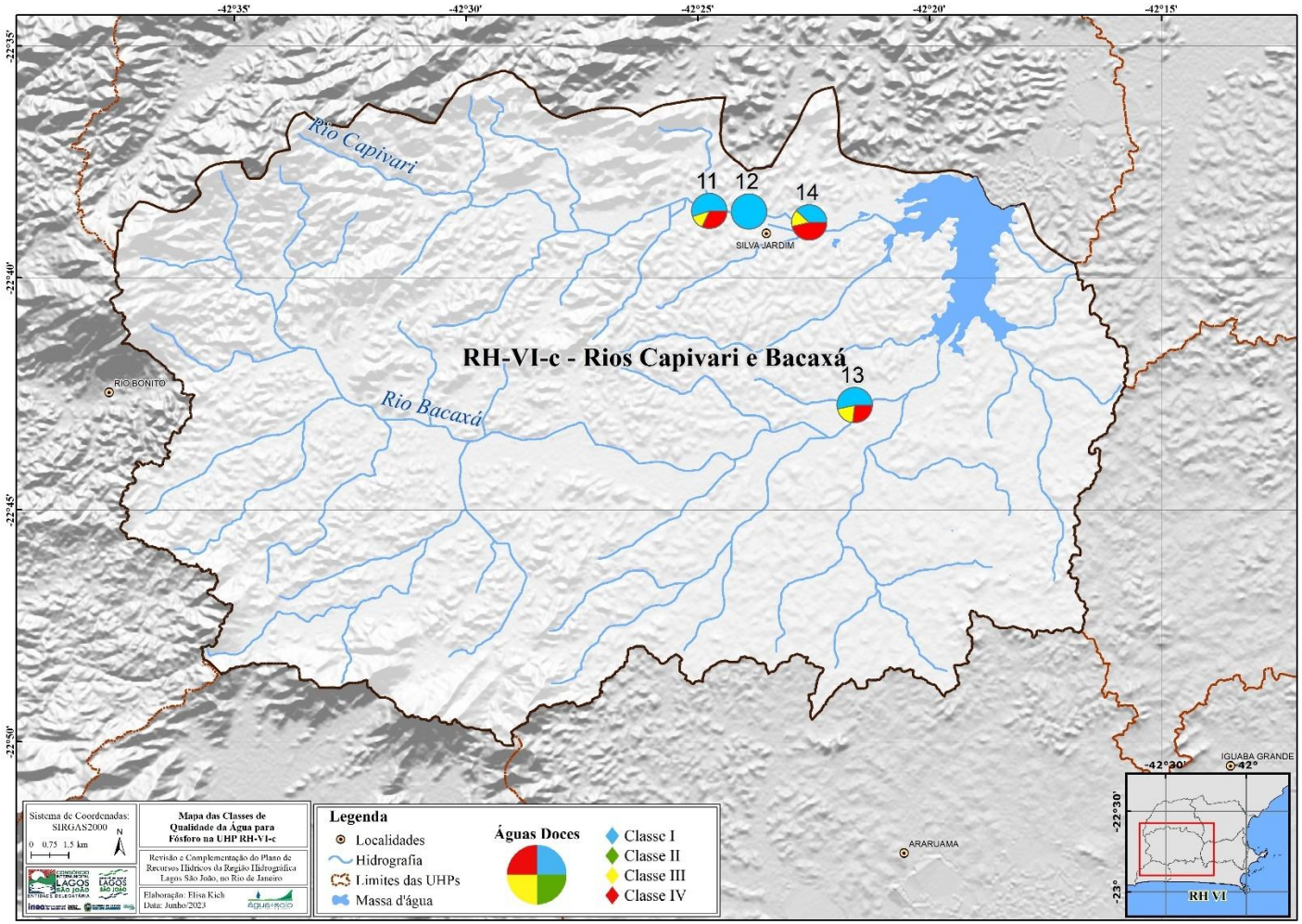


Figura 7.172 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria

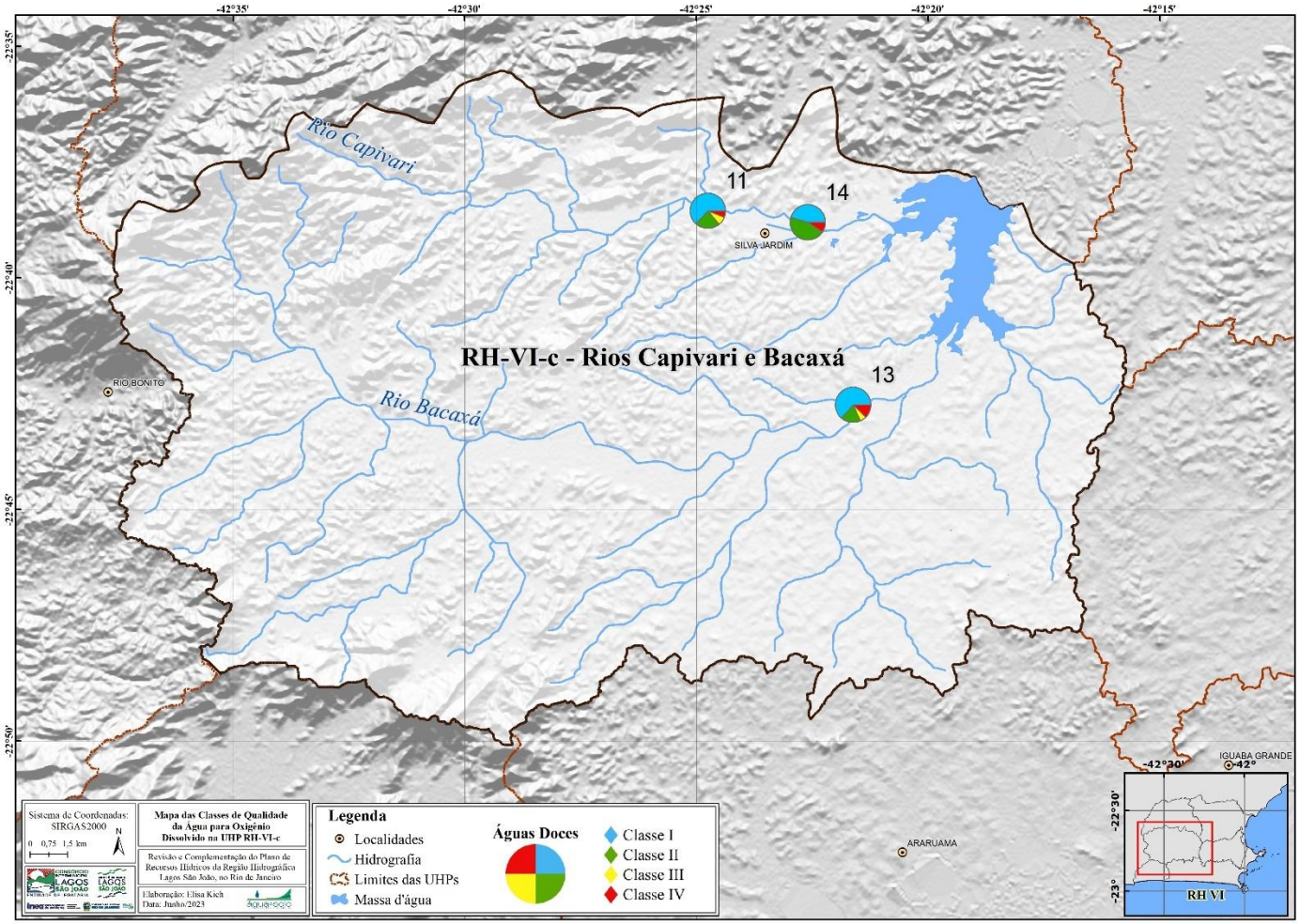


Figura 7.173 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria.

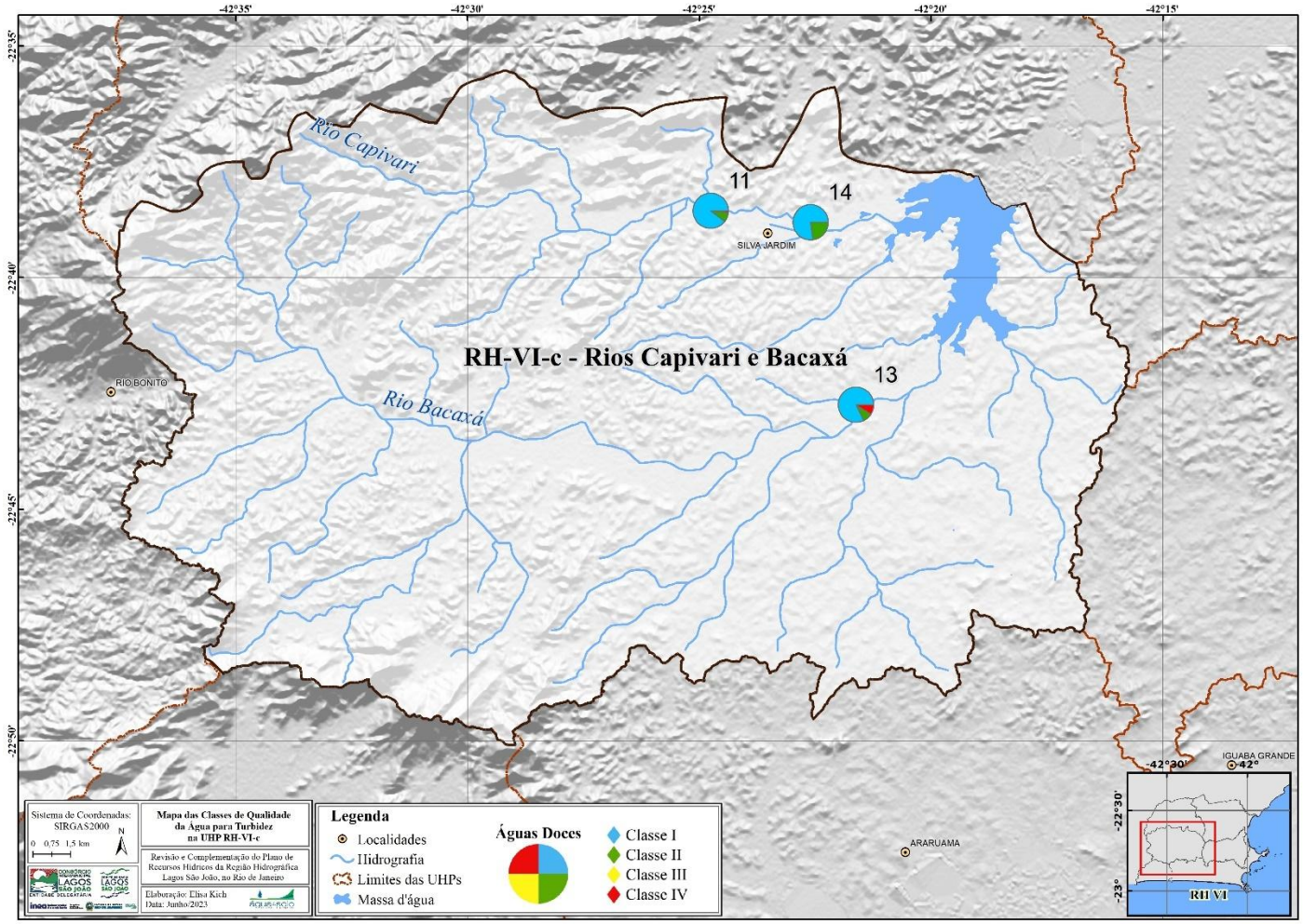


Figura 7.174 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-c.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.4 UHP VI-d: Rio Una

Esta UHP possui dois pontos de monitoramento localizados ao longo do rio Una. O monitoramento é operado pela PROLAGOS e pelo INEA. Ambos são de água doce em ambiente lótico. Abaixo é apresentado um resumo dos grupos e pontos, assim como do período de dados. A Figura 7.175 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados do ambiente lótico.

Tabela 7.46 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
Una 15	P2	Lótico	Doce	27/09/2002	17/12/2009
Una 16	P33	Lótico	Doce	03/10/2012	30/01/2020

Figura 7.175 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-d.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.4.1 Ambientes lóticos

O conjunto de dados de monitoramento de qualidade da água é referente ao rio Uma, com dois pontos operados pela PROLAGOS e pelo INEA. Nesta UHP não há presença de ambientes lênticos.

7.2.1.3.4.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O monitoramento de Coliformes Termotolerantes (CT) no rio Una ocorre em um único ponto, próximo ao exultório da bacia. Os valores obtidos para este parâmetro são equivalentes e corpos de água doce de Classe I na maior parte do tempo (Figura 7.176). A série temporal de CT obtida a partir do monitoramento indica valores com pouca variação ao longo do tempo, com picos isolados observados em dois momentos distintos (Figura 7.177).

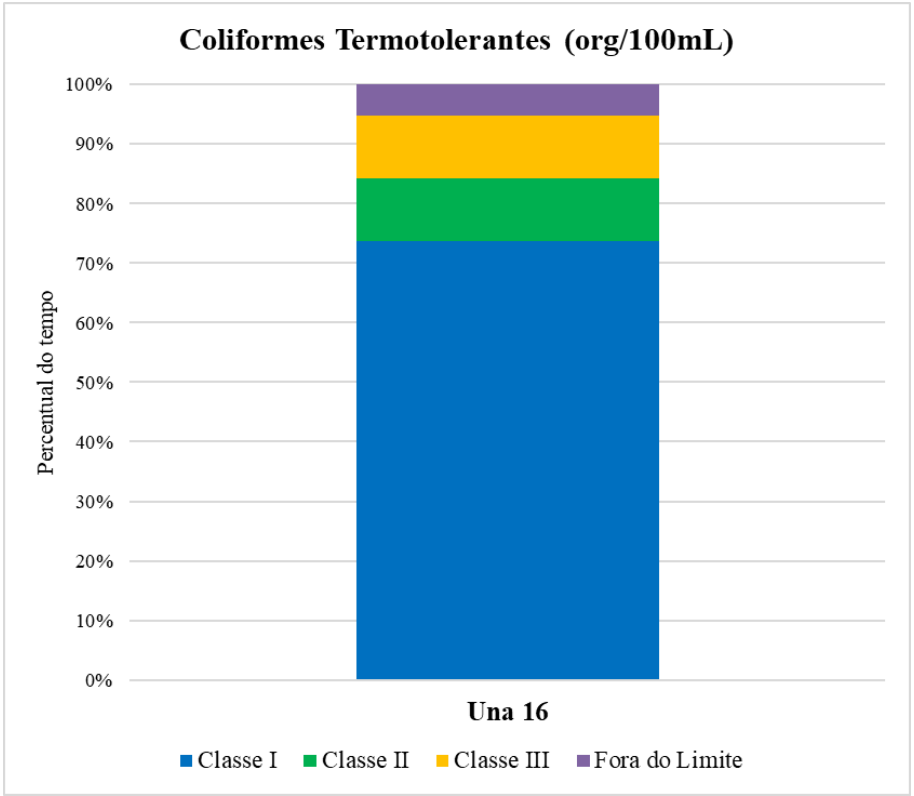


Figura 7.176 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-d.

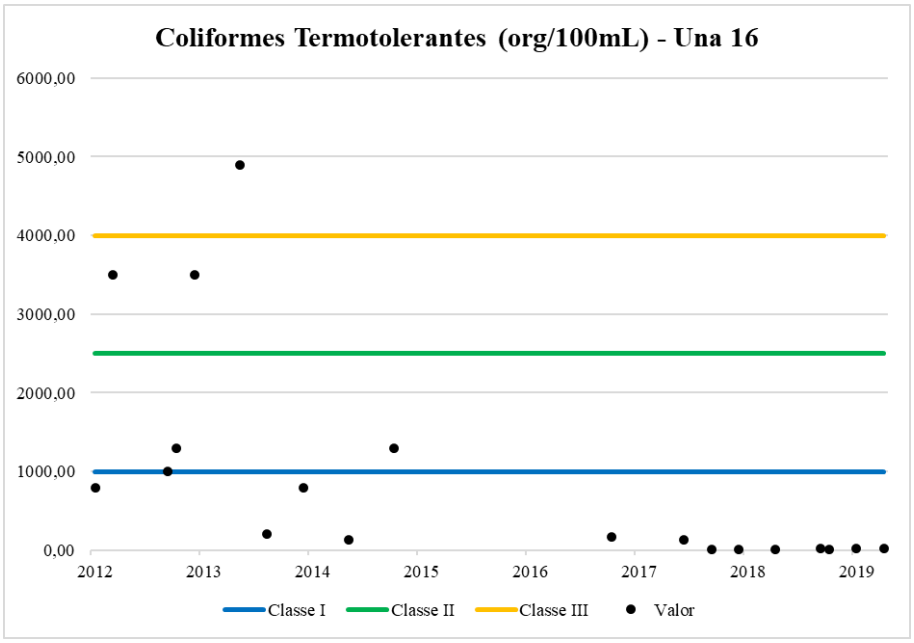


Figura 7.177 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-d.

FÓSFORO TOTAL

O parâmetro Fósforo Total no rio Una apresentou dois comportamentos distintos nos pontos monitorados. No Una 15 há maior frequência de concentrações equivalentes a corpos hídricos doces de Classe III, enquanto no Una 16 há maior frequência de concentrações equivalentes a corpos hídricos de água doce de Classe I (Figura 7.178). As séries temporais nos dois pontos demonstram uma maior concentração de fósforo recorrente no Una 15, enquanto no Una 16 há poucos momentos com concentrações elevadas de fósforo (Figura 7.179 e Figura 7.180).

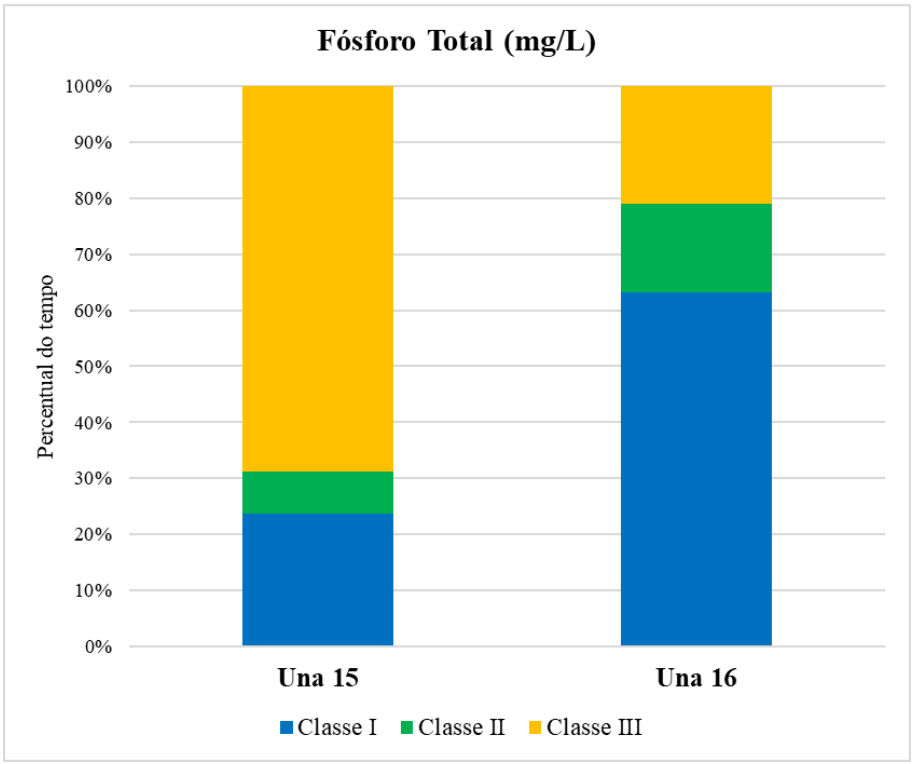


Figura 7.178 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-d.

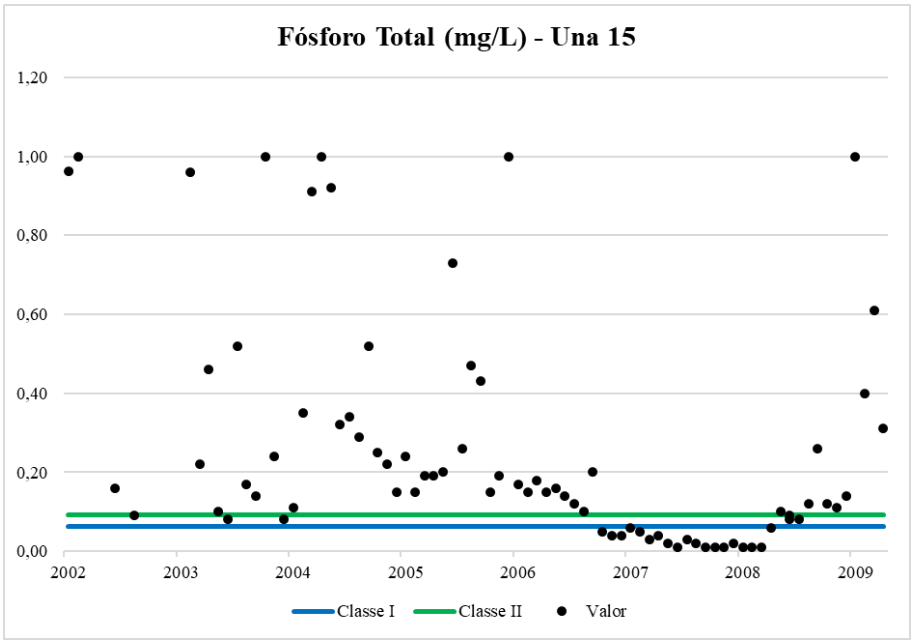


Figura 7.179 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Una 15.

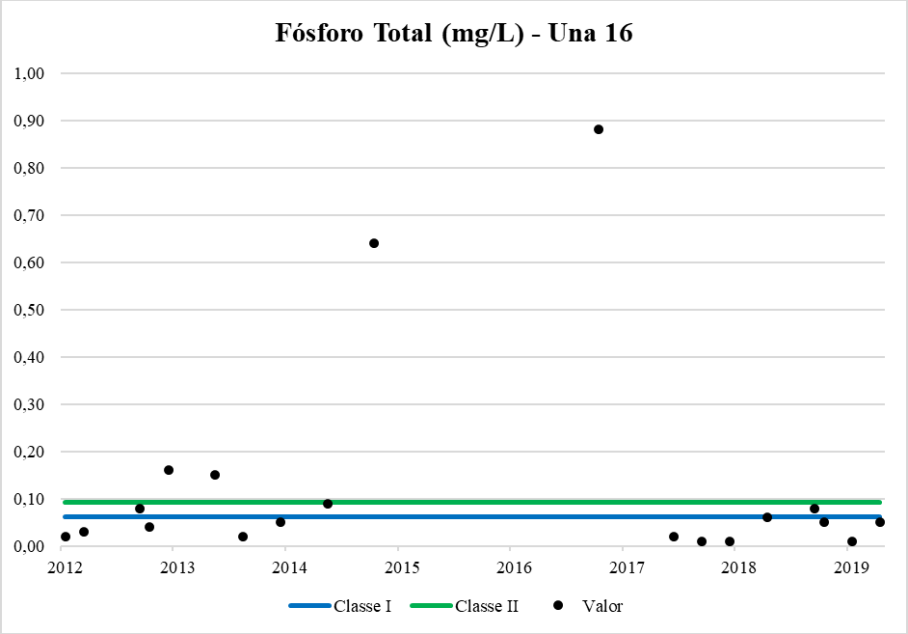


Figura 7.180 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total no grupo Una 16.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Percebe-se considerada diferença entre a qualidade do parâmetro OD nos dois pontos monitorados (Figura 7.181). Ao contrário dos parâmetros anteriores, para o OD o Una 15 apresenta qualidade melhor comparado com o Una 16 As séries temporais indicaram pouca variação ao longo do tempo, permanecendo com valores elevados recorrentemente (Figura 7.182 e Figura 7.183).

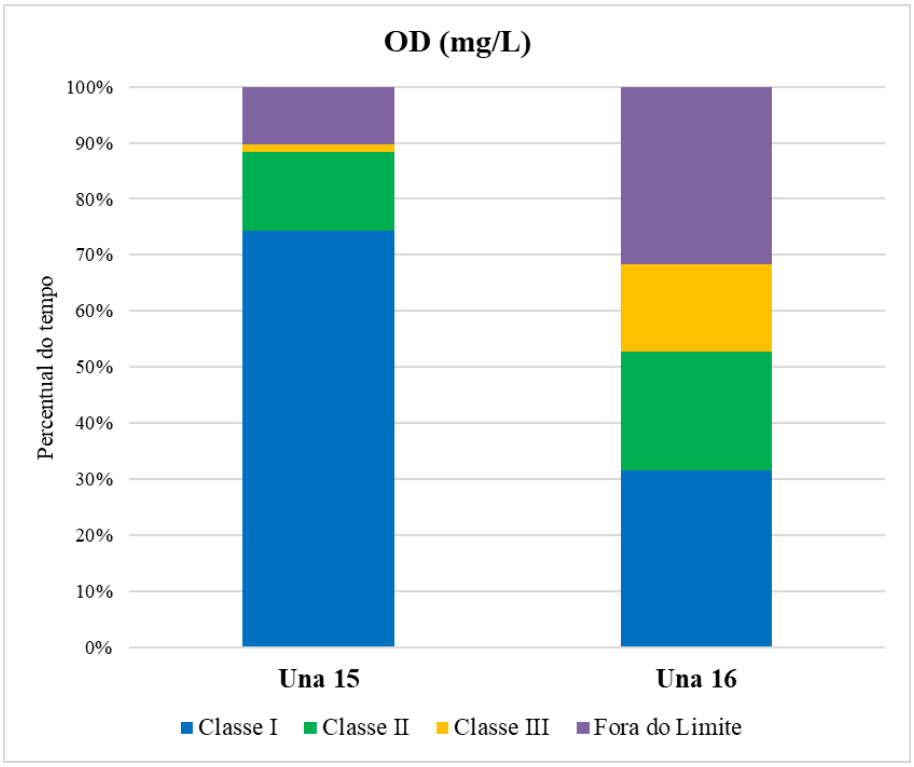


Figura 7.181 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lóticos da UHP VI-d.

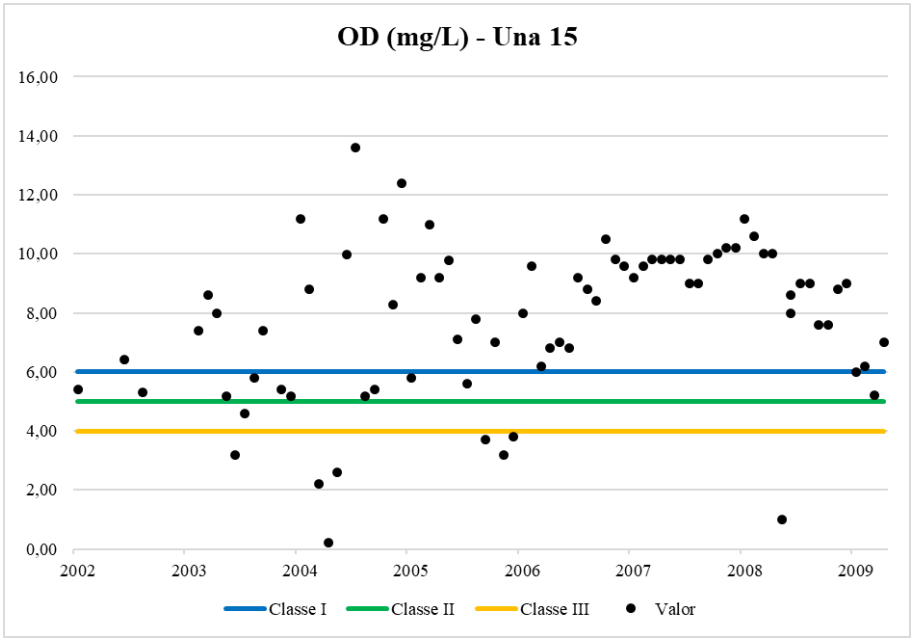


Figura 7.182 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Una 15.

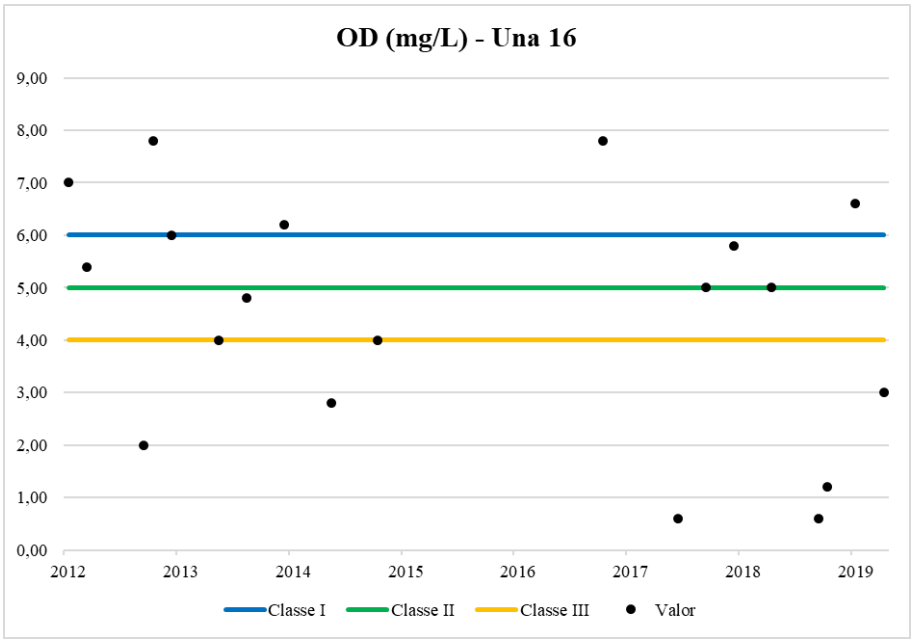


Figura 7.183 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido no grupo Una 16.

7.2.1.3.4.1.2 Índice de Qualidade da Água

Não foi realizada avaliação do IQA para os pontos no rio Uma já que a salinidade apresentada indicada classificação como água salina.

7.2.1.3.4.2 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-d

7.2.1.3.4.2.1 Ambientes lóticos

A UHP VI-d possui dois pontos de monitoramento localizados no rio Una, um próximo a foz e outro próximo ao canal que liga o rio Una ao rio São João (canal Vala da Pedra). Os pontos possuem parâmetros de qualidade da água e períodos de monitoramento diferentes, o que prejudicou a compreensão aprofundada da qualidade da água no rio Una. O rio é alvo de estudos e modelagens há alguns anos e todos os estudos apontam, assim como os dados analisados aqui, que o rio apresenta degradação na qualidade das suas águas.

As visitas de reconhecimento em campo, bem como a consulta a população local, corroboram os resultados apresentados nestas análises. A bacia do rio Una apresenta uma cobertura do solo com uso rural, rica em plantações e zonas de extração de areia. Estes usos contribuem para os elevados valores de DBO e Fósforo, enriquecendo suas águas com material necessário para crescimento de vegetação aquática. Durante a visita de reconhecimento, o rio Una se apresentou eutrofizado e com seu canal de escoamento obstruído pela presença de macrófitas aquáticas.

As séries temporais analisadas apontaram um pico de Fósforo, DBO e Turbidez em meados do início de 2018, sem causa aparente que possa ser determinada.

A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-d.

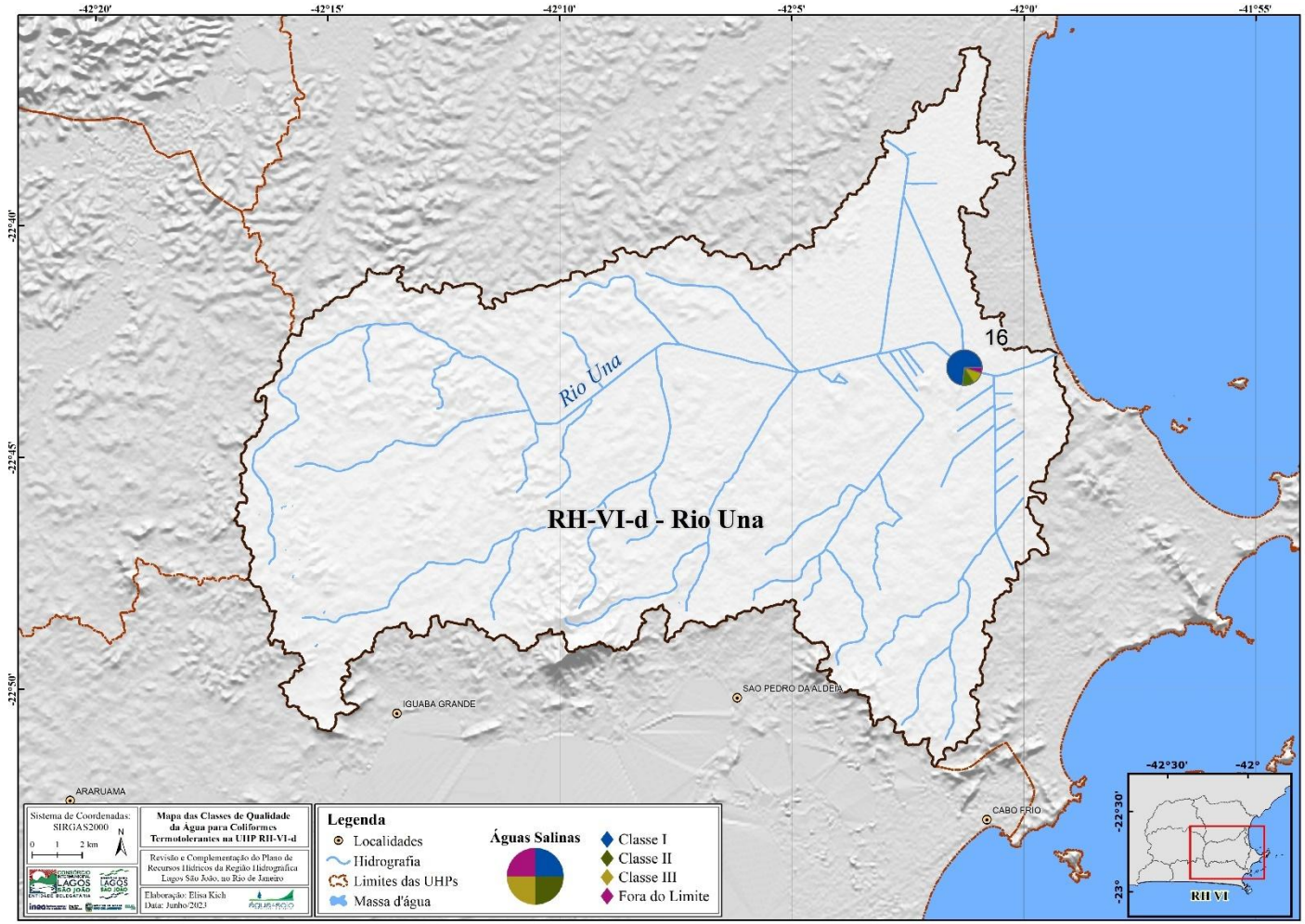


Figura 7.184 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-d.
Fonte: Elaboração Própria.

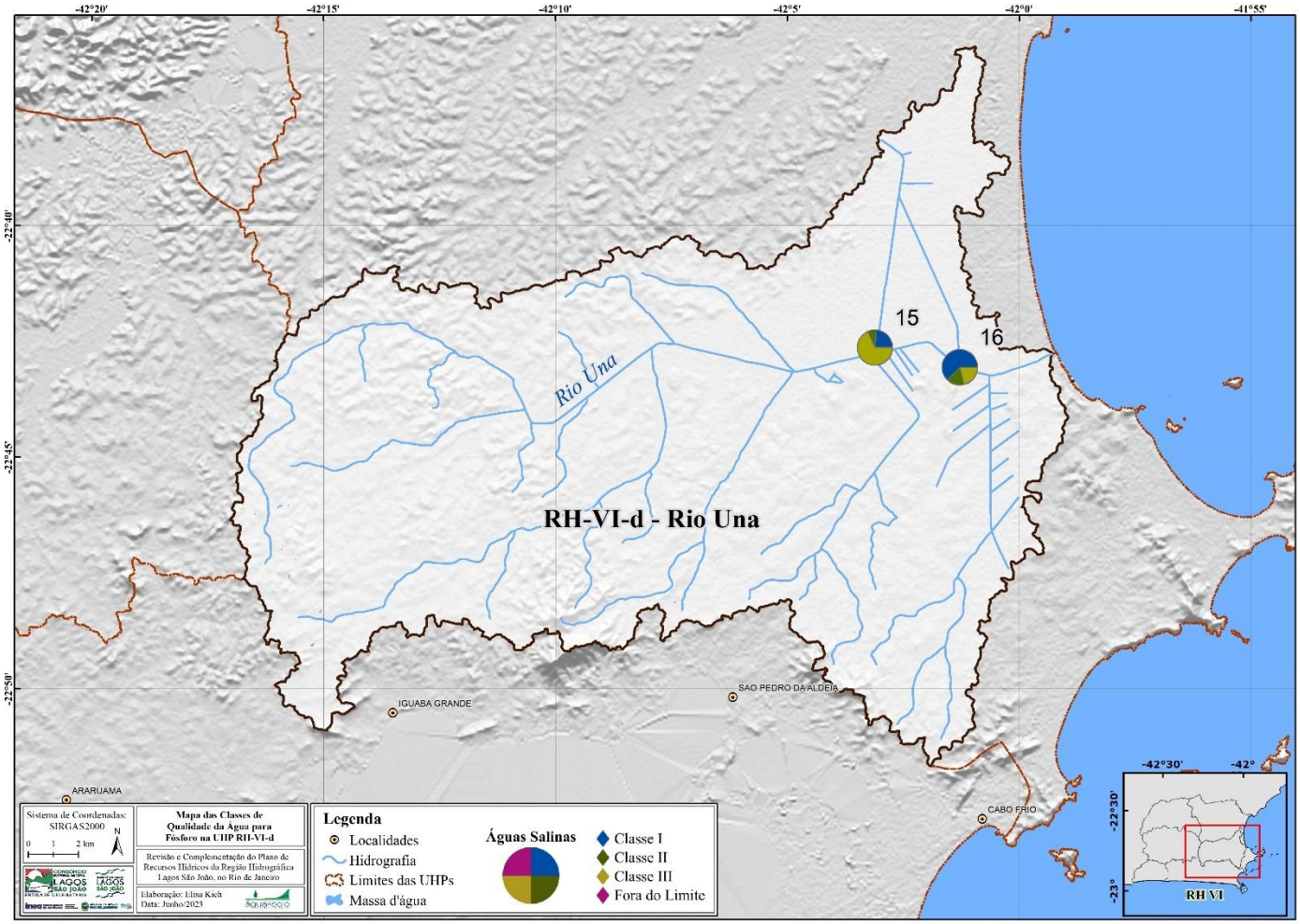


Figura 7.185 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-d.
Fonte: Elaboração Própria

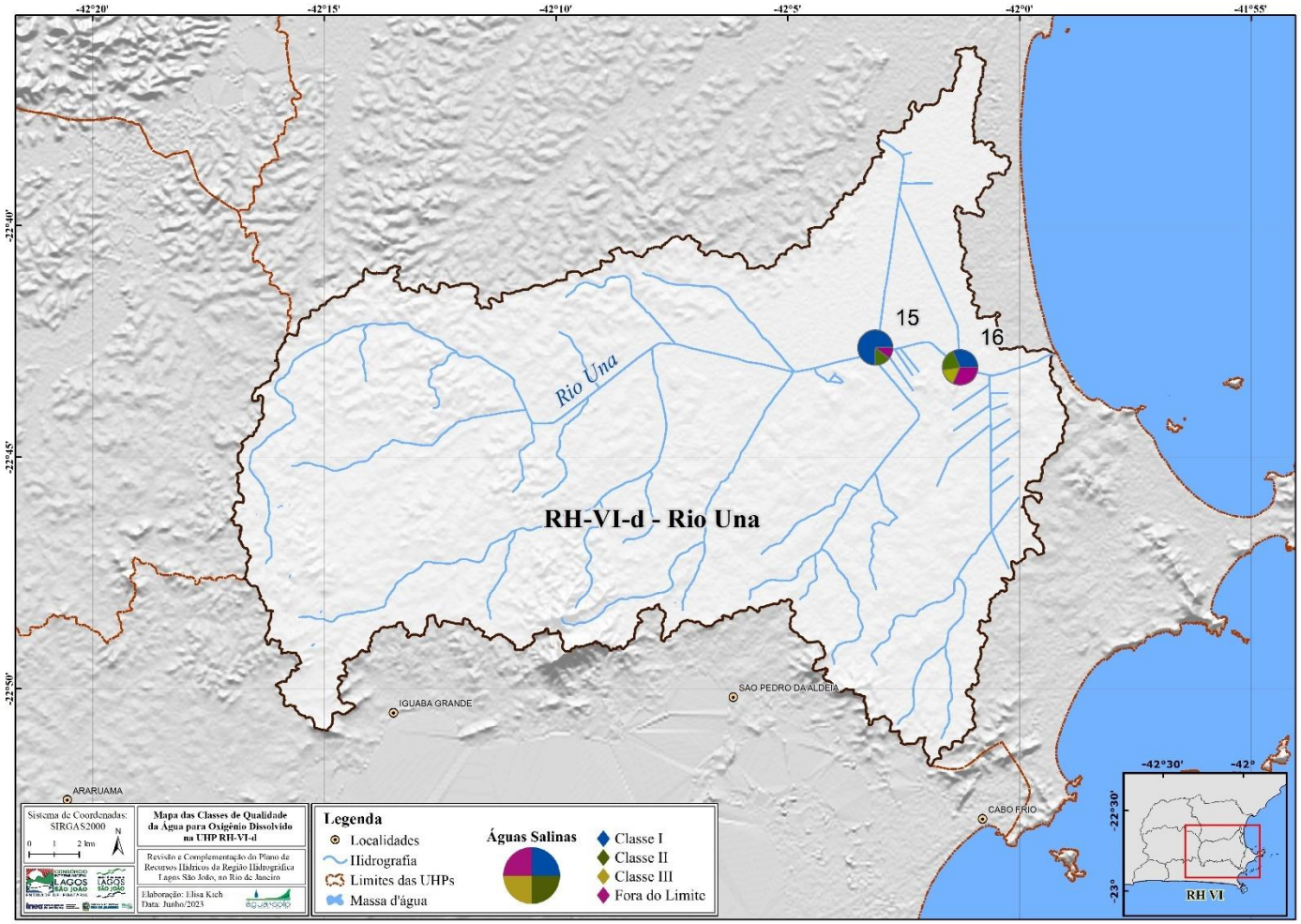


Figura 7.186 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-d.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.5 UHP VI-e: Saquarema

Esta UHP possui vinte e dois pontos de monitoramento localizados ao longo de diversos rios. O monitoramento é operado pelo INEA e CBHLSJ. Há presença de água doce, salina e salobra, ambiente lótico e lêntico. Abaixo é apresentado um resumo dos grupos e pontos, assim como do período de dados. A Figura 7.187 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados do ambiente lótico.

Tabela 7.47 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
Roncador 17	P41, P82, P83	Lótico	Doce	11/02/2014	03/01/2023
Grande de Jaconé 18	P38	Lótico	Doce	11/02/2014	29/10/2019
Jundiaí 19	P39	Lótico	Doce	09/04/2014	29/10/2019
Areia 20	P40	Lótico	Doce	11/02/2014	29/10/2019
Seco 21	P42	Lótico	Doce	11/02/2014	29/10/2019
Tingui 22	P43	Lótico	Doce	11/02/2014	29/10/2019
Saquarema 23	P69, P70, P76, P77, P98	Lêntico	Salina	06/01/2015	03/01/2023
Saquarema 24	P71, P75	Lêntico	Salobra	24/10/2018	03/01/2023
Saquarema 25	P100, P72, P73, P99	Lêntico	Salobra	24/10/2018	03/01/2023
Jaconé 26	P95, P96, P97	Lêntico	Salobra	09/06/2022	03/01/2023

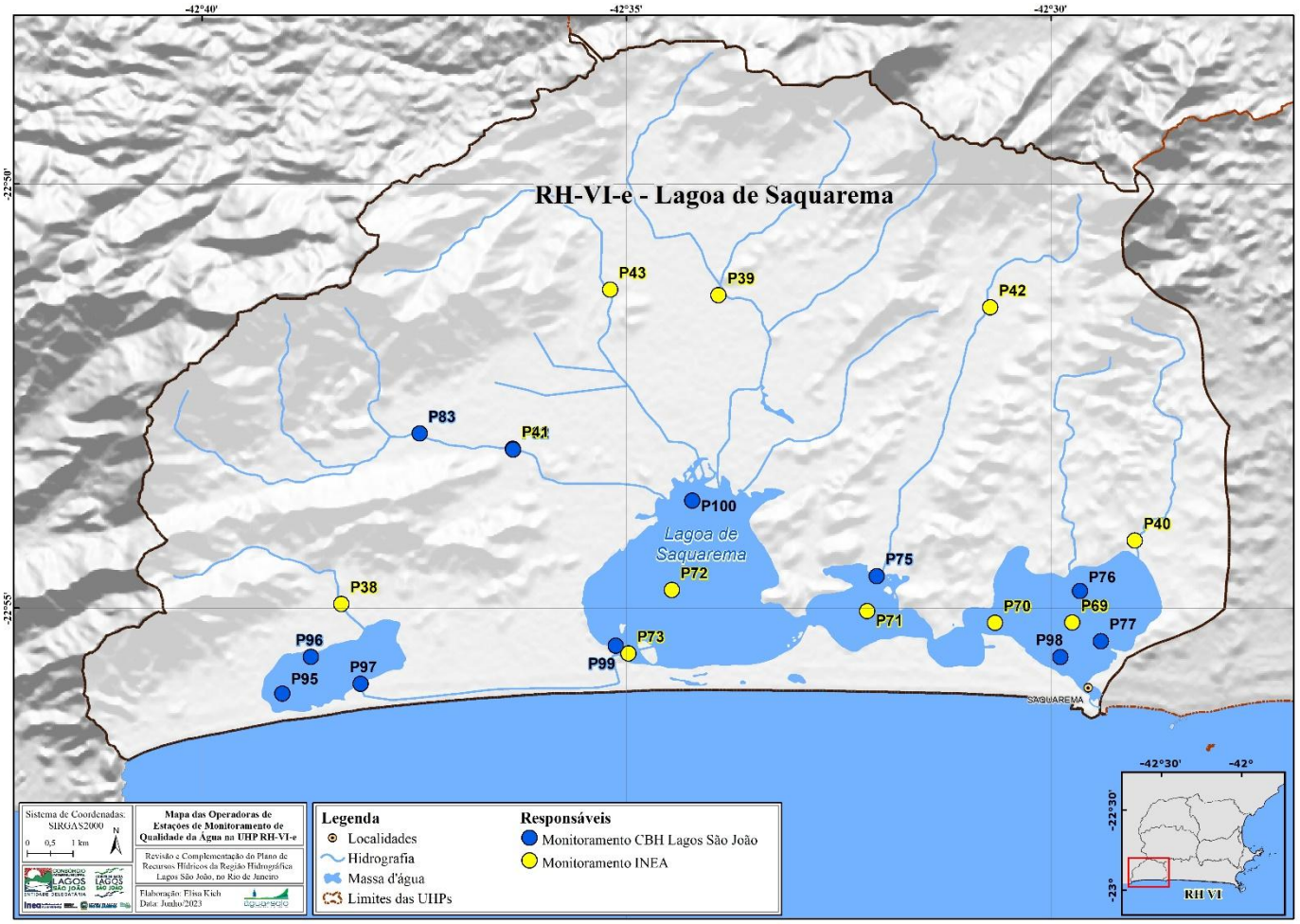


Figura 7.187 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.5.1 Ambientes lóticos

Os ambientes lóticos existentes nesta UHP são os rios Grande do Jaconé, Jundiá, Areia, Roncador, Seco e Tingui. Os rios são monitorados principalmente pelo INEA e, recentemente, se iniciou um programa de monitoramento operado pela CBHLSJ.

7.2.1.3.5.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Considerando o parâmetro de qualidade da água Coliformes Termotolerantes, os rios se encontram em situações distintas. Enquanto o rio Grande de Jaconé apresenta maior percentual do tempo com concentrações consideradas boas, os rios Areia e Tingui apresentam uma situação contrária (Figura 7.188). Exceto pelo rio da Areia, as séries temporais de coliformes termotolerantes apresentam valores esporádicos com maior concentração (Figura 7.189).

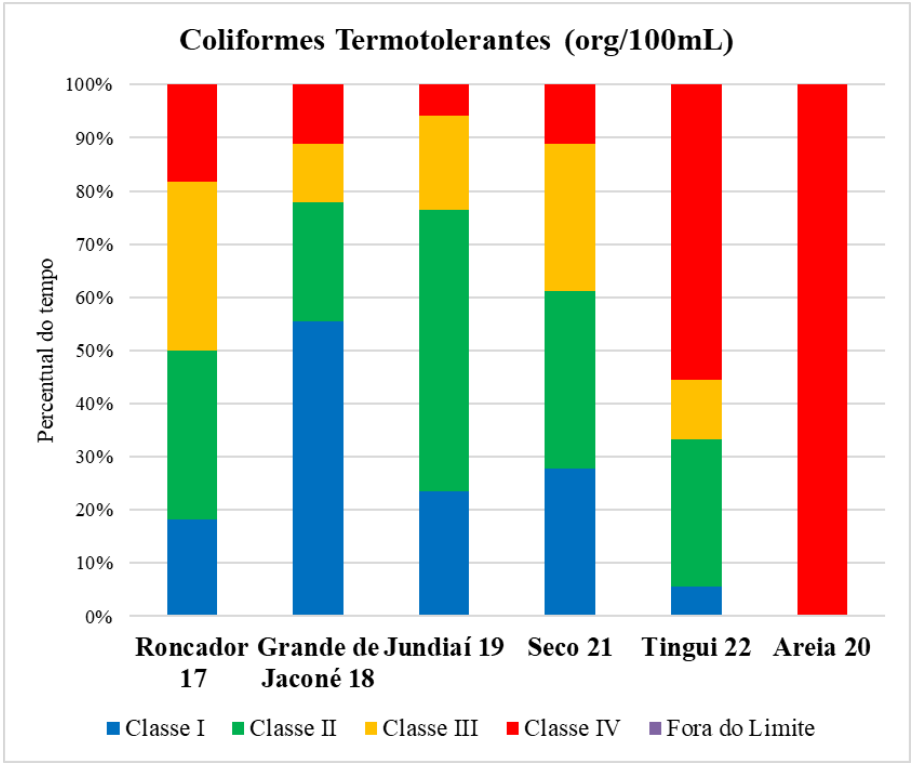


Figura 7.188 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

Figura 7.189 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

Para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio foi observado um comportamento similar na série de monitoramento existente nos rios. O rio Areia apresenta a situação mais desfavorável na maior parte do tempo, com os rios Jundiá, Roncador, Seco e Tingui também apresentando situações com elevadas concentrações (Figura 7.190). O rio Grande do Jaconé apresenta uma situação mais confortável, com maior parte do tempo estando em boas condições de qualidade

da água (Figura 7.190). As séries temporais de monitoramento apontam para elevações nas concentrações de DBO em períodos recentes (Figura 7.191), exceto para o rio Roncador.

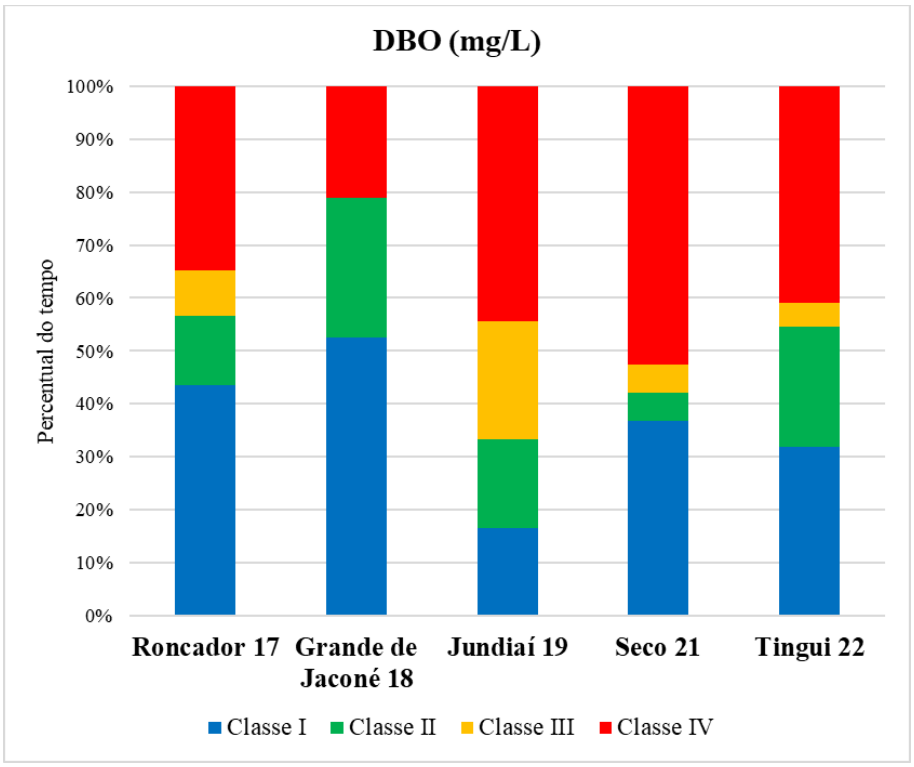
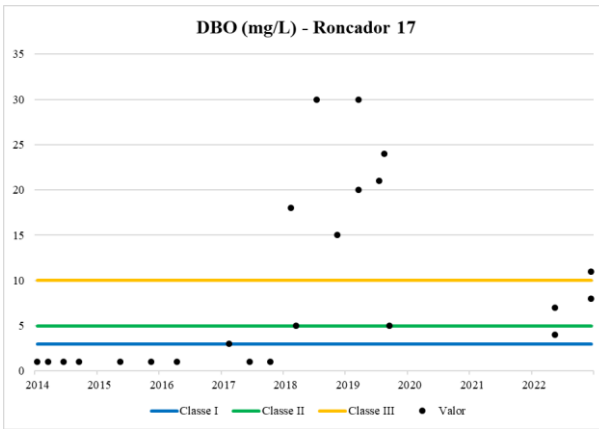
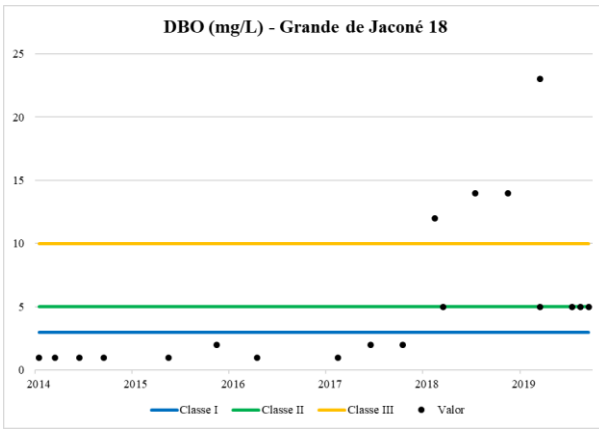


Figura 7.190 - Avaliação temporal das concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-e.





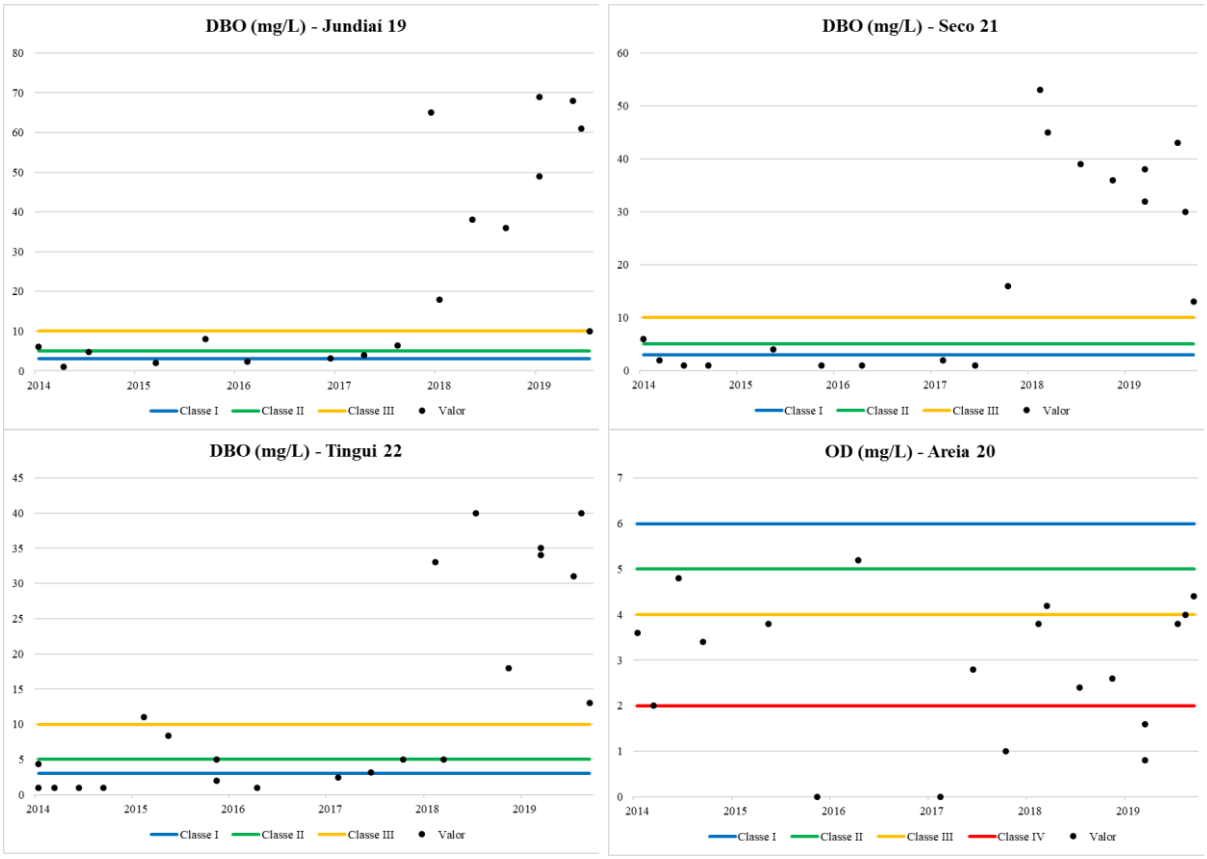


Figura 7.191 - Séries temporais de concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

FÓSFORO TOTAL

As concentrações de Fósforo nos rios Areia e Jundiá apresentaram maior percentual do tempo em condições elevadas, indicando potencial eutrofização destes ambientes (Figura 7.192). Novamente o rio Grande de Jaconé apresentou pouco percentual de tempo em condições adversas, acompanhado pelo rio Roncador (Figura 7.192). As séries temporais do monitoramento de Fósforo apresentam uma redução nas concentrações do rio Grande do Jaconé e Roncador ao longo dos anos, o contrário sendo observado para os demais rios, onde as concentrações de fósforo são elevadas em toda a série monitorada (Figura 7.193).

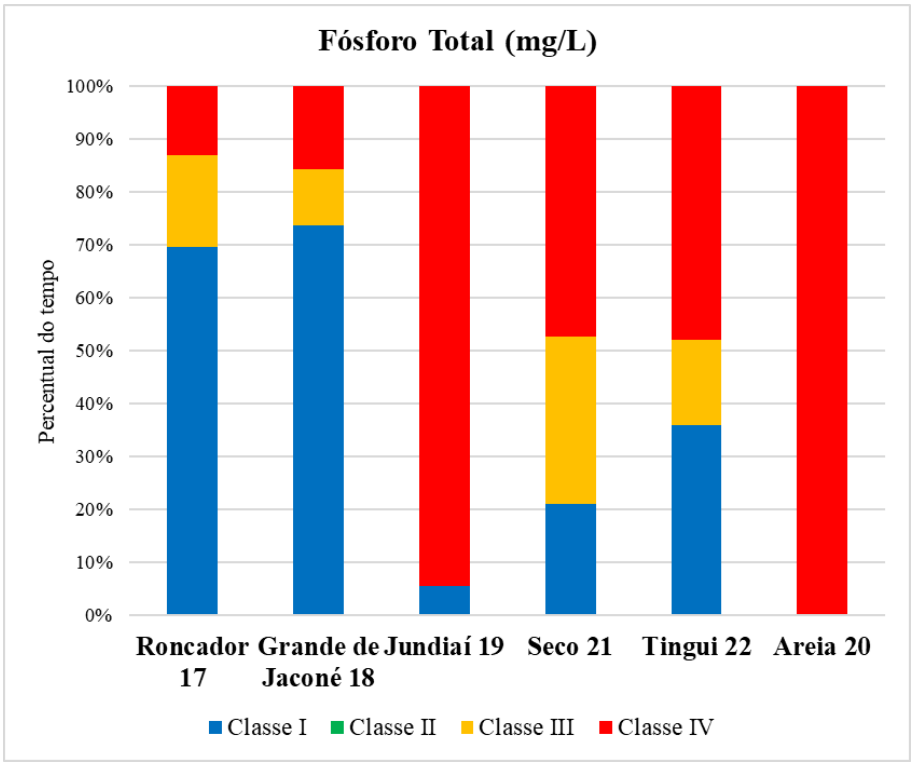
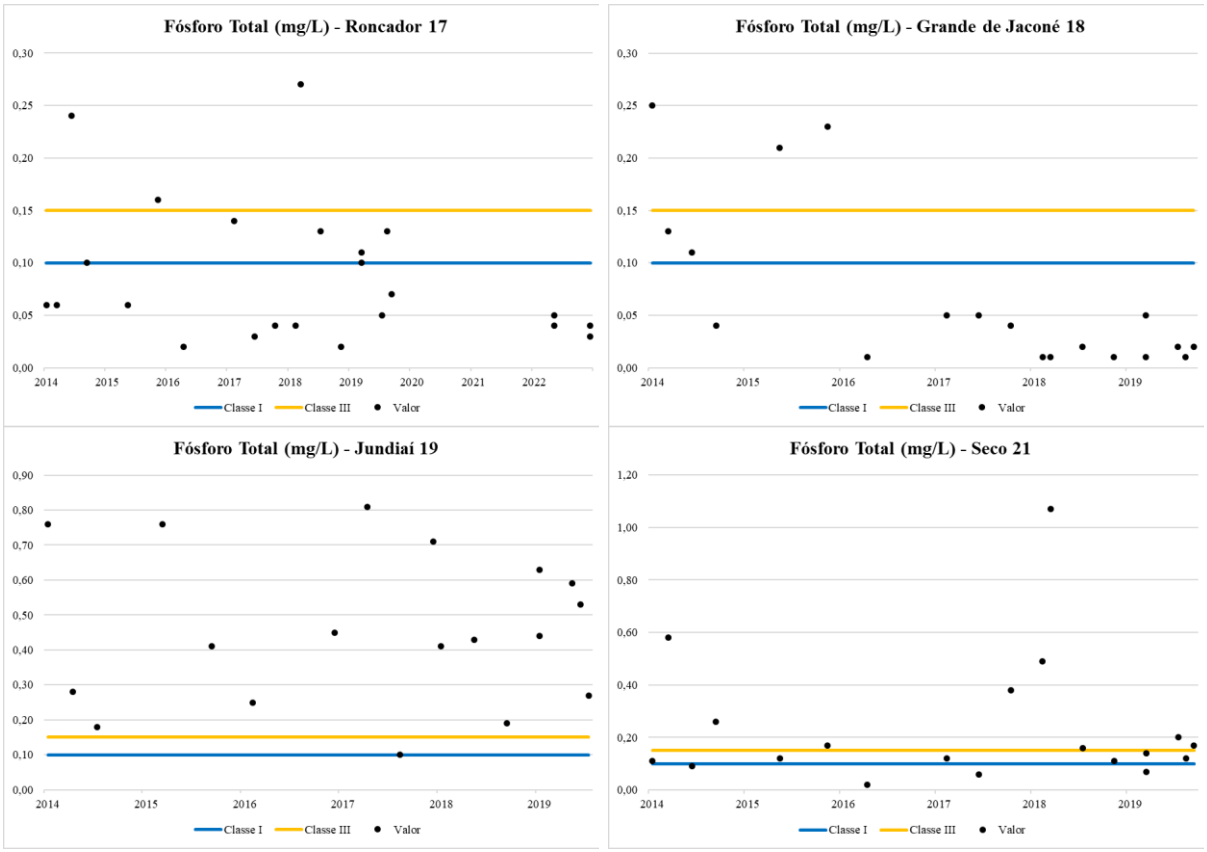


Figura 7.192 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo nos ambientes lóticos da UHP VI-e.



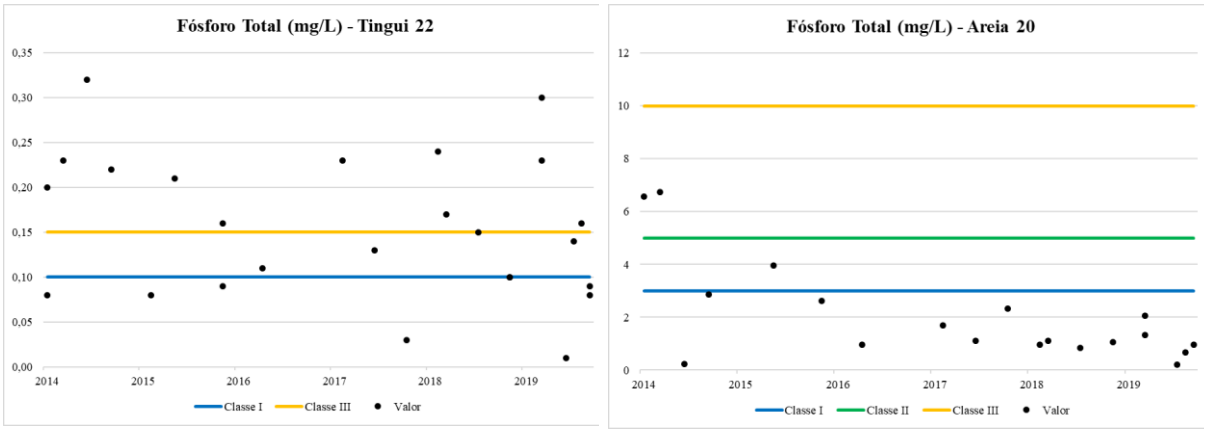


Figura 7.193 - Séries temporais de concentrações de fósforo nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram bons resultados para o rio Grande do Jaconé, Tingui, Roncador e Seco enquanto os rios Jundiá e Areia apresentaram valores baixos na maior parte do tempo (Figura 7.194). A análise temporal indicou pouca variação ao longo dos anos para este parâmetro em todos os rios analisados (Figura 7.195).

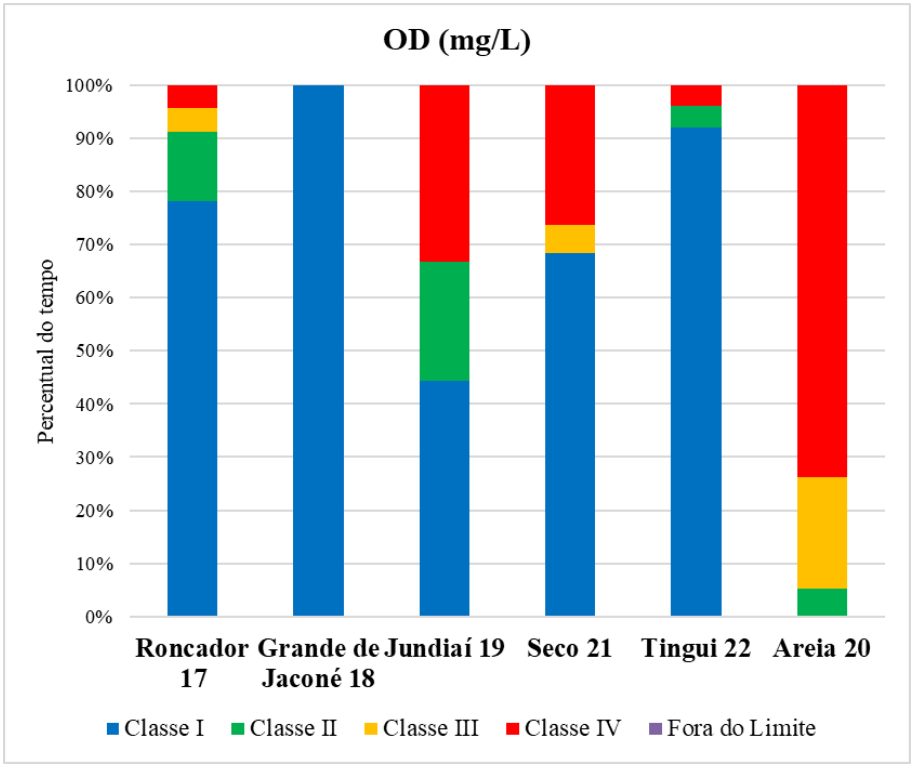


Figura 7.194 - Avaliação temporal das concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

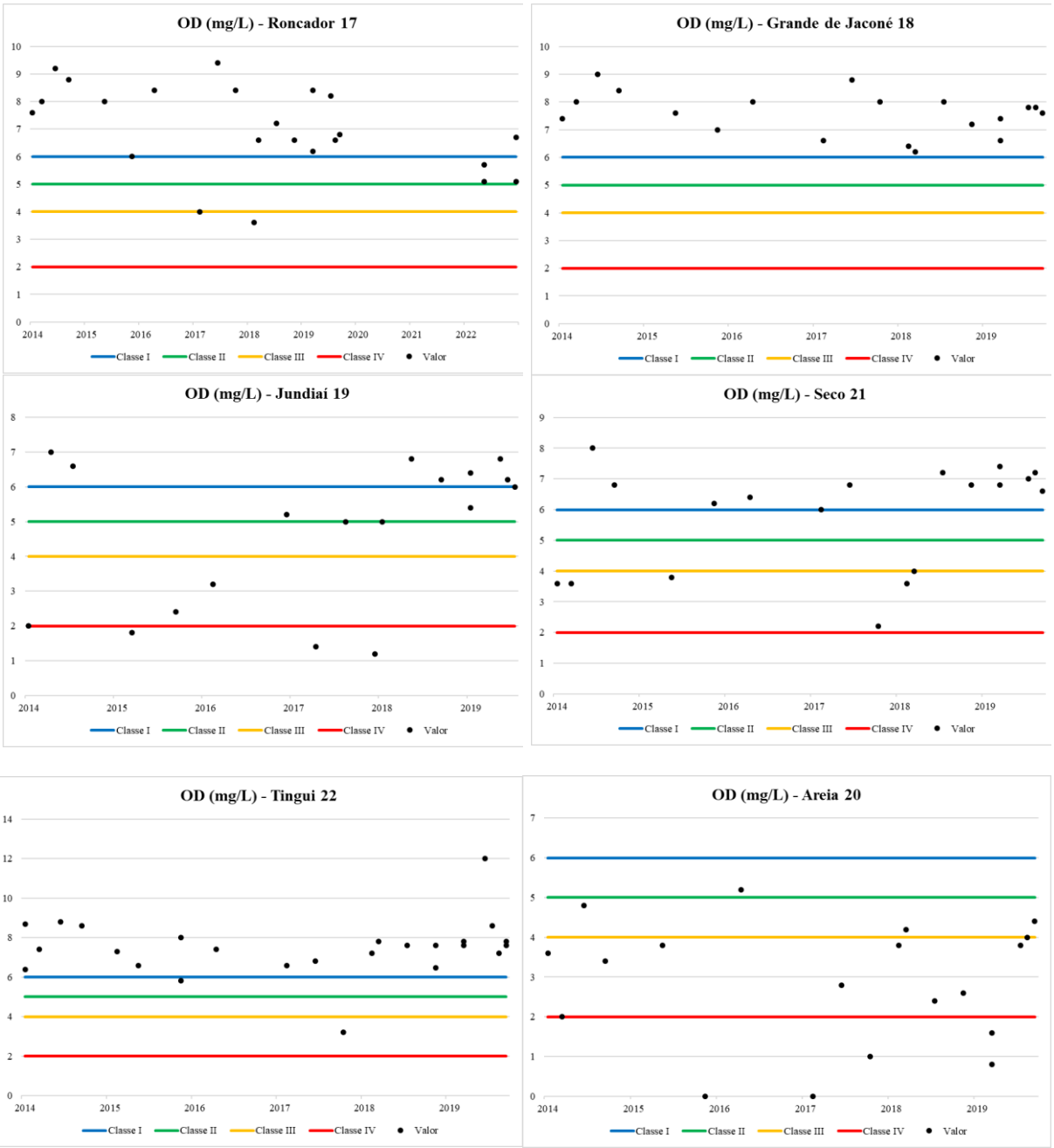


Figura 7.195 - Séries temporais de concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

TURBIDEZ

A Turbidez apresentou bons resultados na maior parte do tempo para todos os rios avaliados (Figura 7.194). A série temporal não aponta momentos específicos de aumento na turbidez, tendo um comportamento distribuído ao longo dos anos (Figura 7.197).

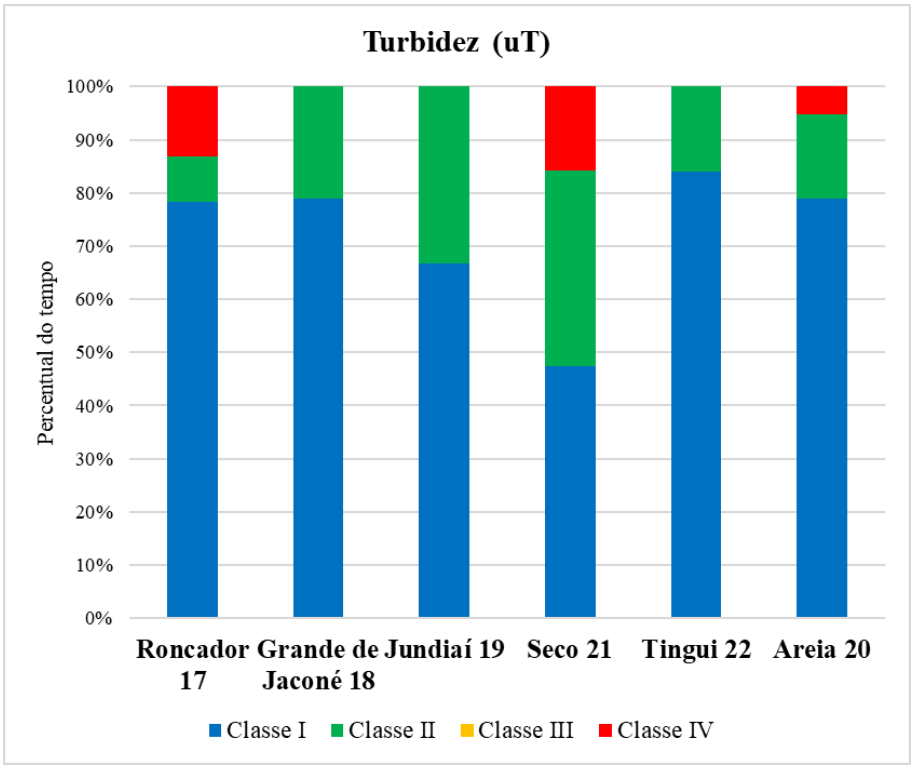
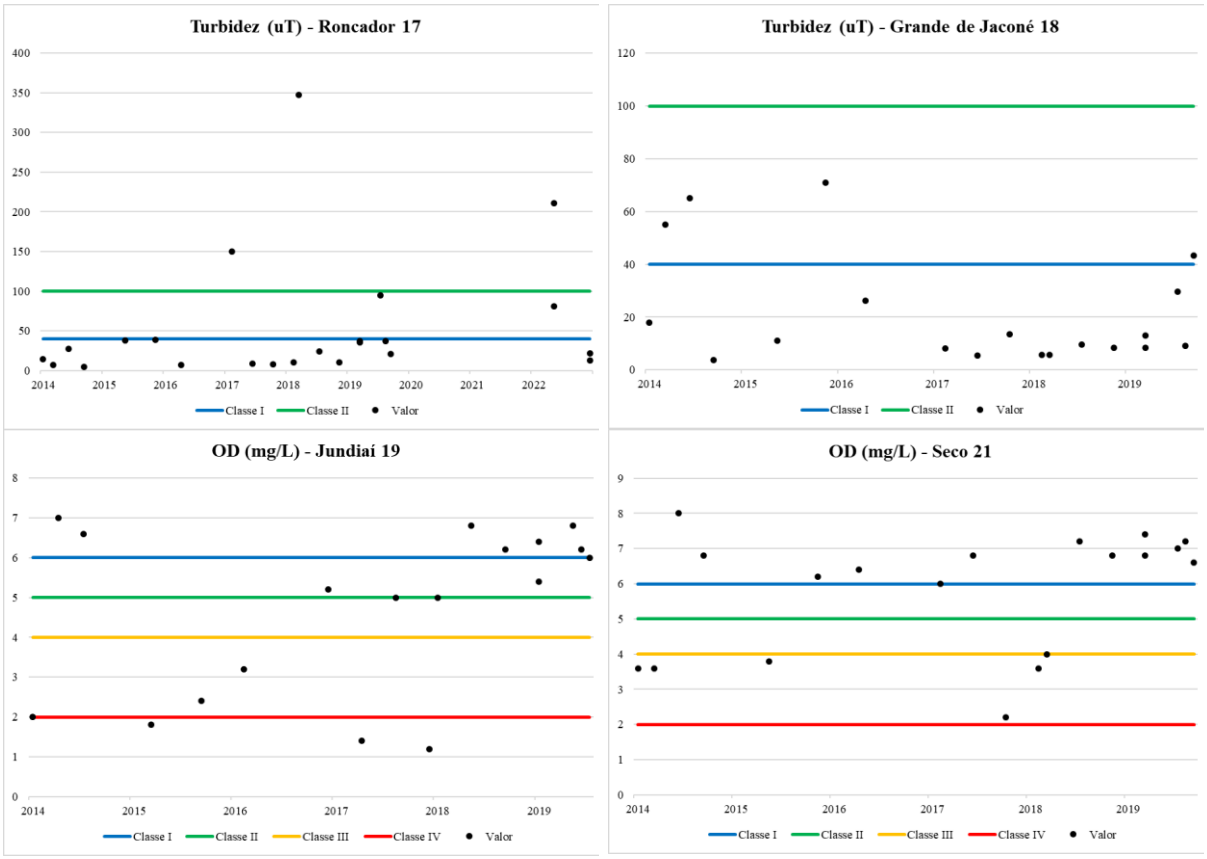


Figura 7.196 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-e.



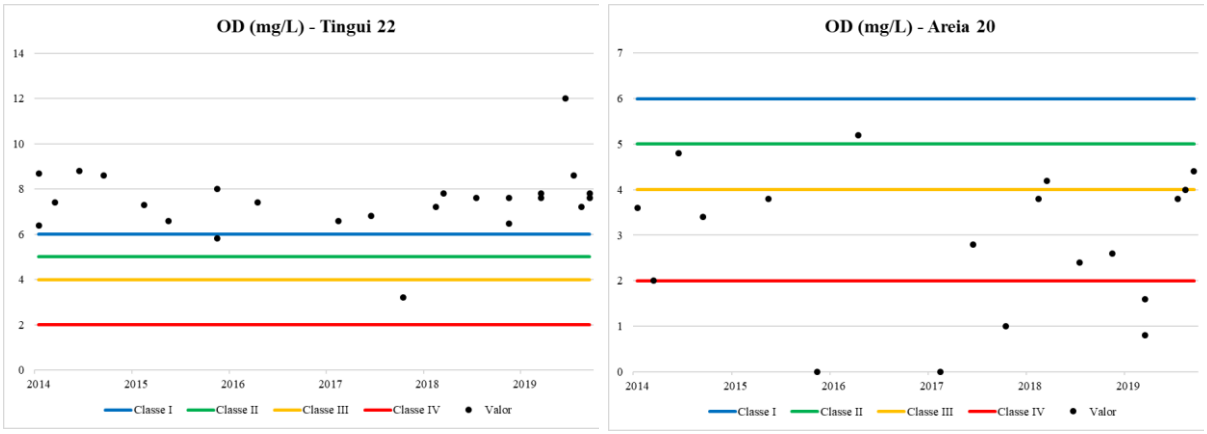


Figura 7.197 - Séries temporais de concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-e.

7.2.1.3.5.1.2 Índice de Qualidade da Água

Avaliou-se o IQA para seis grupos que estão localizados em rios distintos na UHP, sendo estes afluentes diretos da Lagoa de Saquarema, salvo o Grande de Jaconé 18 que é afluente da Lagoa de Jaconé. Em geral, os grupos apresentam, em média, cinco anos de dados disponíveis. O Roncador 17 (P41, P82, P83) é o grupo que possui maior disponibilidade (2014/2023).

A Tabela 7.48 apresenta um resumo das informações, onde se verifica que o índice de qualidade da água calculado apresenta situação considerada MÉDIA (Roncador 17, Grande de Jaconé 18, Seco 21 e Tingui 22), RUIM (Jundiaí 19) e MUITO RUIM (Areia 20). Os principais parâmetros limitantes da qualidade da água foram os coliformes e a DBO. As faixas de classificação adotadas foram apresentadas no item 7.2.1.1.3.

Tabela 7.48 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-e.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Valor do IQA	Classificação IQA
Roncador 17	Rio Roncador	57,25	Média
Grande de Jaconé 18	Rio Grande de Jaconé	63,91	Média
Jundiaí 19	Rio Jundiaí	46,87	Ruim
Areia 20	Rio da Areia	23,47	Muito Ruim
Seco 21	Rio Seco	50,05	Média
Tingui 22	Rio Tingui	53,51	Média

7.2.1.3.5.2 Ambientes lênticos

As campanhas de monitoramento são operadas pelo INEA e, recentemente, pelo CBHLSJ. Os pontos estão distribuídos ao longo das lagoas de Saquarema e Jaconé. Este último, monitorado apenas pelo CBHLSJ.

A lagoa de Jaconé (Jaconé 26) apresenta salinidade ligeiramente acima do limite de corpos hídricos de água doce, segundo a resolução CONAMA 357/2005. Portanto, o ambiente é classificado como águas salobras. A região oeste da lagoa de Saquarema (Saquarema 23 e Saquarema 24) também apresentou valores de salinidade compatíveis com ambientes salobros. As águas da porção leste da lagoa de Saquarema (23) apresentaram salinidade elevada, classificando o ambiente como salino.

7.2.1.3.5.2.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

O agrupamento de dados no centro da lagoa de Saquarema apresentou poucos dados de monitoramento. Há apenas 04 campanhas realizadas em 2018 (01 campanha) e recentemente entre 2021 e 2022 (03 campanhas). Os demais agrupamentos, classificados como águas salobras apresentaram qualidade de Classe I para o CT.

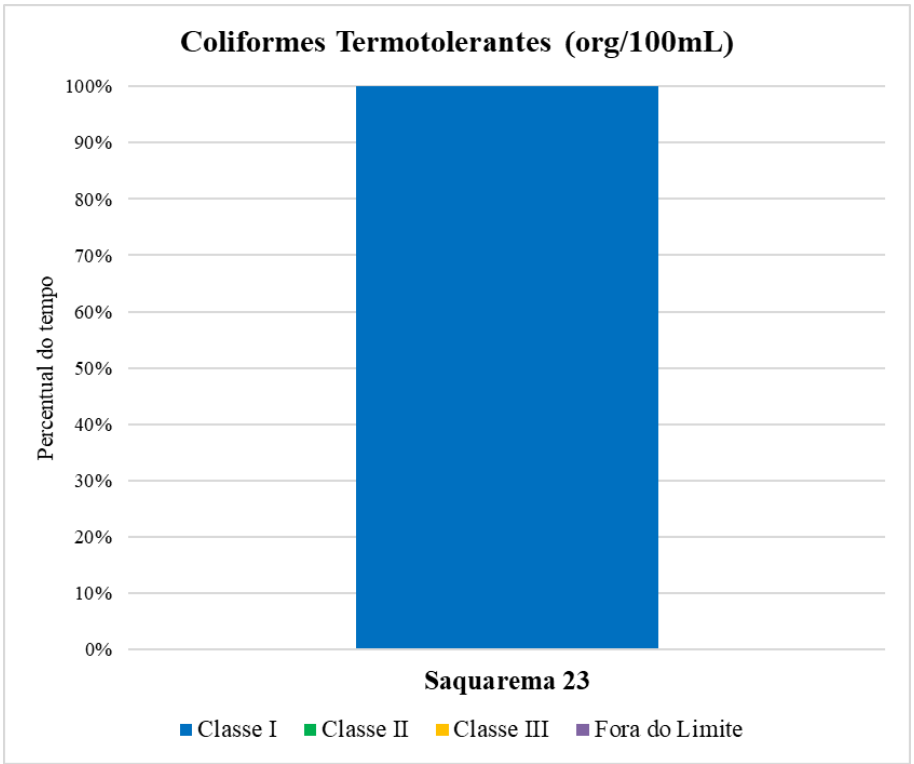


Figura 7.198- Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e.

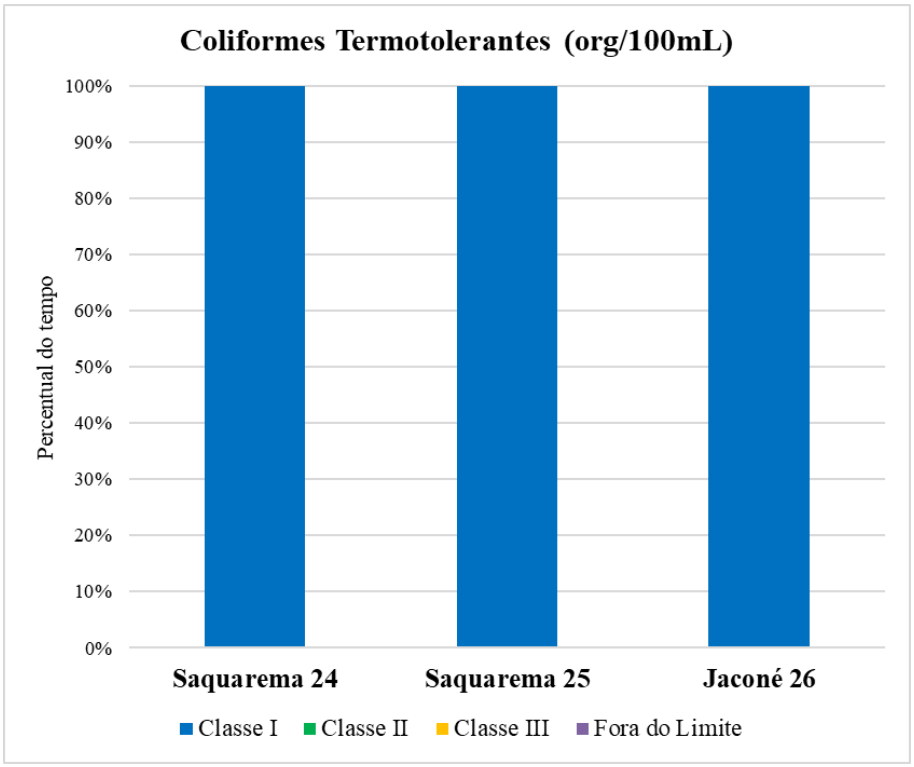


Figura 7.199- Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e.

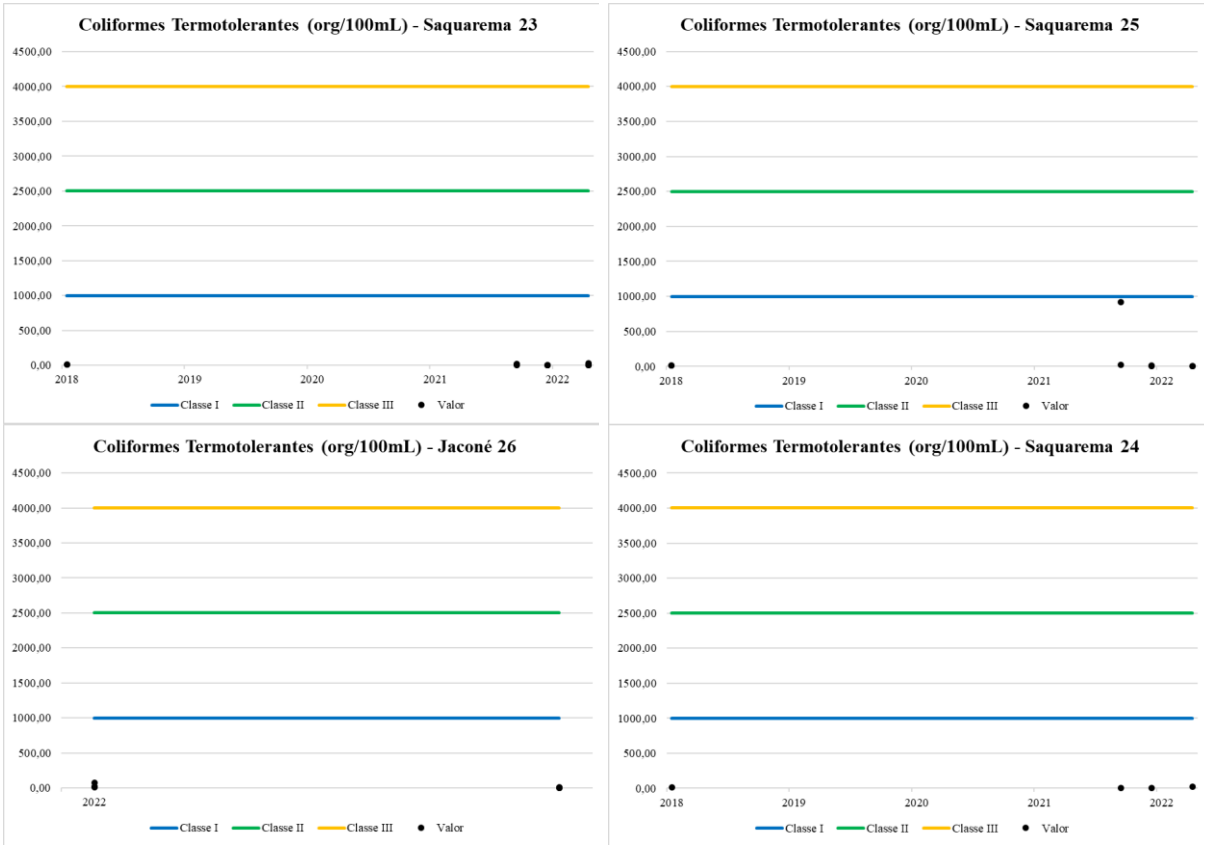


Figura 7.200 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e.

FÓSFORO TOTAL

O Saquarema 23 apresentou qualidade pior em comparação com os outros agrupamentos. (Figura 7.201 e Figura 7.202).Contudo, apenas com maior número de dados alguma conclusão objetiva pode ser dada sobre a qualidade da água neste corpo hídrico.

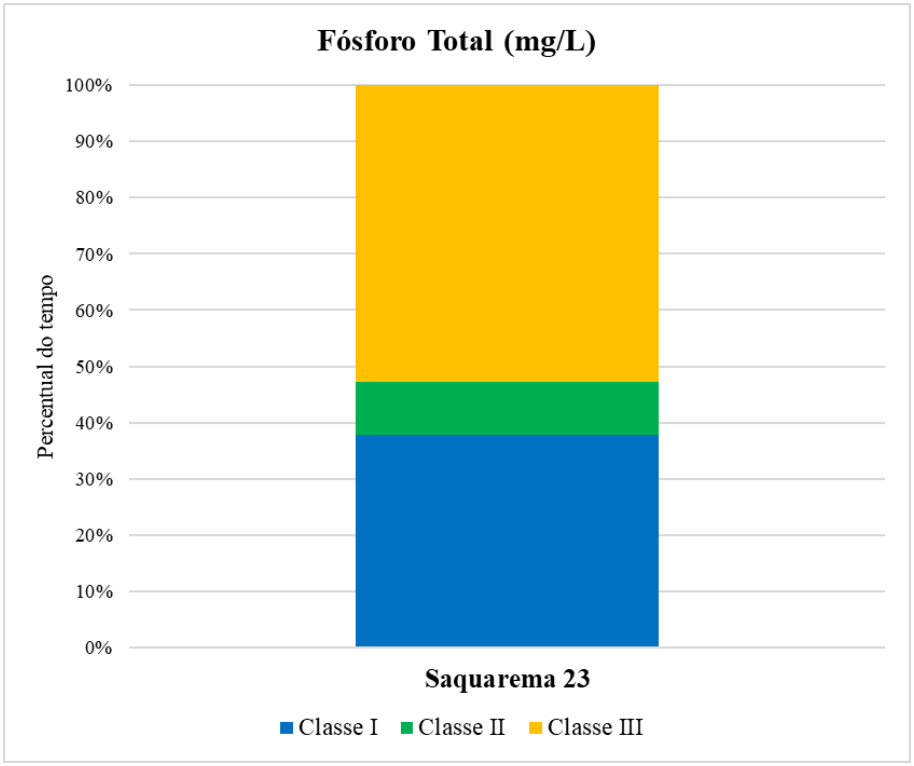


Figura 7.201 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e.

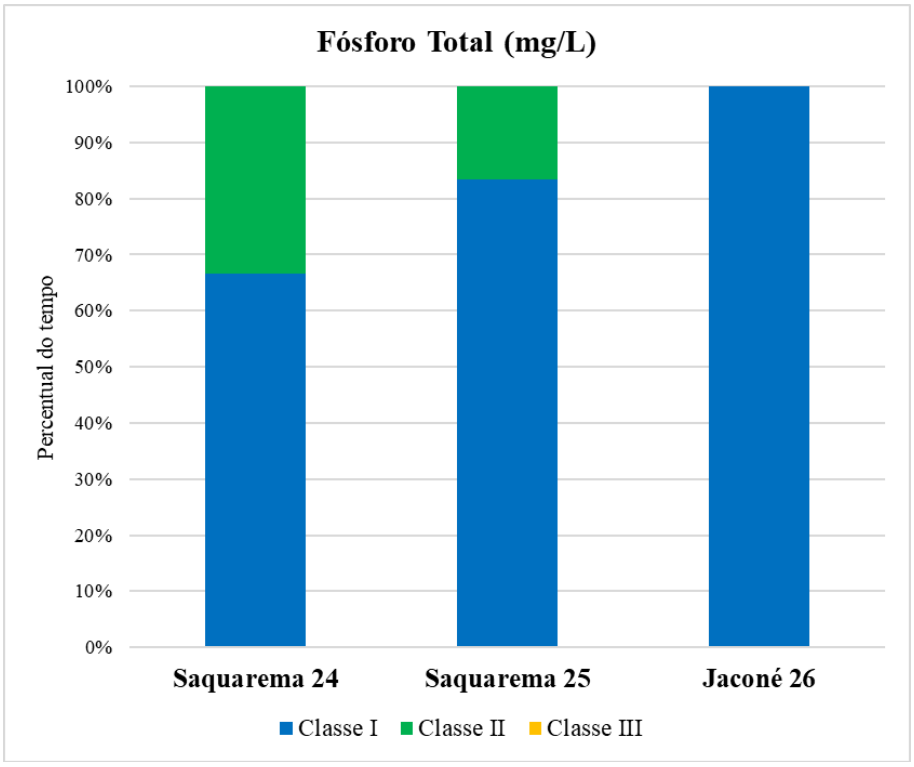


Figura 7.202 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e.

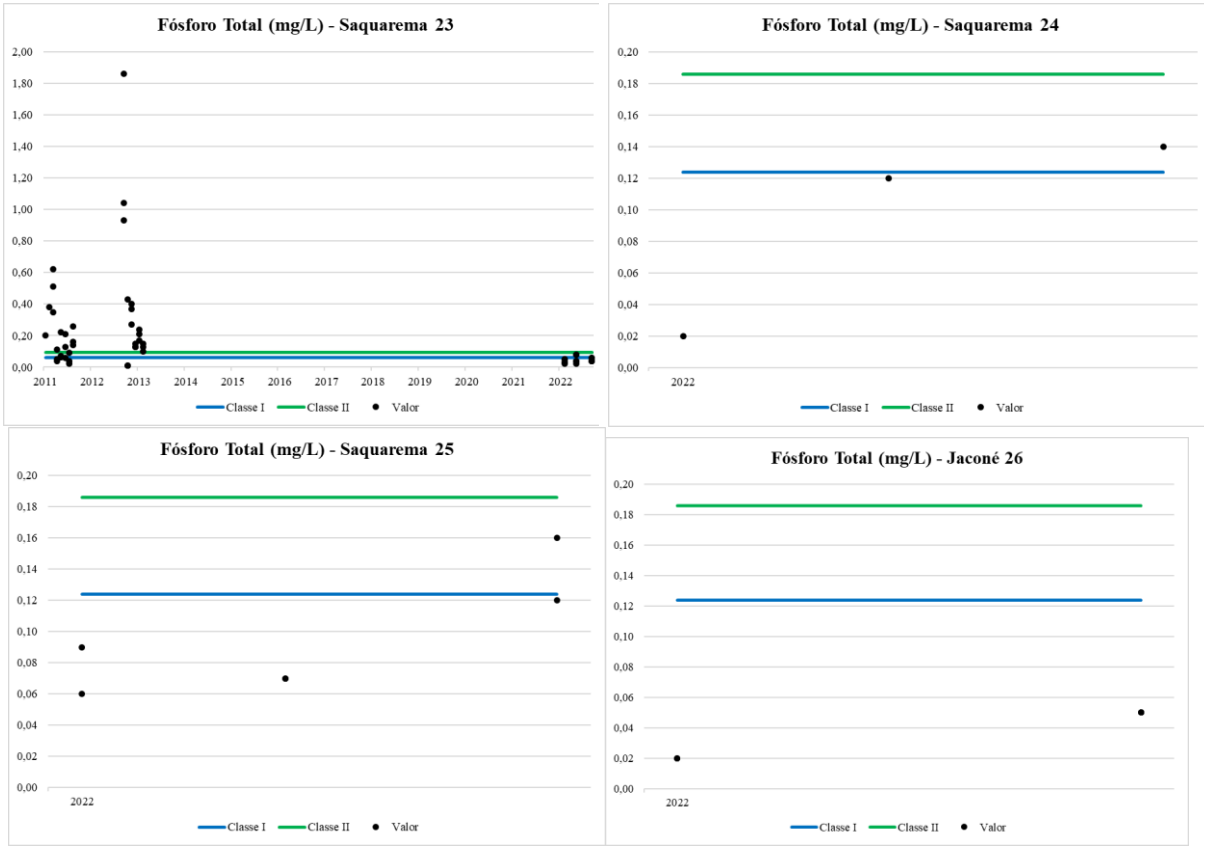


Figura 7.203 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

No grupo Saquarema 25, assim como na lagoa de Jaconé (Jaconé 26), existem poucas campanhas de monitoramento disponíveis para análise de oxigênio dissolvido na qualidade da água. Com estas poucas campanhas, e a disponibilidade mais abrangente do grupo Saquarema 23 foi possível observar uma situação de boa qualidade da água para este tipo de ambiente (Figura 7.204 e Figura 7.205).

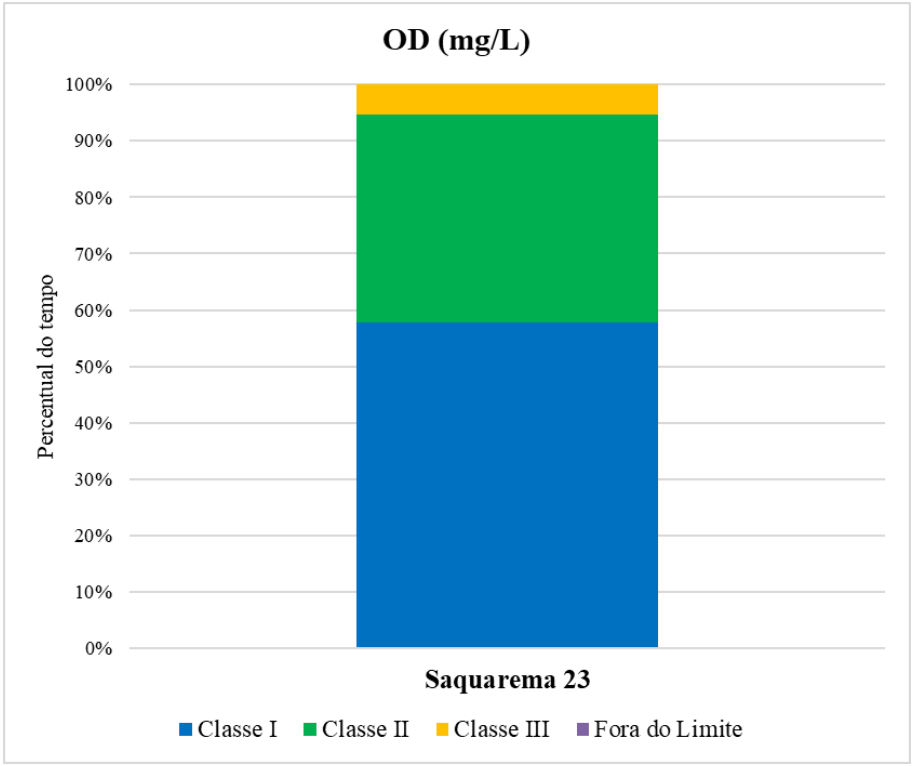


Figura 7.204 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-e.

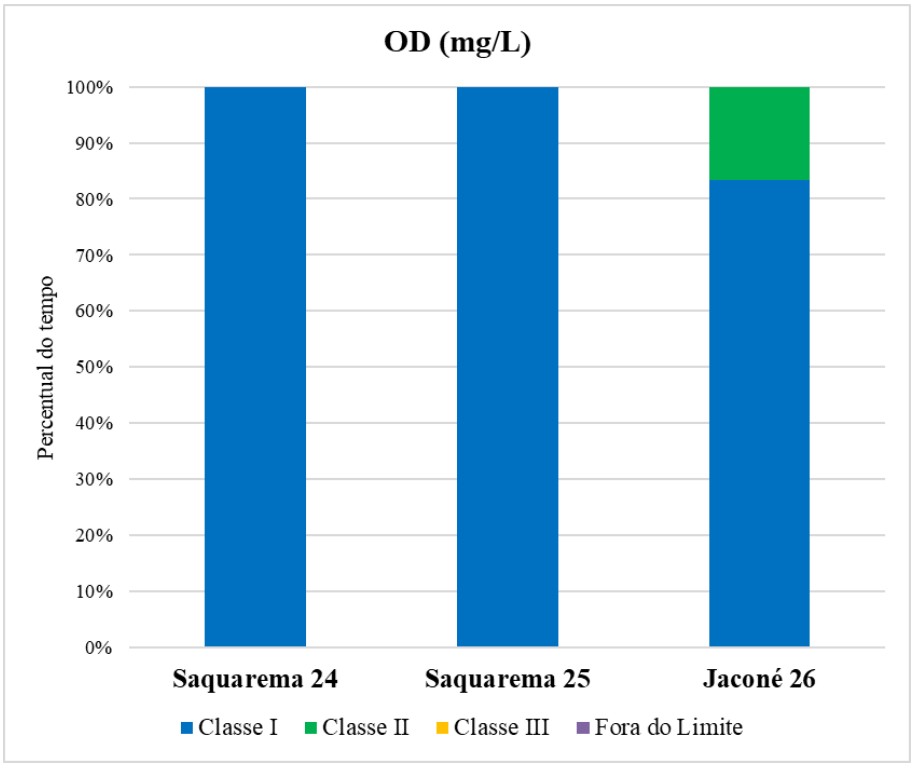


Figura 7.205 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-e.

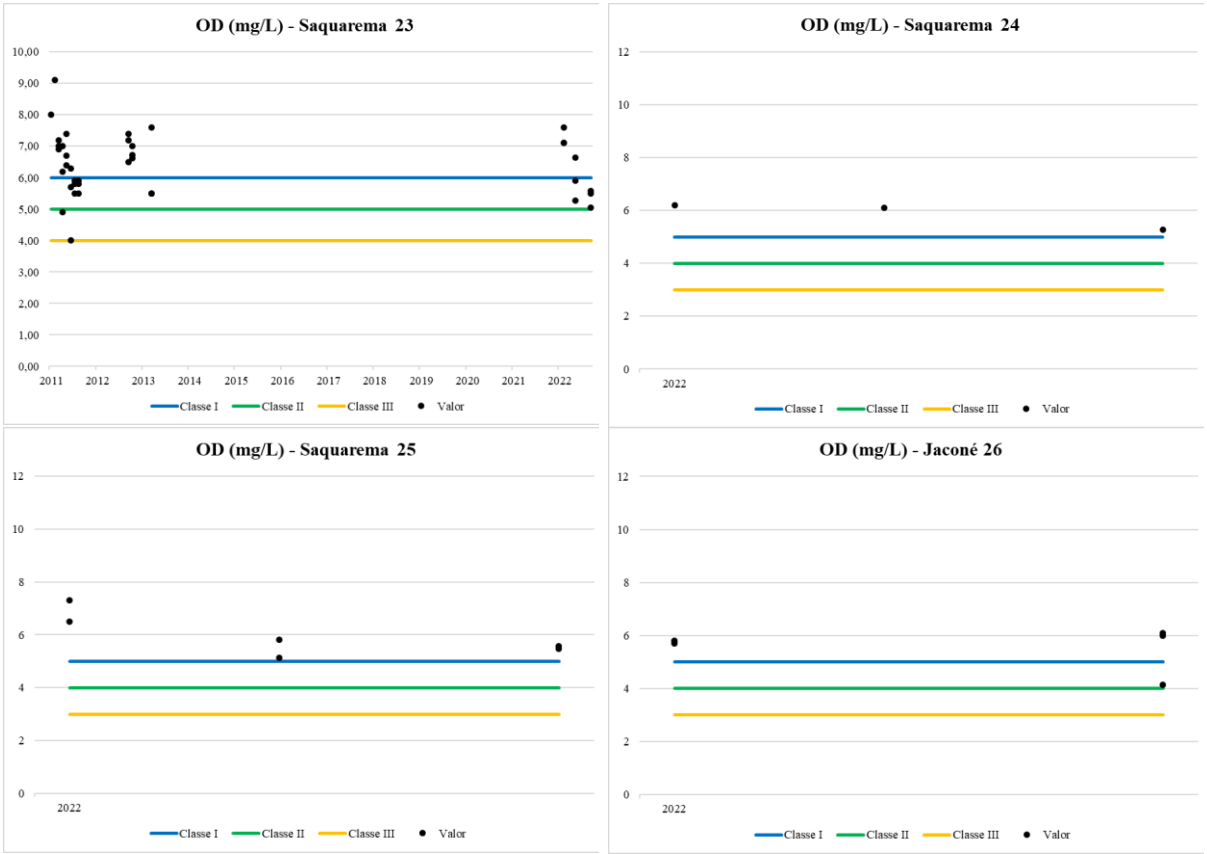


Figura 7.206 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina e salobra da UHP VI-e.

7.2.1.3.5.2.2 Índice de Estado Trófico

Considerando a disponibilidade variável de dados de clorofila e fósforo, nesta UHP apenas o grupo Saquarema 23 possui dados de ambos os parâmetros, possibilitando o cálculo de IET conforme apresentado a seguir. O grupo Saquarema 24 não apresenta dados de nenhum destes dois parâmetros, enquanto Saquarema 25 e Jaconé 26 possuem dados apenas de fósforo. Essa indisponibilidade impossibilita o cálculo para estes três grupos.

A Tabela 7.49 apresenta dados de IET calculados através da média anual de clorofila e fósforo de acordo com os dados disponíveis. Os anos que apresentam dados de ambos os parâmetros são 2011 e 2013. Utilizando o IET estabelecido por Lamparelli (2004), a classificação do estado trófico da lagoa de Saquarema foi considerada como SUPEREUTRÓFICO e EUTRÓFICO respectivamente. Pode-se observar que os valores ficaram próximos do limiar de transição entre ambas as classes (63), variando de acordo com o ano analisado. Ainda, ressalta-se que os dados disponíveis, por serem antigos, podem não representar o IET atual do corpo hídrico.

Tabela 7.49 - Classificação do IET para os ambientes lênticos da UHP VI-e.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Ano	Valor do IET	Classificação IET
Saquarema 23	Lagoa de Saquarema	2011	63,85	Supereutrófico
		2013	63,32	Eutrófico

7.2.1.3.5.3 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-e

7.2.1.3.5.3.1 Ambientes lóticos

Os resultados obtidos apontam para uma degradação elevada nas águas dos rios Areia, Seco e Jundiaí. Esta degradação é corroborada pelo IQA obtidos para estes rios, indicando que suas águas necessitam de atenção e priorização na construção de planos de recuperação. A baixa turbidez nas águas dos rios pode indicar que a poluição vem por uma fonte dissolvida, possivelmente devido a lançamentos de esgoto doméstico não tratado.

O Rio Grande de Jaconé tem uma característica diferente dos demais rios analisados, com picos de concentrações dos parâmetros de qualidade da água analisados em algumas campanhas, que pode ser um reflexo do aumento de população em regiões próximas do rio. Este aumento leva ao lançamento de maiores volumes de efluentes e, por consequência, a uma maior carga de material é lançado nas águas do rio.

7.2.1.3.5.3.2 Ambientes lênticos

A lagoa de Jaconé iniciou sua amostragem de qualidade da água recentemente, impedindo que conclusões aprofundadas sobre sua qualidade da água sejam obtidas. Em tempo, as amostras

atuais apontam para um ambiente com boa qualidade da água. A lagoa conta com três pontos de monitoramento que poderiam ser reduzidos para apenas um, localizado próximo ao centro da lagoa, contribuindo com redução de custos no programa de monitoramento.

A Lagoa de Saquarema apresentou campanhas de monitoramento espaçadas no tempo, com dados mais frequentes no passado (meados de 2013) e poucas informações em períodos mais recentes. A análise destes dados indicou que houve problemas com nutrientes no passado (fósforo e nitrogênio), mas devido a sua frequência de monitoramento recente, não é possível concluir se este problema continua existindo. A separação da lagoa em diferentes porções pode facilitar e simplificar o desenho amostral das campanhas de monitoramento permitindo que mais parâmetros sejam monitorados em maior frequência amostral.

O programa de monitoramento nesta UHP pode ser revisado para um delineamento amostral otimizado. Há vários pontos espalhados nos corpos hídricos, cada um quantificando uma parcela das informações necessárias para a correta análise da qualidade das águas nestes ambientes. A revisão deve considerar a concentração de pontos (redução de número de postos) e o maior detalhamento de parâmetros de qualidade da água nestes pontos. Nos ambientes lóticos, uma atenção especial deve ser dada a quantificação hídrica, para que informações referentes a escoamento e concentrações sejam obtidas concomitantemente, permitindo análises mais robustas de carga e transporte de material nos rios da UHP. Adicionalmente, nos ambientes lênticos devem ser monitorados os níveis das lagoas, via réguas limnimétricas.

A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-e.

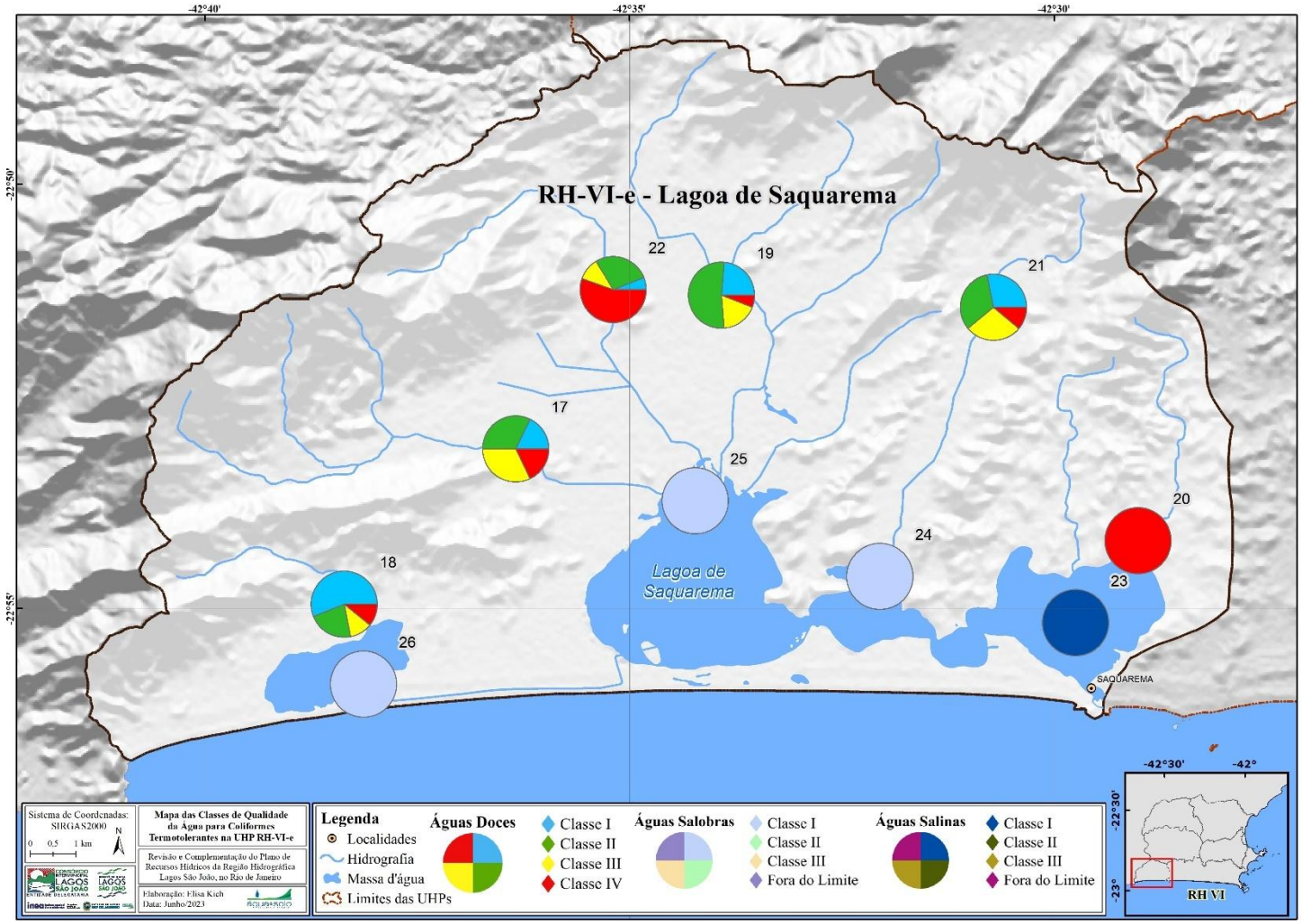


Figura 7.207 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

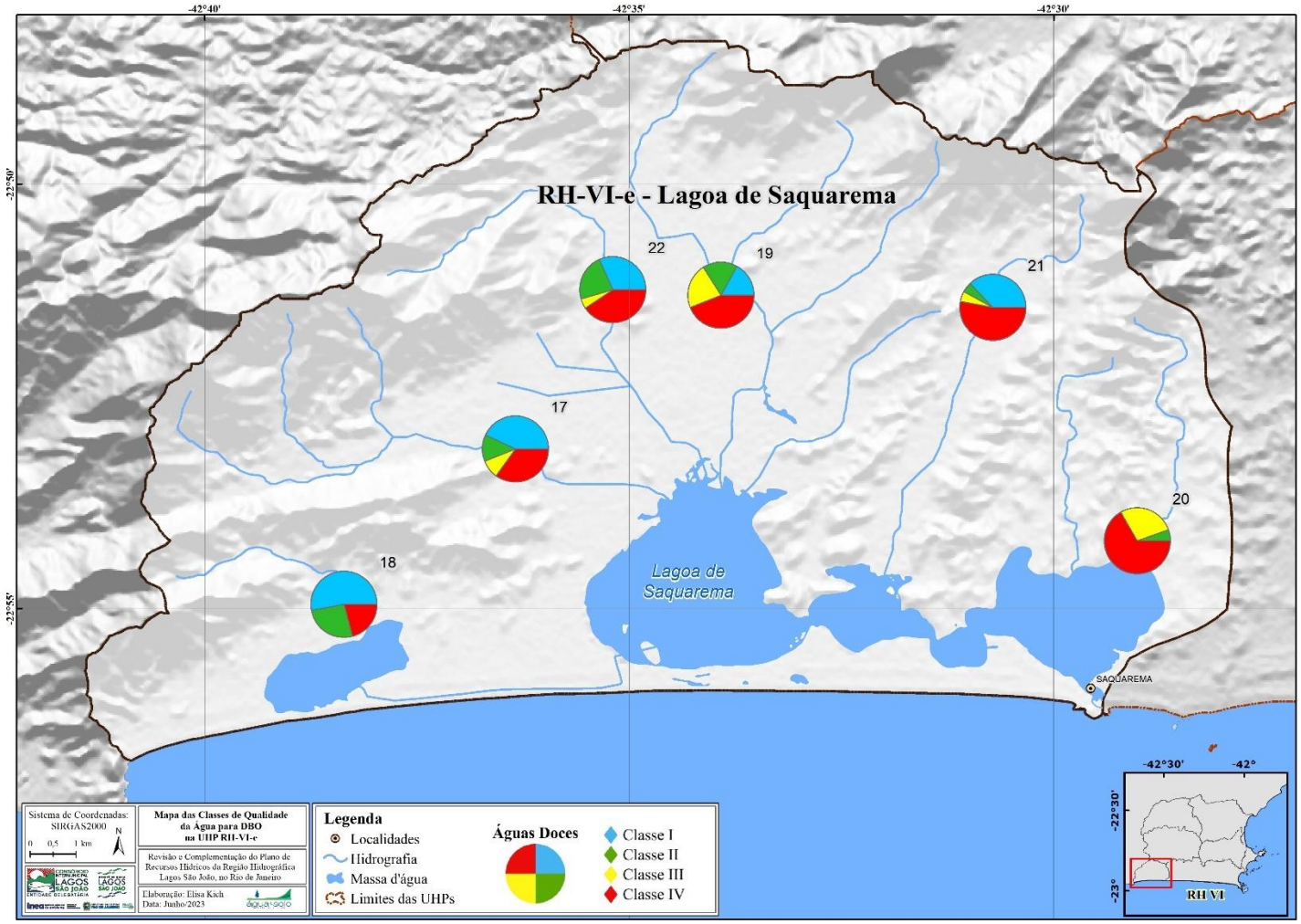


Figura 7.208 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

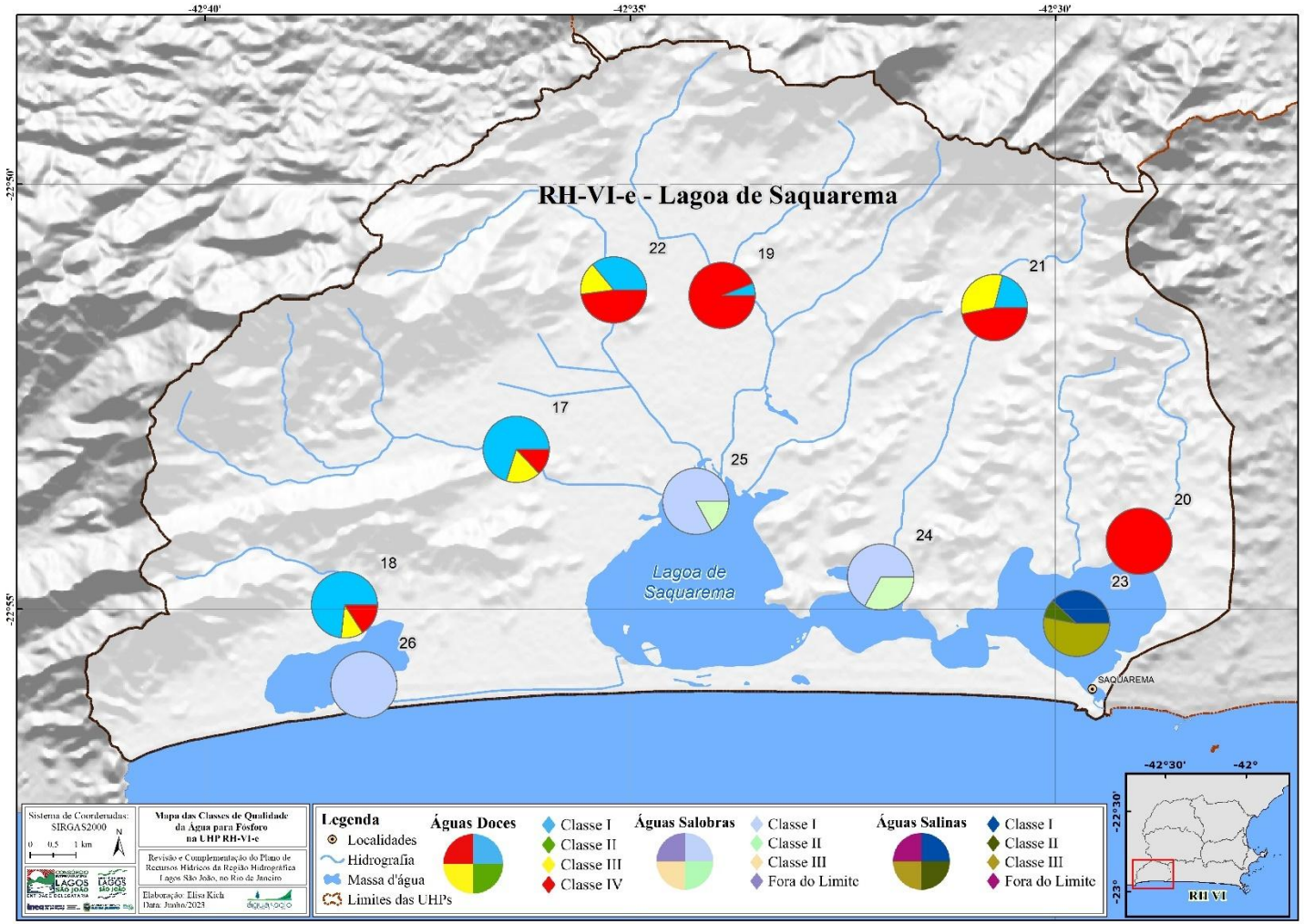


Figura 7.209 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria

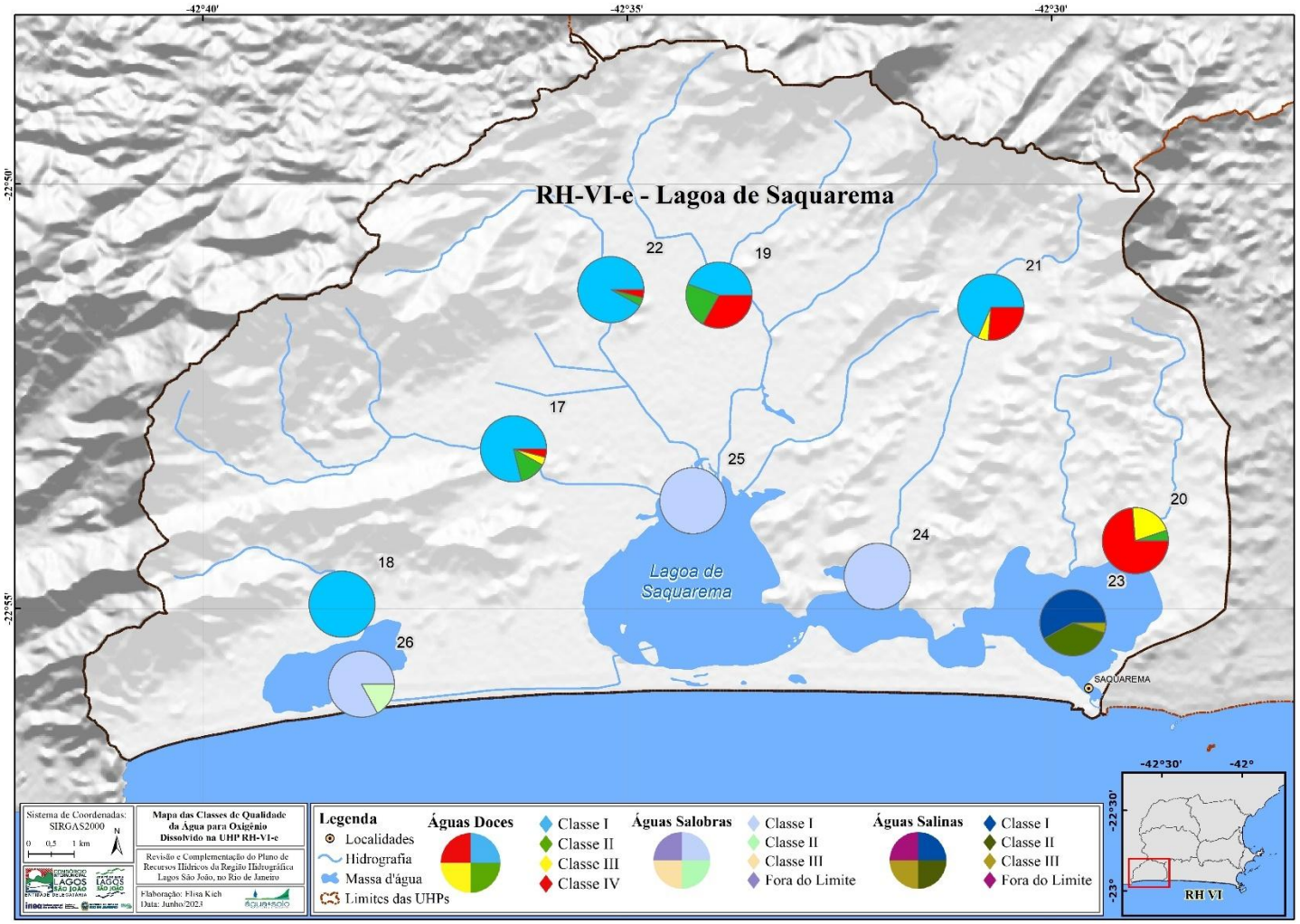


Figura 7.210 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

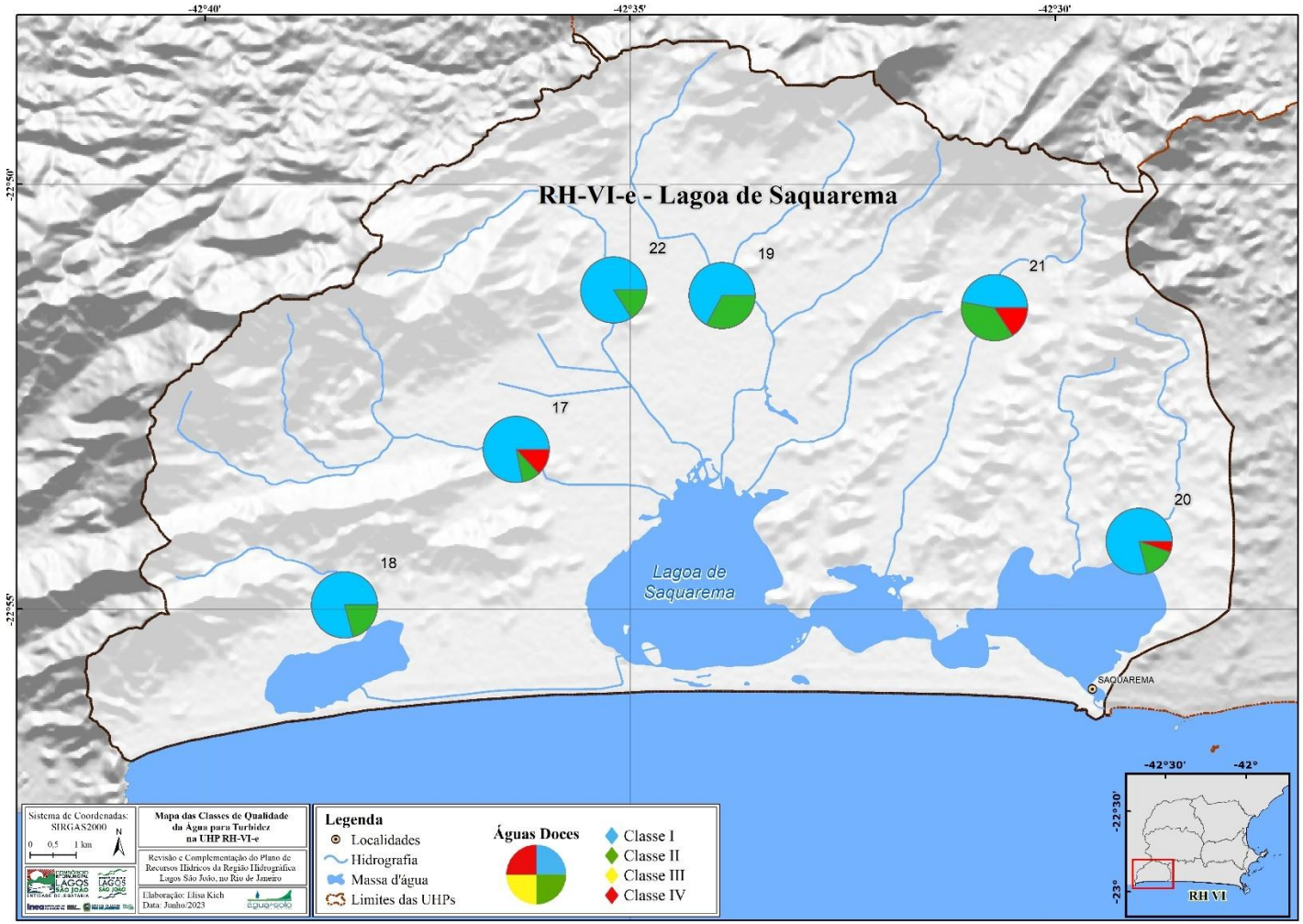


Figura 7.211 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.6 UHP VI-f: Lagoa de Araruama

Esta UHP possui cinquenta e três pontos de monitoramento localizados ao longo de diversos rios e lagoas. O monitoramento é operado pelo INEA, PROLAGOS e CBHLSJ. Há presença de água doce e salina, ambiente lótico e lêntico. Abaixo é apresentado um resumo dos grupos e pontos, assim como do período de dados. A Figura 7.212 apresenta a localização de cada ponto de amostragem. Nos itens a seguir são apresentados os resultados do ambiente lótico e lêntico.

Tabela 7.50 – Resumo dos grupos e período de disponibilidade de dados.

ID Agrupado	ID Pontos	Ambiente	Salinidade	Primeiro Dado	Último Dado
Ibicuíba 27	P34	Lótico	Doce	03/04/2019	16/12/2021
Limão 28	P35	Lótico	Doce	03/04/2019	16/12/2021
Salgado 29	P36	Lótico	Doce	03/04/2019	16/12/2021
Piriri 30	P37	Lótico	Doce	12/06/2019	16/12/2021
Araruama 31	P14, P44, P45	Lêntico	Salina	28/11/2018	27/12/2019
Araruama32	P15, P46, P47	Lêntico	Salina	19/02/2014	27/12/2019
Araruama 33	P48	Lêntico	Salina	19/02/2014	08/10/2019
Araruama 34	P16, P49, P50	Lêntico	Salina	05/02/2014	27/12/2019
Araruama 35	P17, P51	Lêntico	Salina	05/02/2014	01/06/2022
Araruama 36	P10, P18, P52, P53, P55, P8, P9	Lêntico	Salina	26/06/2013	01/06/2022
Araruama 37	P54	Lêntico	Salina	05/02/2014	08/10/2019
Araruama 38	P20, P56, P57, P58	Lêntico	Salina	26/06/2013	01/06/2022
Araruama 39	P11, P12, P13, P19, P5, P59, P60	Lêntico	Salina	28/10/2003	01/06/2022
Araruama 40	P21, P61, P62	Lêntico	Salina	26/06/2013	01/06/2022
Araruama 41	P1, P4, P63	Lêntico	Salina	18/02/2003	27/12/2019
Araruama 42	P22, P3, P6, P64, P65, P66, P7	Lêntico	Salina	27/09/2002	01/06/2022
Araruama 43	P23, P67	Lêntico	Salina	26/06/2013	01/06/2022
Jacarepiá 44	P74, P84, P93	Lêntico	Doce	09/06/2022	03/01/2023

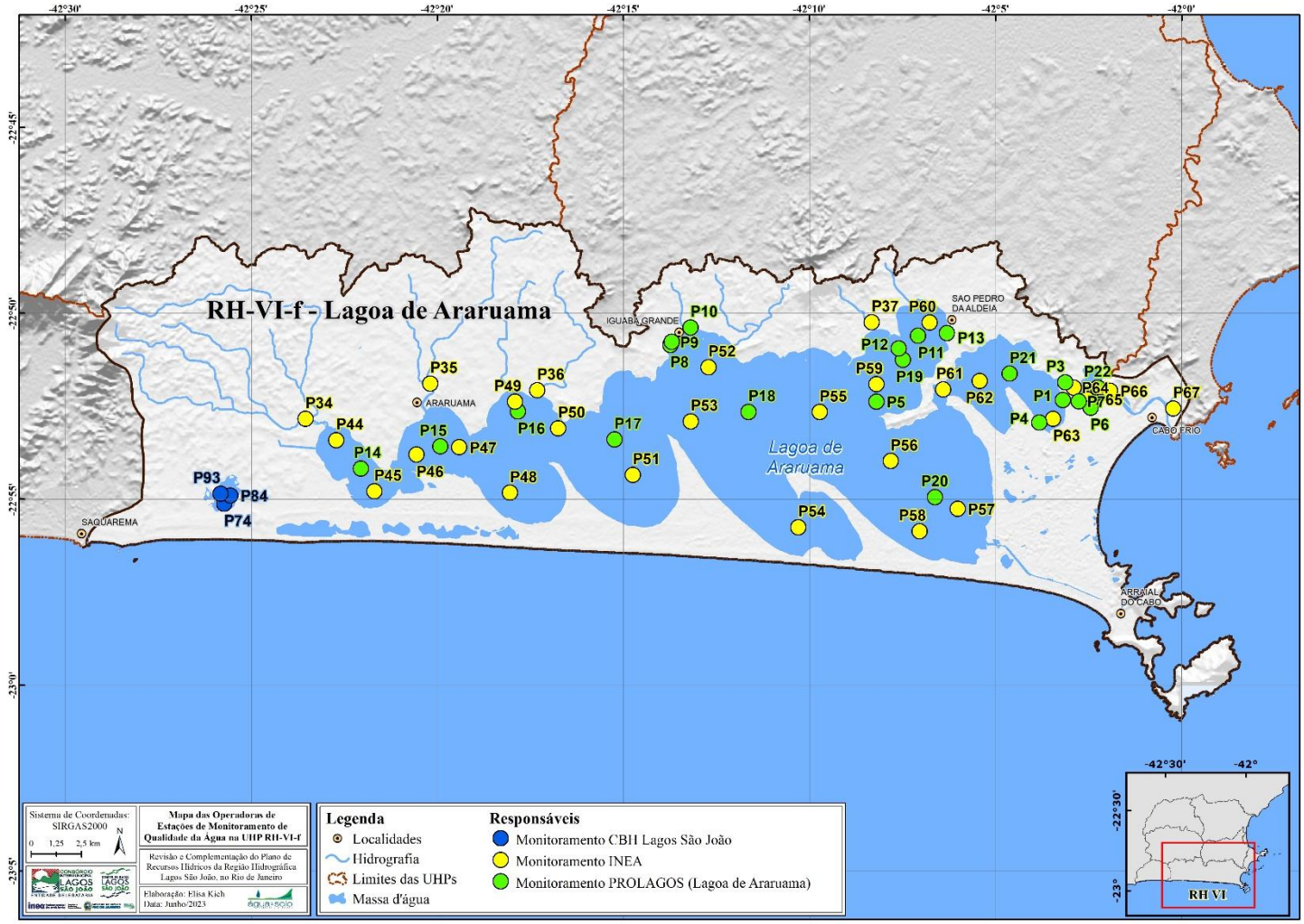


Figura 7.212 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento da UHP VI-f.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.6.1 Ambientes lóticos

Os ambientes lóticos existentes nesta UHP são os rios Ibicuíba, Limão, Salgado e Piripiri que são monitorados pelo INEA.

7.2.1.3.6.1.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

As campanhas de coletas de Coliformes Termotolerantes nos rios da UHP VI-f apresentaram um cenário de degradação elevado em todos os corpos hídricos analisados. Comparando-se as concentrações obtidas com os limites de classe da resolução CONAMA 357/2005 os rios se enquadram na maior parte do tempo como corpos hídricos de Classe IV (Figura 7.213). As séries temporais obtidas das campanhas de monitoramento apontam para um comportamento regular ao longo dos anos, indicando que esta situação não é pontual, mas recorrente nestes ambientes (Figura 7.214).

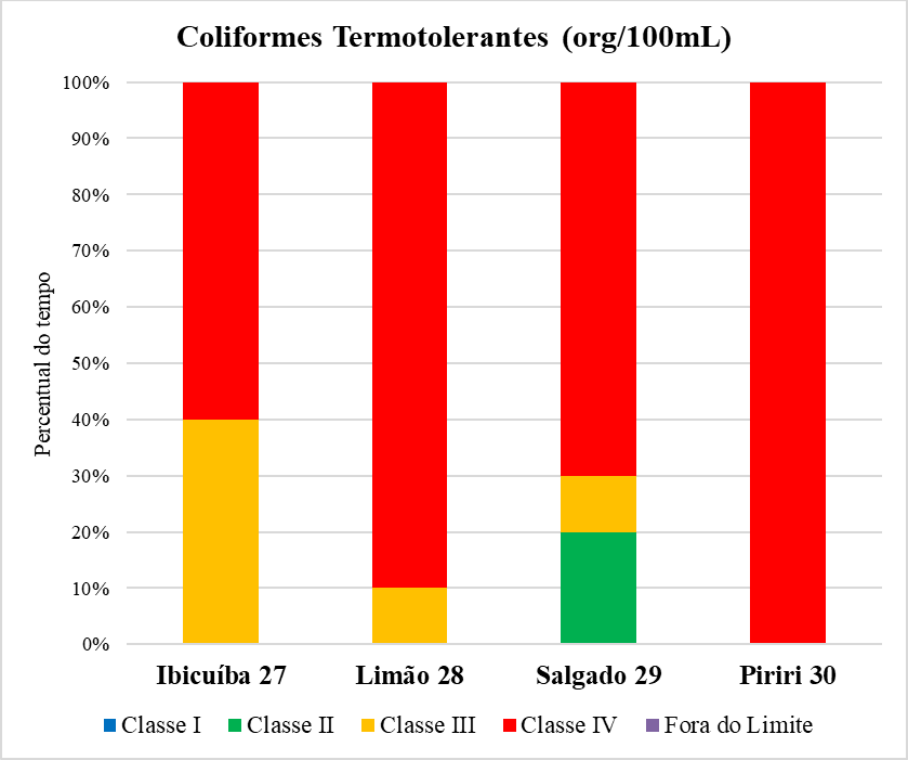


Figura 7.213 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

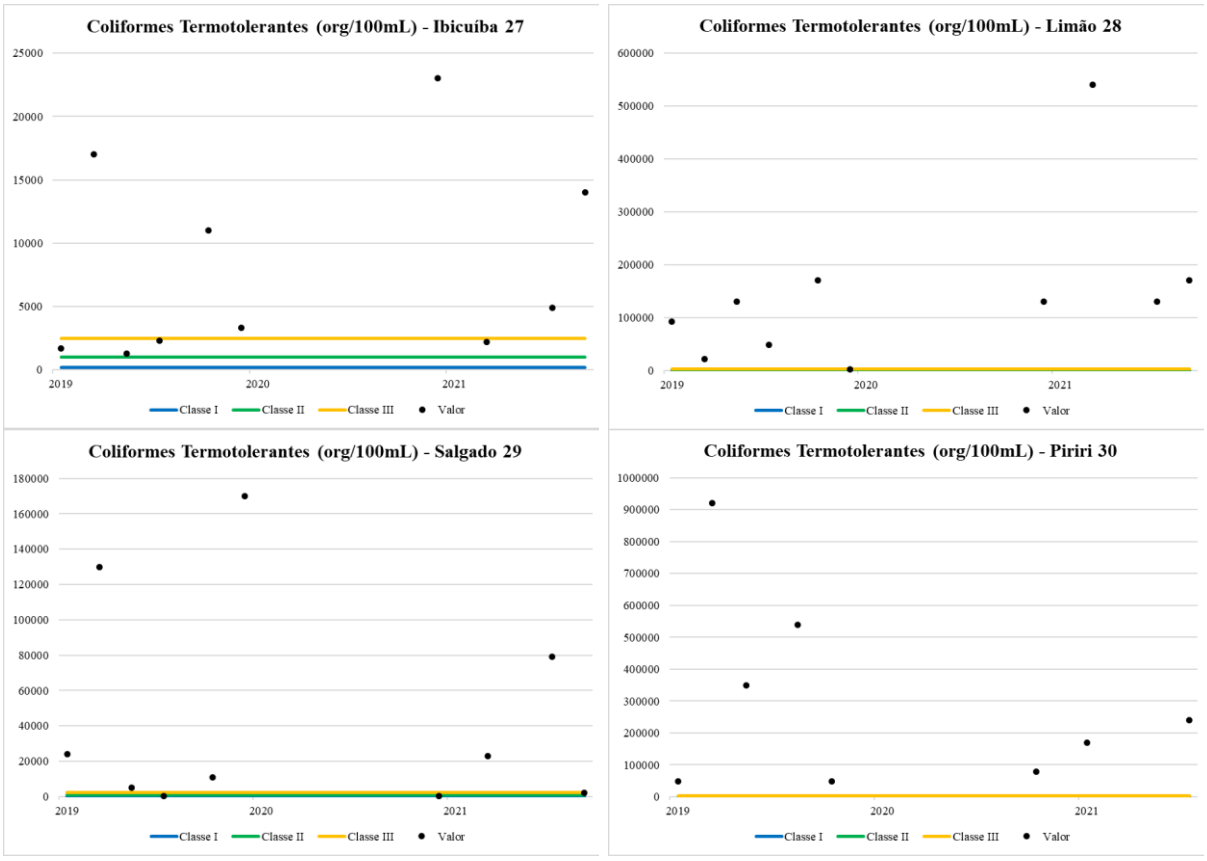


Figura 7.214 - Séries temporais de concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

O parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO apresenta concentrações elevadas nos ambientes lóticos da UHP VI-f. Todos os rios monitorados apresentam concentrações típicas de Classe IV (Figura 7.215). A análise de séries temporais aponta uma tendência de redução nas concentrações com o passar dos anos, exceto para o rio do Limão (Figura 7.216).

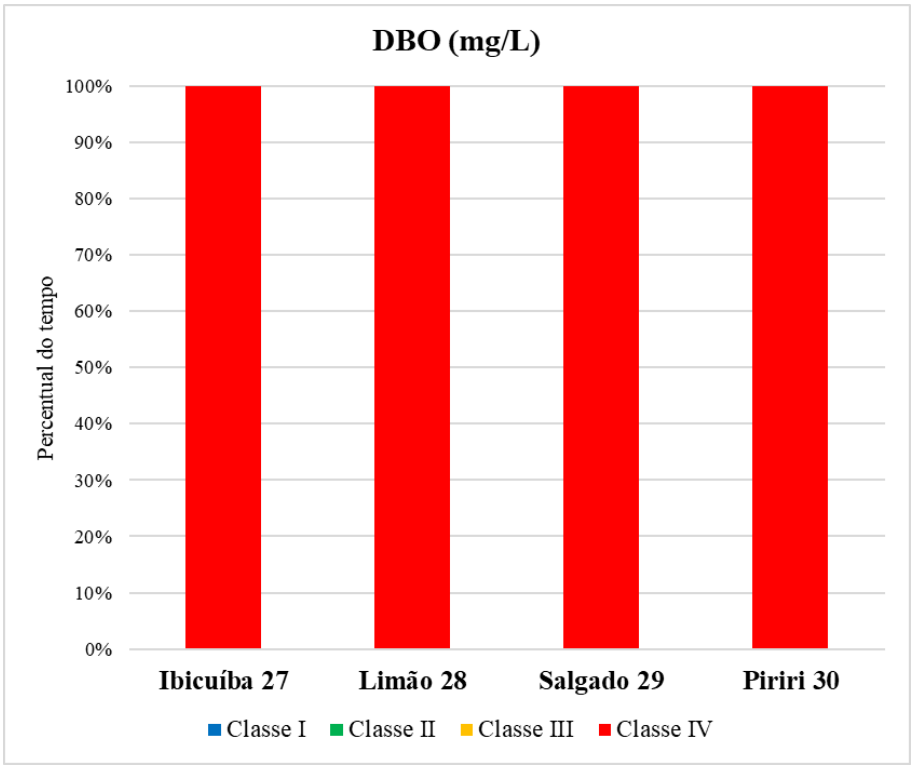


Figura 7.215 - Avaliação temporal das concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

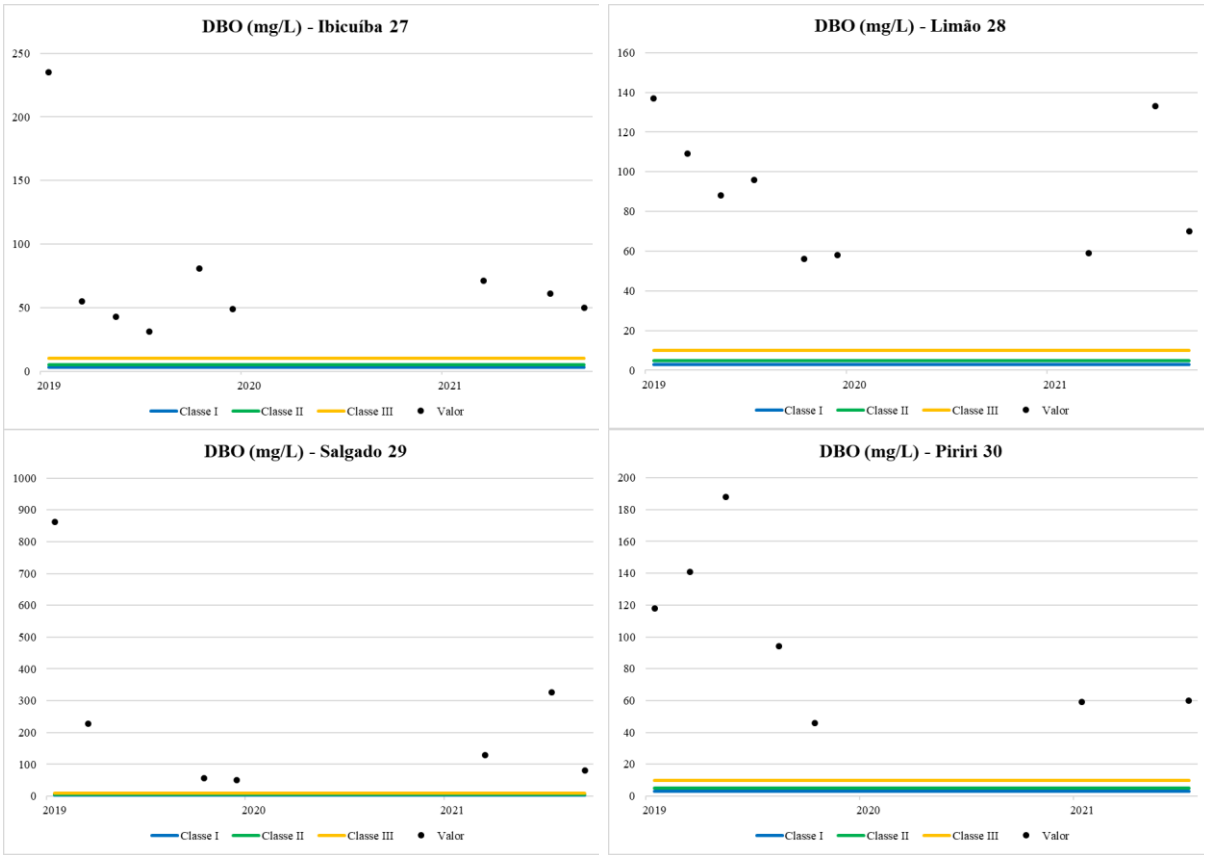


Figura 7.216 - Séries temporais de concentrações de DBO nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

FÓSFORO TOTAL

As concentrações de fósforo total obtidas nos monitoramentos realizados nos ambientes lóticos da UHPIV-f apontaram situações de baixa qualidade da água. As concentrações apontam para condições de corpos hídricos de Classe IV na maior parte do tempo (Figura 7.217). Estas concentrações elevadas são observadas de forma recorrente ao longo de todos os anos monitorados (Figura 7.218).

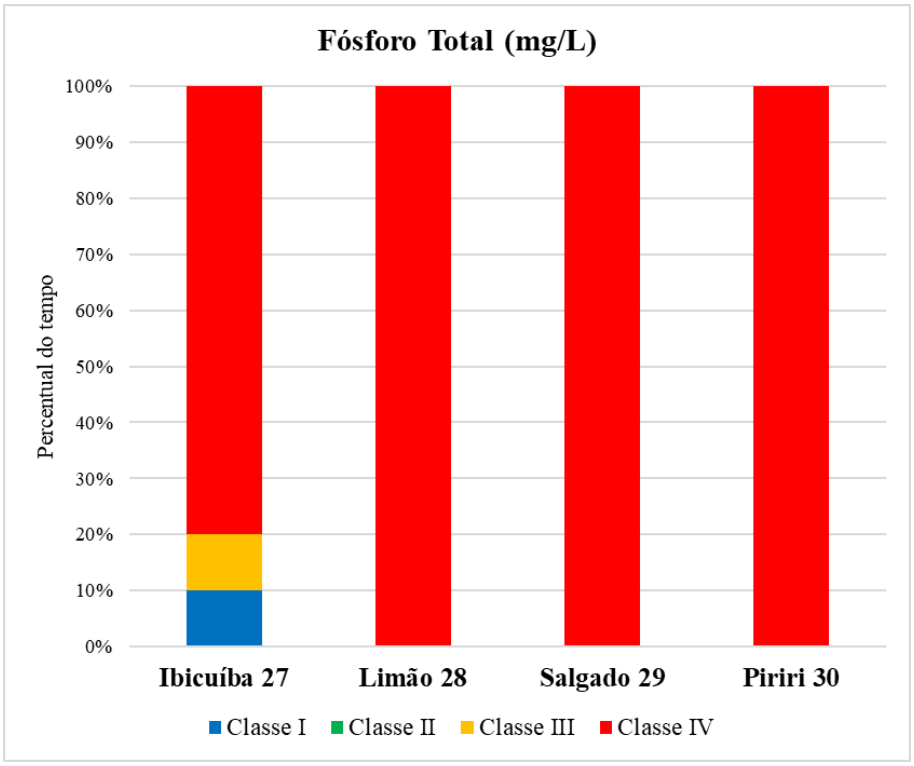
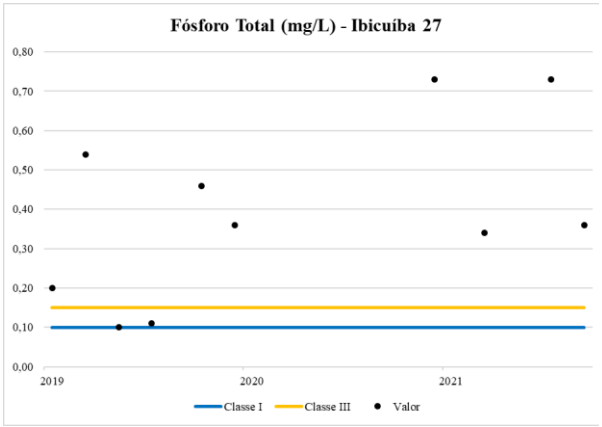
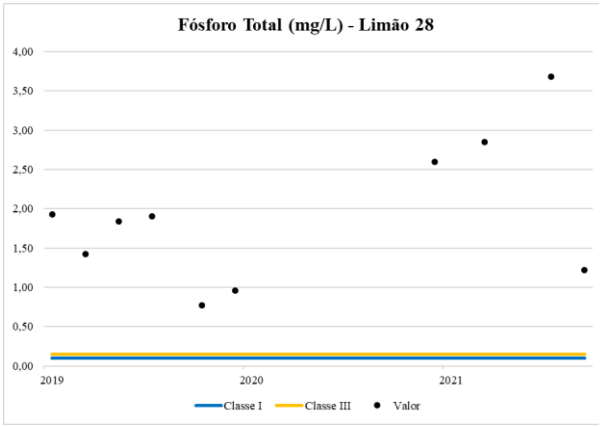


Figura 7.217 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-f.





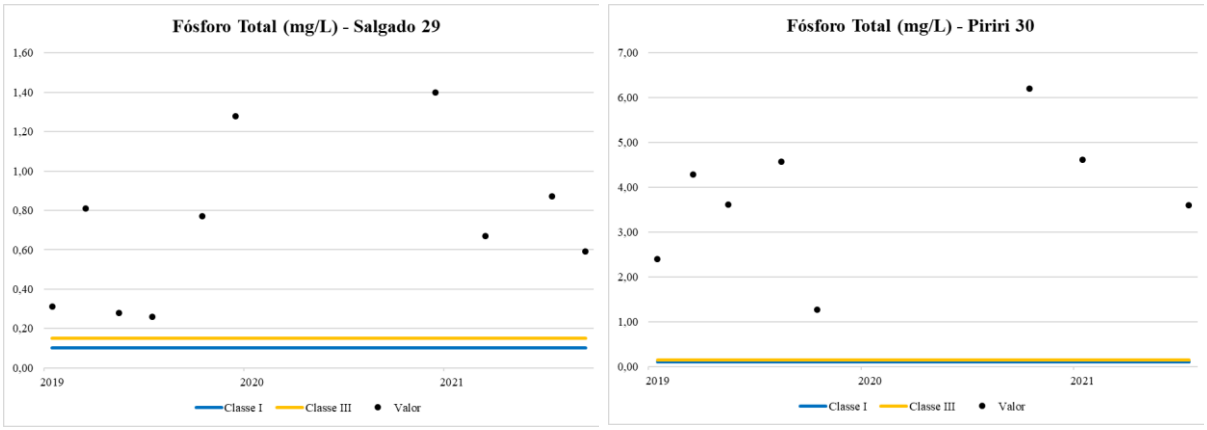


Figura 7.218 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de oxigênio dissolvido nos rios da UHP VI-f apresentaram condições de baixa qualidade na maior parte do tempo. Nos pontos Jundiaí 19, Seco 21 e Areia 20 as concentrações disponibilizadas pelas campanhas de monitoramento apontam para concentrações compatíveis com corpos hídricos de Classe IV na maior parte do tempo, com alguns momentos em condições melhores (Figura 7.219). A série temporal de concentrações demonstra uma tendência de redução da qualidade das águas com base neste parâmetro ao longo dos anos, com concentrações maiores no passado e menores no momento atual (Figura 7.220).

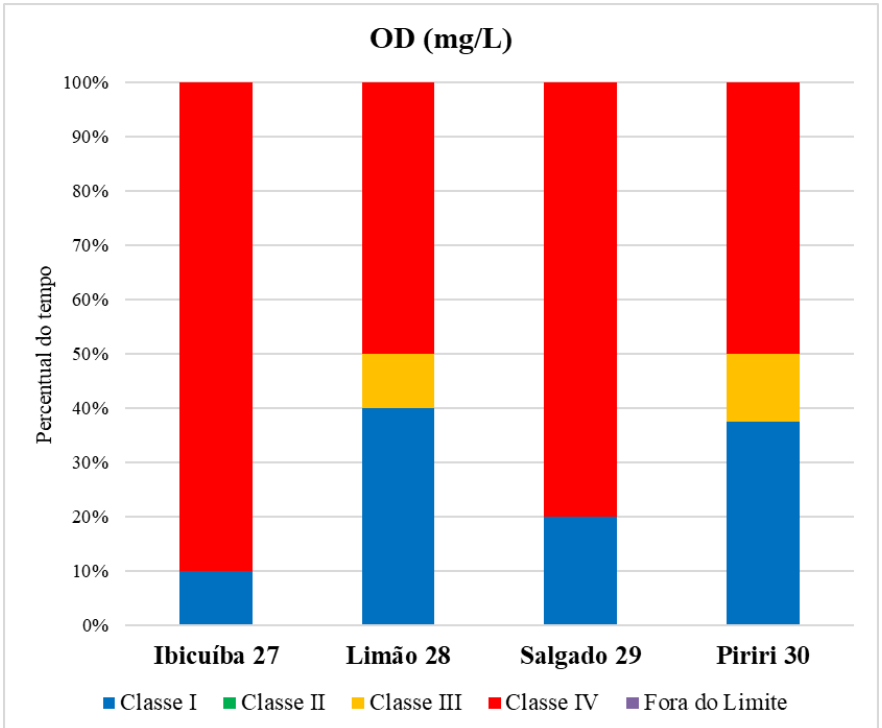


Figura 7.219 - Avaliação temporal das concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

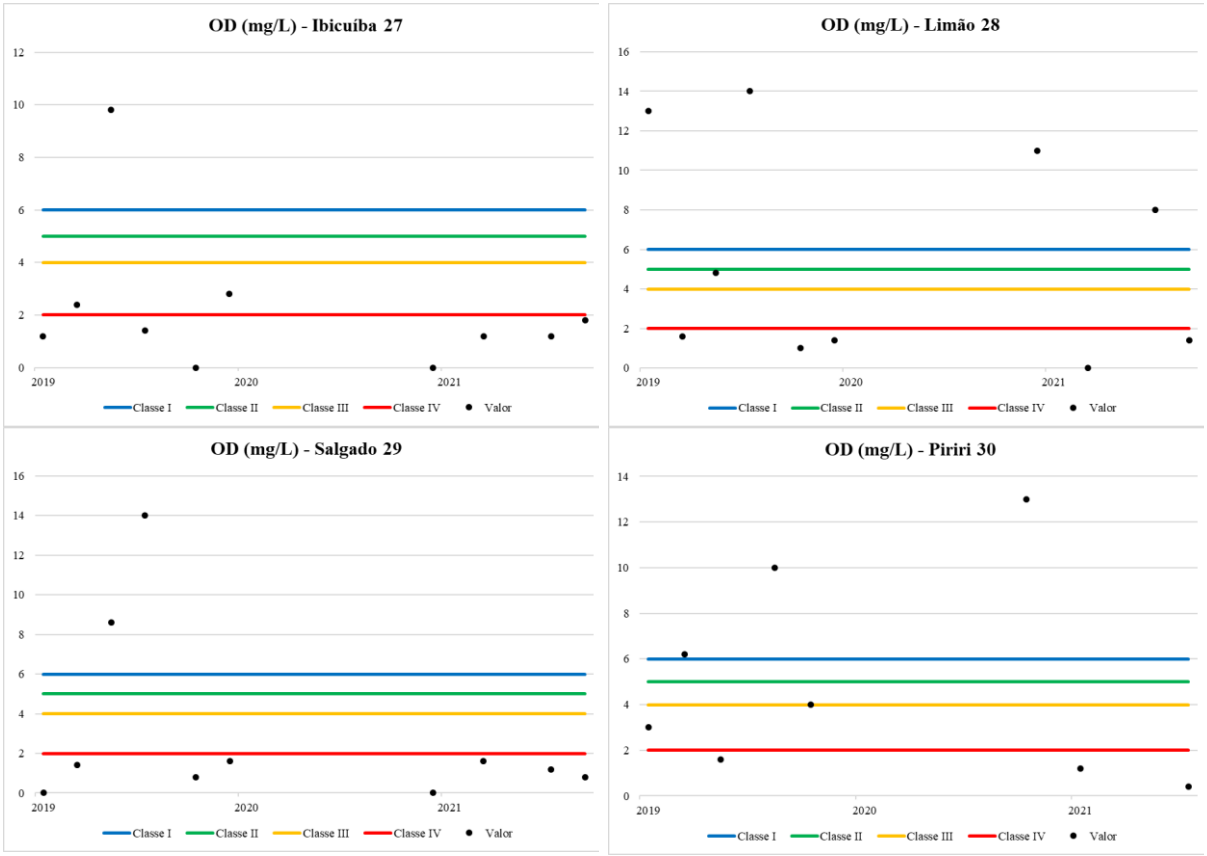


Figura 7.220 - Séries temporais de concentrações de OD nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

TURBIDEZ

Ao contrário dos outros parâmetros de qualidade analisados a Turbidez apresentou valores compatíveis com ambientes de Classe I na maior parte do tempo (Figura 7.221). A análise das séries temporais demonstra que este comportamento é contínuo nestes rios (Figura 7.222).

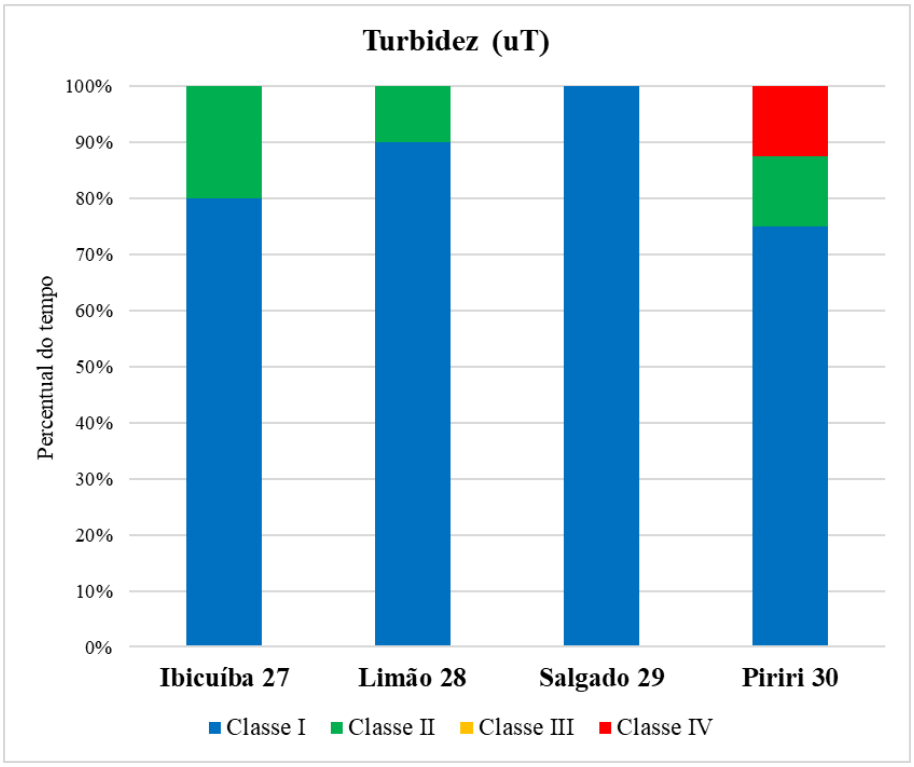


Figura 7.221 - Avaliação temporal das concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

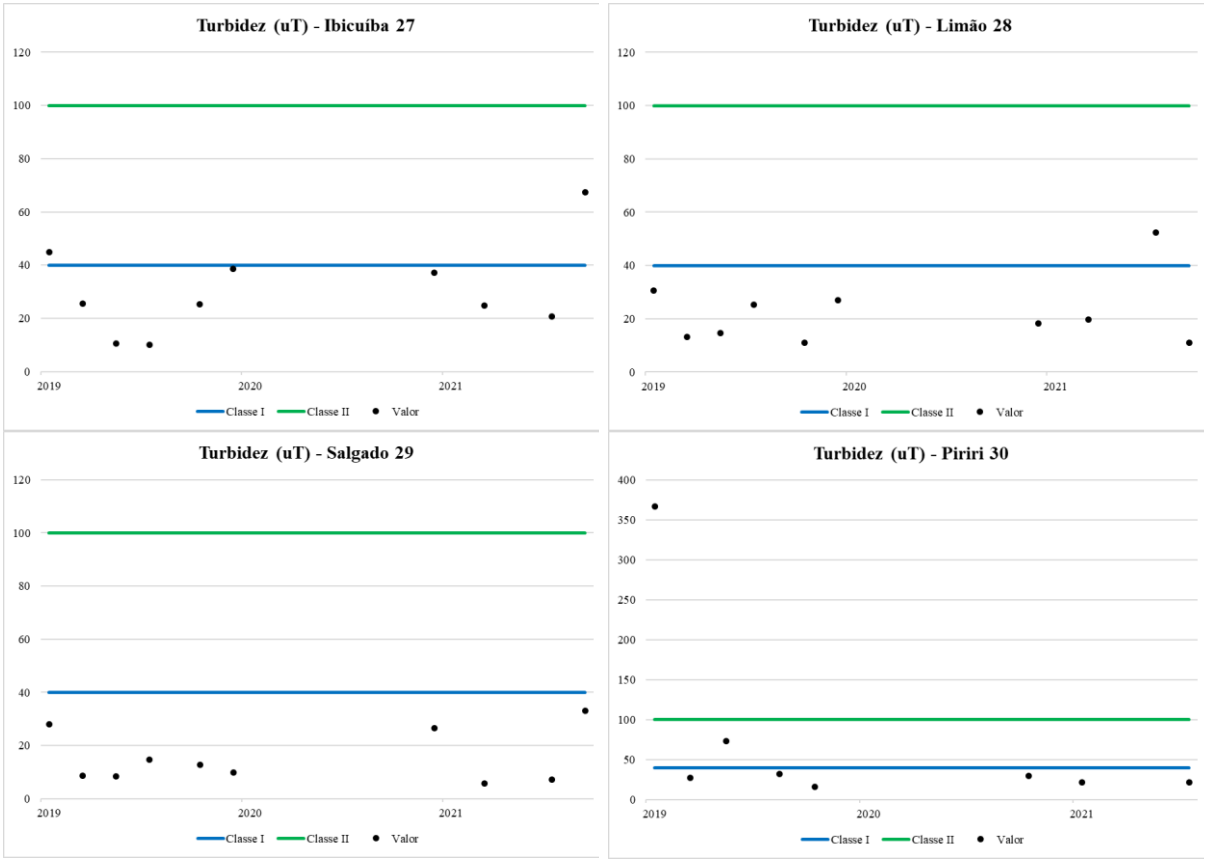


Figura 7.222 - Séries temporais de concentrações de Turbidez nos ambientes lóticos da UHP VI-f.

7.2.1.3.6.1.2 Índice de Qualidade da Água

Avaliou-se o IQA para quatro grupos os quais são afluentes da Lagoa de Araruama. Todos os grupos apresentam dois anos de disponibilidade de dados (2019/2021).

A Tabela 7.51 apresenta um resumo das informações, onde se verifica que os índices de qualidade da água calculados apresentam situações consideradas RUIM para o Rio Ibicuíta, Rio do Limão e Rio Salgado, e MUITO RUIM para o grupo do rio Piriri. Os principais parâmetros limitantes da qualidade da água foram a DBO e os coliformes. As faixas de classificação adotadas foram apresentadas no item 7.2.1.1.3.

Tabela 7.51 - Classificação do IQA para os ambientes lóticos da UHP VI-f.

ID Agrupado	Corpo hídrico	Valor do IQA	Classificação IQA
Ibicuíba 27	Rio Ibicuíba	31,65	Ruim
Limão 28	Rio do Limão	30,52	Ruim
Salgado 29	Rio Salgado	30,30	Ruim
Piriri 30	Rio Piriri	24,86	Muito Ruim

7.2.1.3.6.2 Ambientes lênticos

As campanhas de monitoramento são operadas pelo INEA, PROLAGOS e, recentemente, pela CBHLSJ. Os pontos estão distribuídos ao longo das lagoas de Jacarepiá e Araruama. A lagoa de Jacarepiá é monitorada exclusivamente pela CBHLSJ.

A lagoa de Jacarepiá (Jacarepiá 44) é o único ambiente lêntico de água doce, e apresenta dados de Coliformes Termotolerantes, DBO, Fósforo Total, Oxigênio Dissolvido e Turbidez. Já a lagoa de Araruama, de água salina, apresenta dados de Fósforo Total e Oxigênio Dissolvido para todos os grupos (Araruama 31 a Araruama 43). Os resultados são apresentados a seguir.

7.2.1.3.6.2.1 Parâmetros de qualidade da água

COLIFORMES TERMOTOLERANTES

A análise dos parâmetros de qualidade da água disponíveis (Jacarepiá 44 - P74, P84, P93) apontou o Coliformes Termotolerantes como um elemento presente em concentrações de Classe I (Figura 7.223 e Figura 7.223). Para esse parâmetro só está registrada uma campanha de monitoramento no dia 26/06/2023.

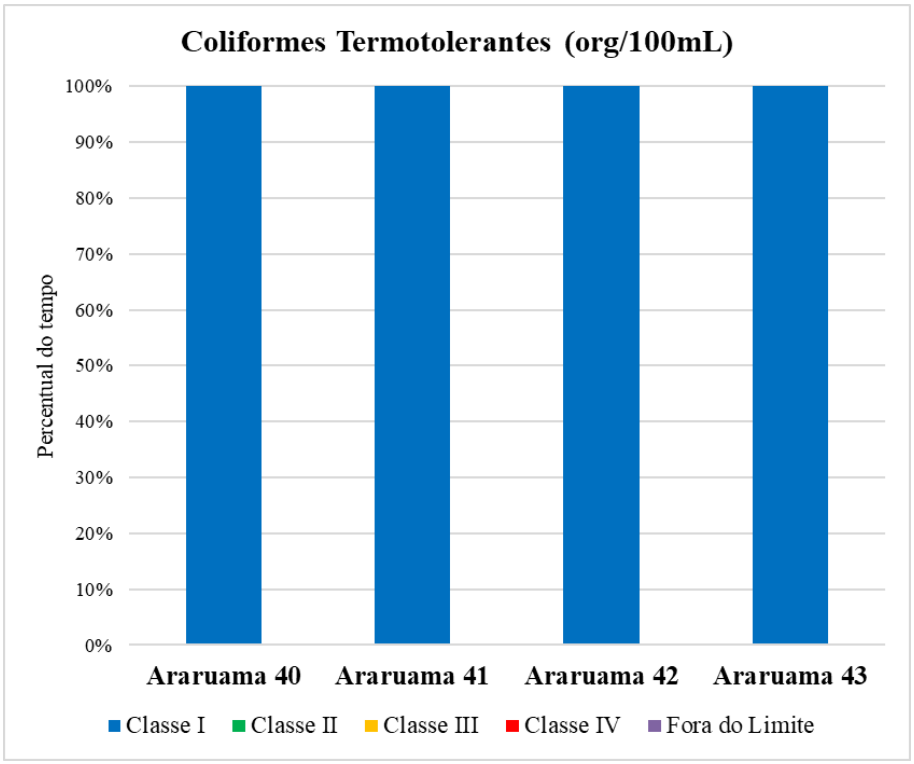


Figura 7.223 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f.

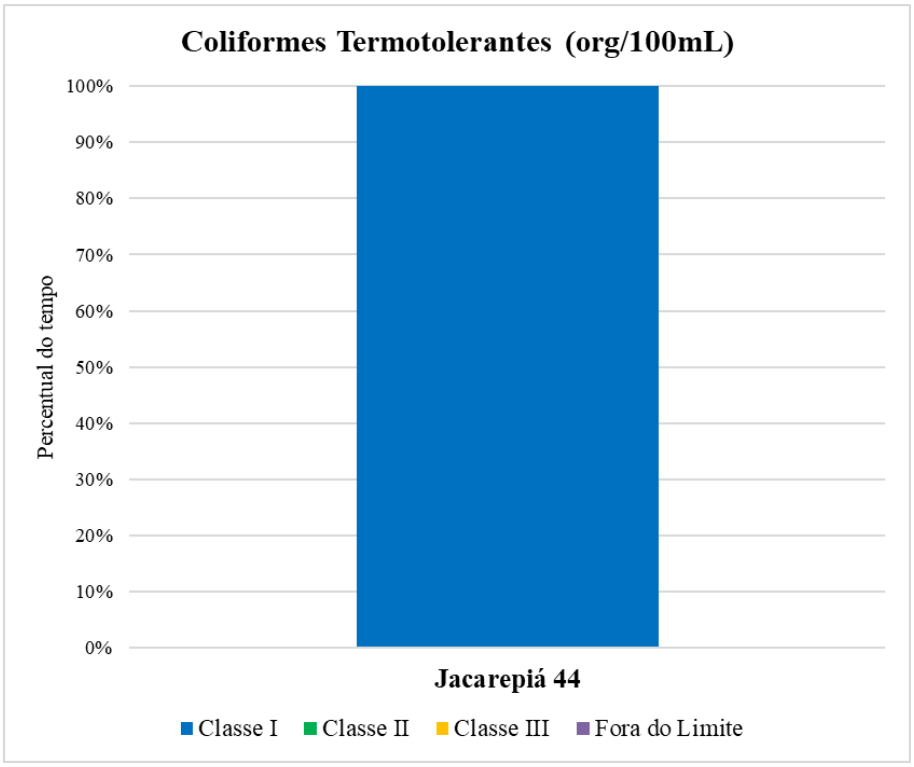


Figura 7.224 - Avaliação temporal das concentrações de Coliformes Termotolerantes nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-f.

FÓSFORO TOTAL

As campanhas de monitoramento existentes para a lagoa de Araruama apontam para um ambiente de relativa boa qualidade da água, com classe I sendo identificada acima de 50% do tempo na maioria dos grupos. No entanto também são identificados dados de fósforo total para classe II e III, principalmente nos grupos Araruama 36, Araruama 39, Araruama 41, Araruama 42 (Figura 7.225). As séries temporais dos resultados estão apresentadas na Figura 7.227. Os dados de fósforo total para a lagoa de Jacarepiá (água salobra) indicam classe III em 100% do tempo.

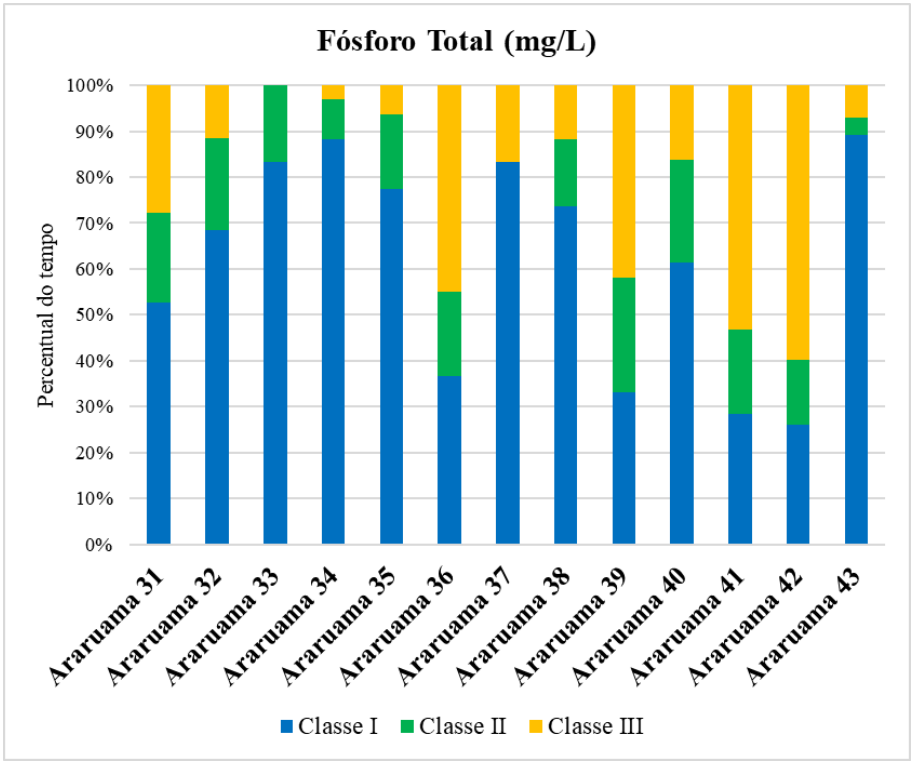


Figura 7.225 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f.

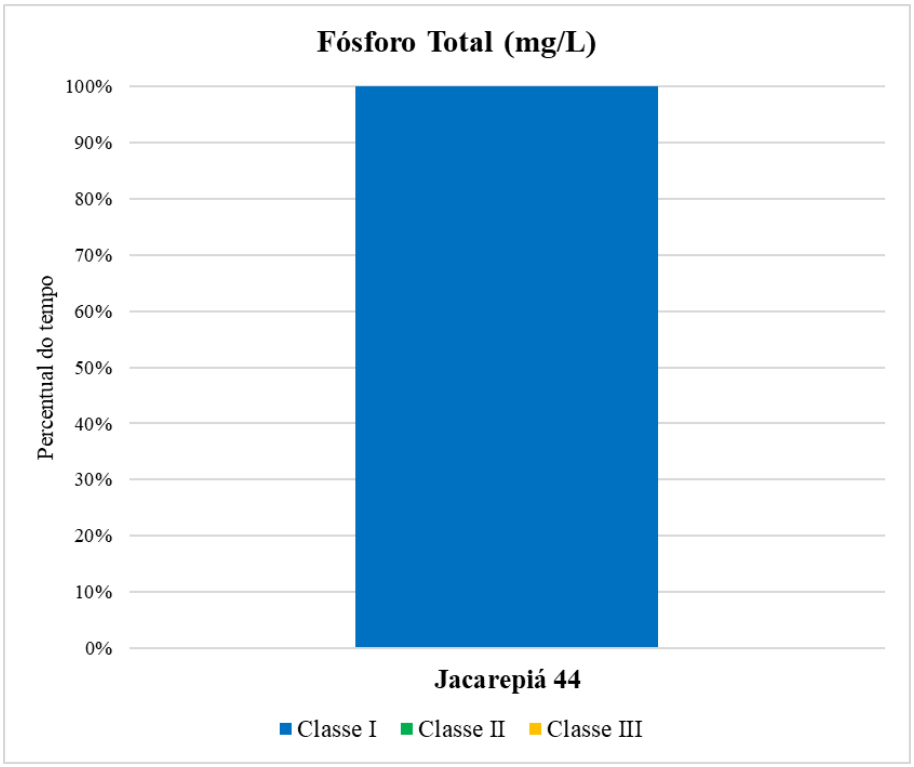
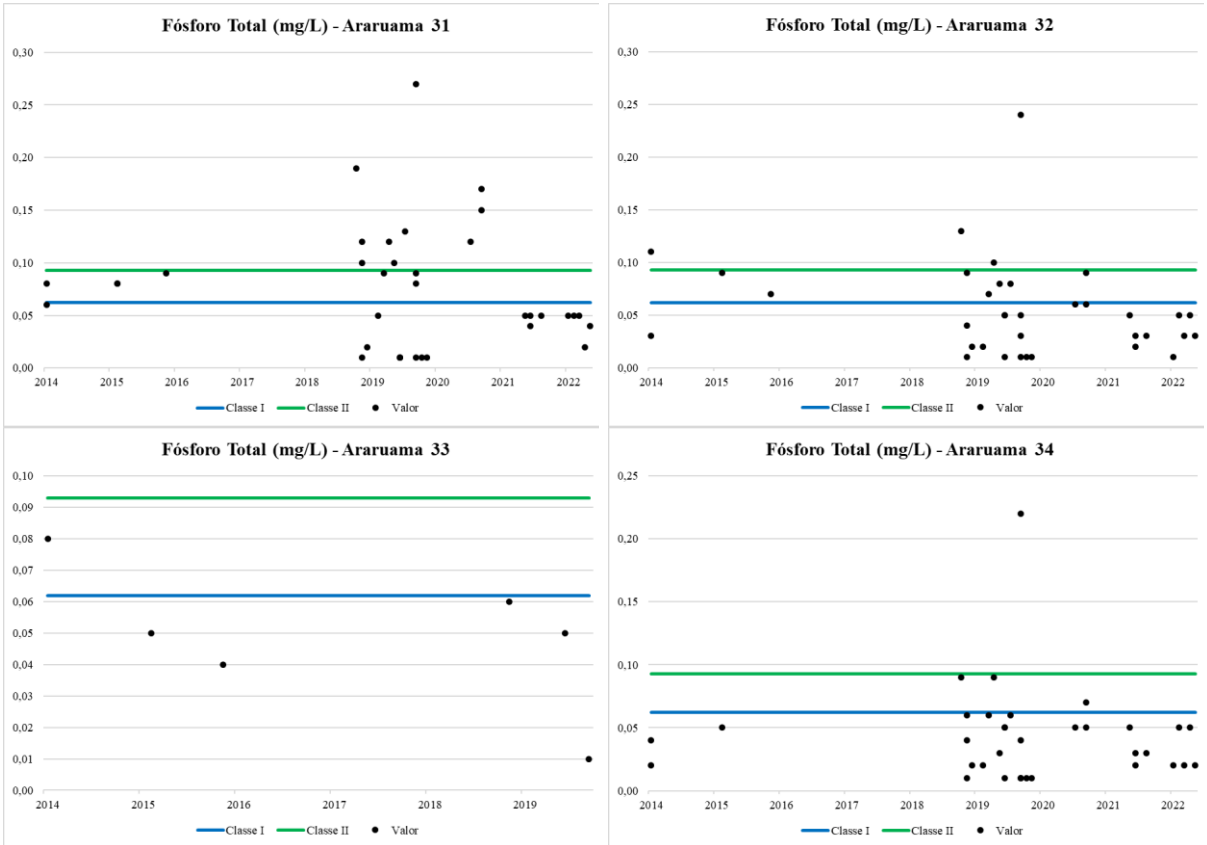
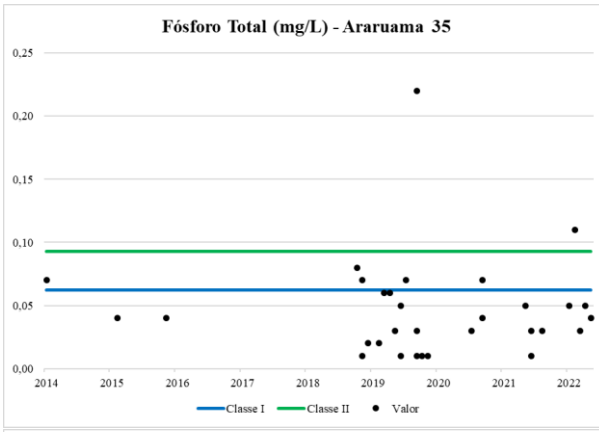
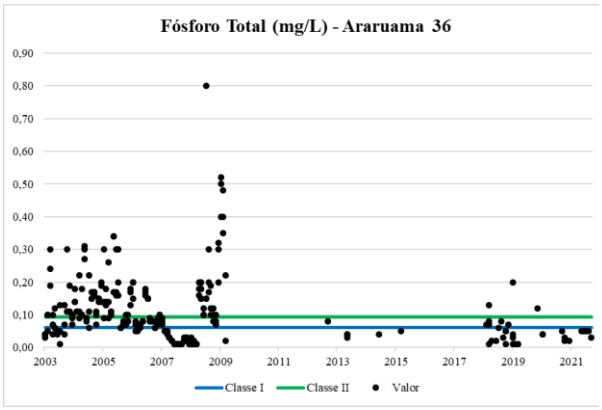
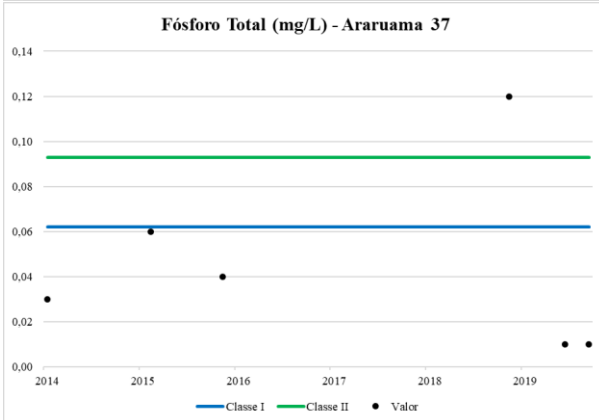


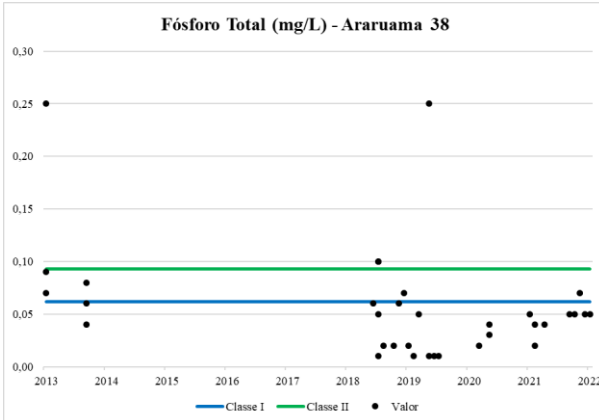
Figura 7.226 - Avaliação temporal das concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salobra da UHP VI-f.

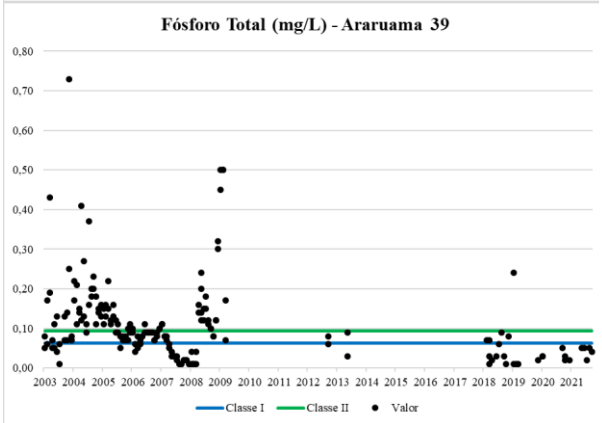


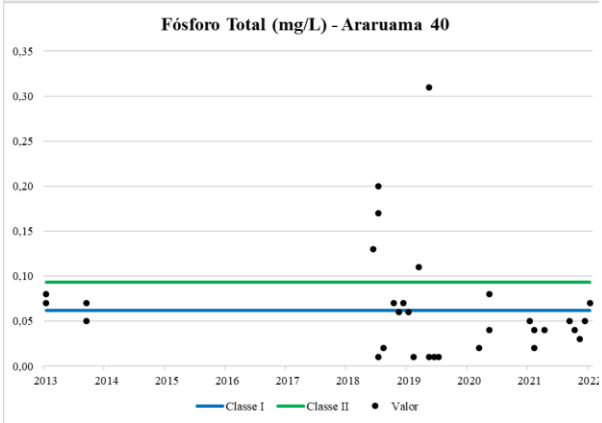

Fósforo Total (mg/L) - Araruama 35
Classe I
Classe II
Valor

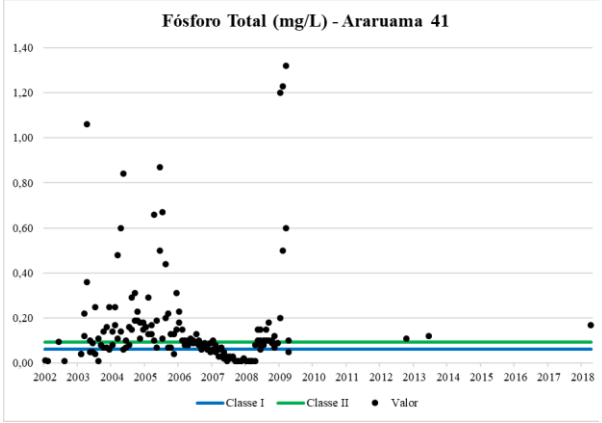

Fósforo Total (mg/L) - Araruama 36
Classe I
Classe II
Valor

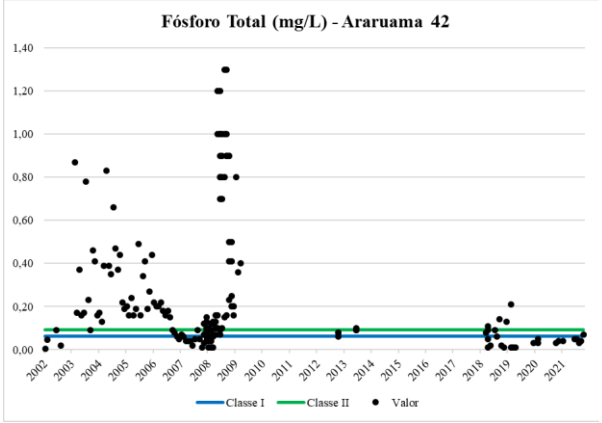

Fósforo Total (mg/L) - Araruama 37
Classe I
Classe II
Valor


Fósforo Total (mg/L) - Araruama 38
Classe I
Classe II
Valor


Fósforo Total (mg/L) - Araruama 39
Classe I
Classe II
Valor


Fósforo Total (mg/L) - Araruama 40
Classe I
Classe II
Valor


Fósforo Total (mg/L) - Araruama 41
Classe I
Classe II
Valor


Fósforo Total (mg/L) - Araruama 42
Classe I
Classe II
Valor

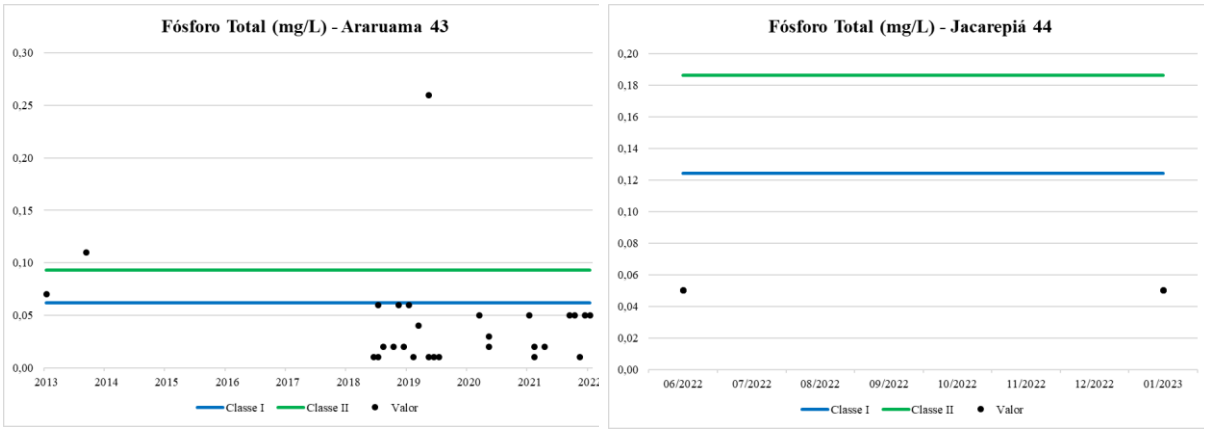


Figura 7.227 - Séries temporais de concentrações de Fósforo Total nos ambientes lênticos de água salina e doce da UHP VI-f.

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Os dados de OD apresentados para a lagoa de Araruama apontam para um ambiente de relativa boa qualidade da água, com classe I sendo identificada acima de 50% do tempo na maioria dos grupos. No entanto também são identificados dados para classe II e III (Figura 7.228). Os dados de OD para a lagoa de Jacarepiá indicam classe II na maioria do tempo, com detenções deste parâmetro em classe I e III.

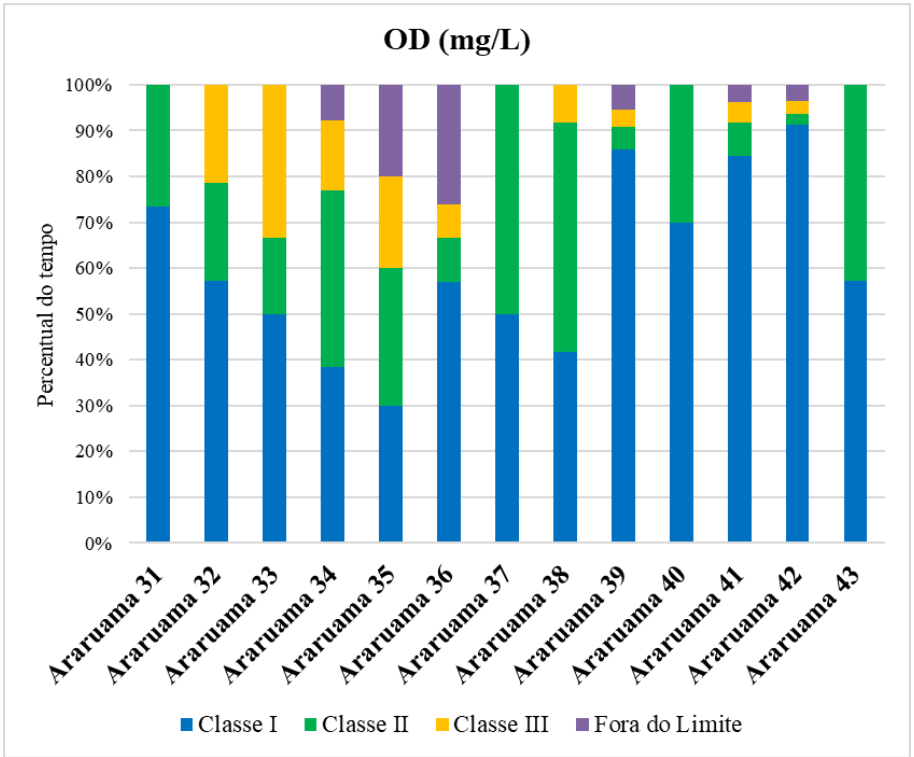


Figura 7.228 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina da UHP VI-f.

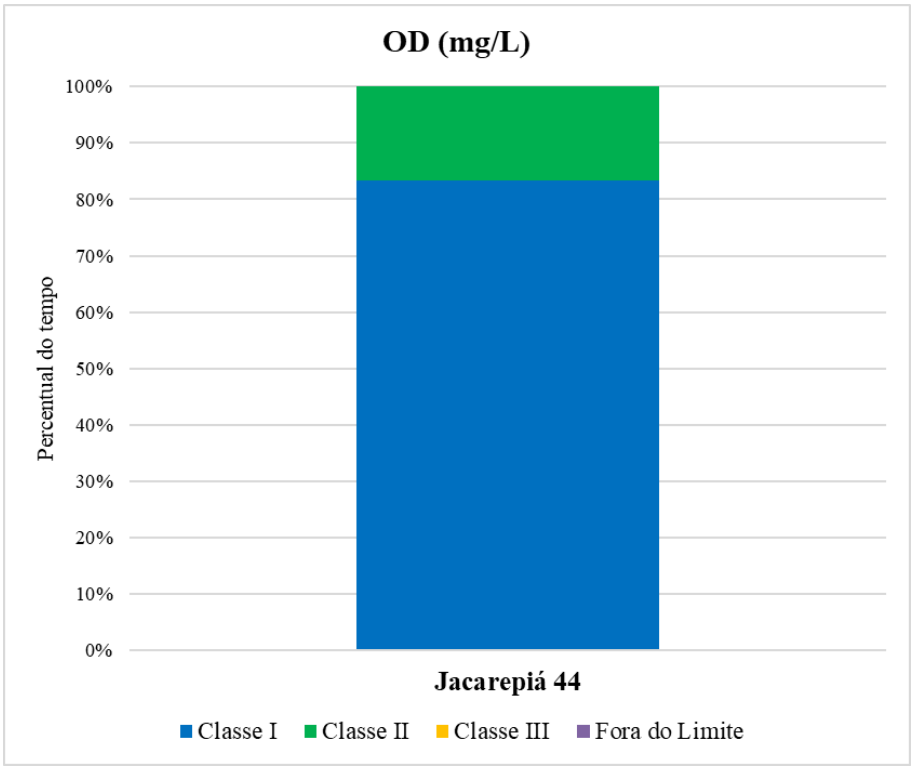
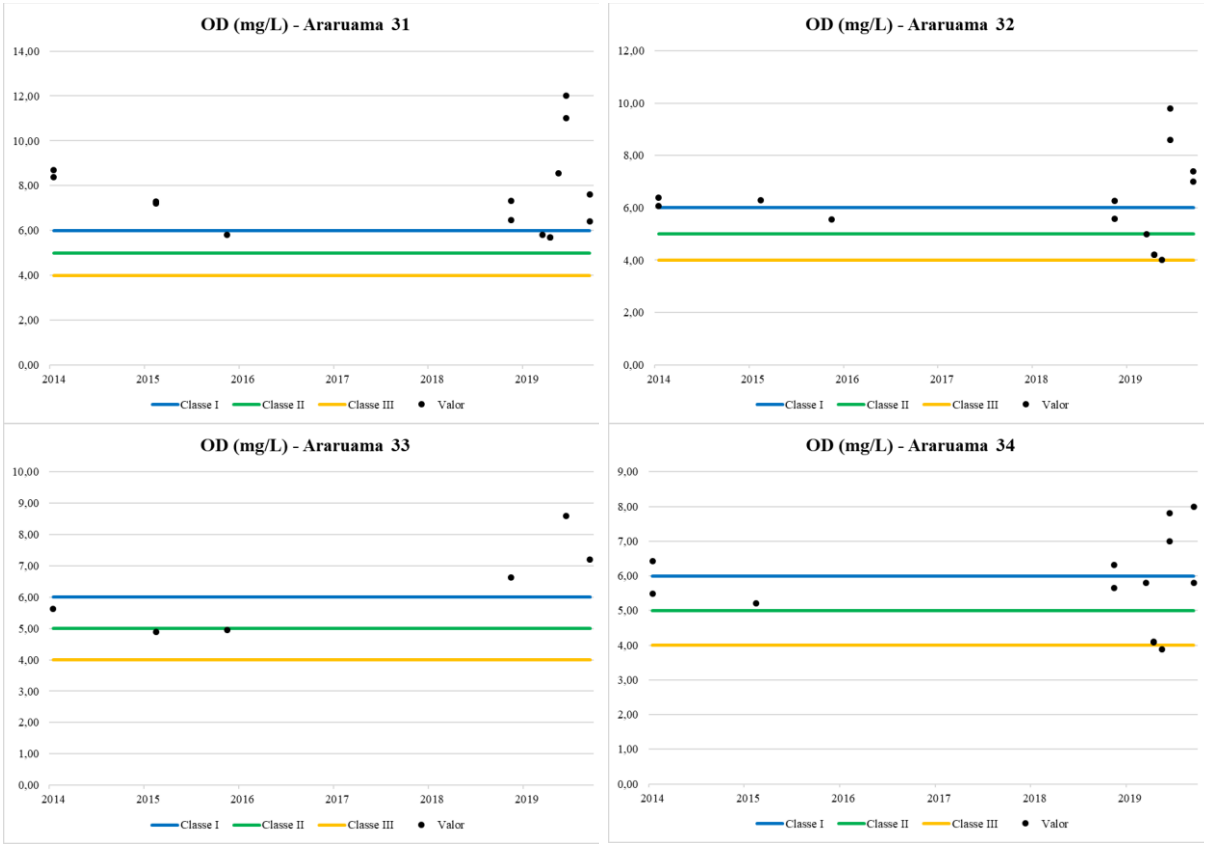


Figura 7.229 - Avaliação temporal das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água doce da UHP VI-f.



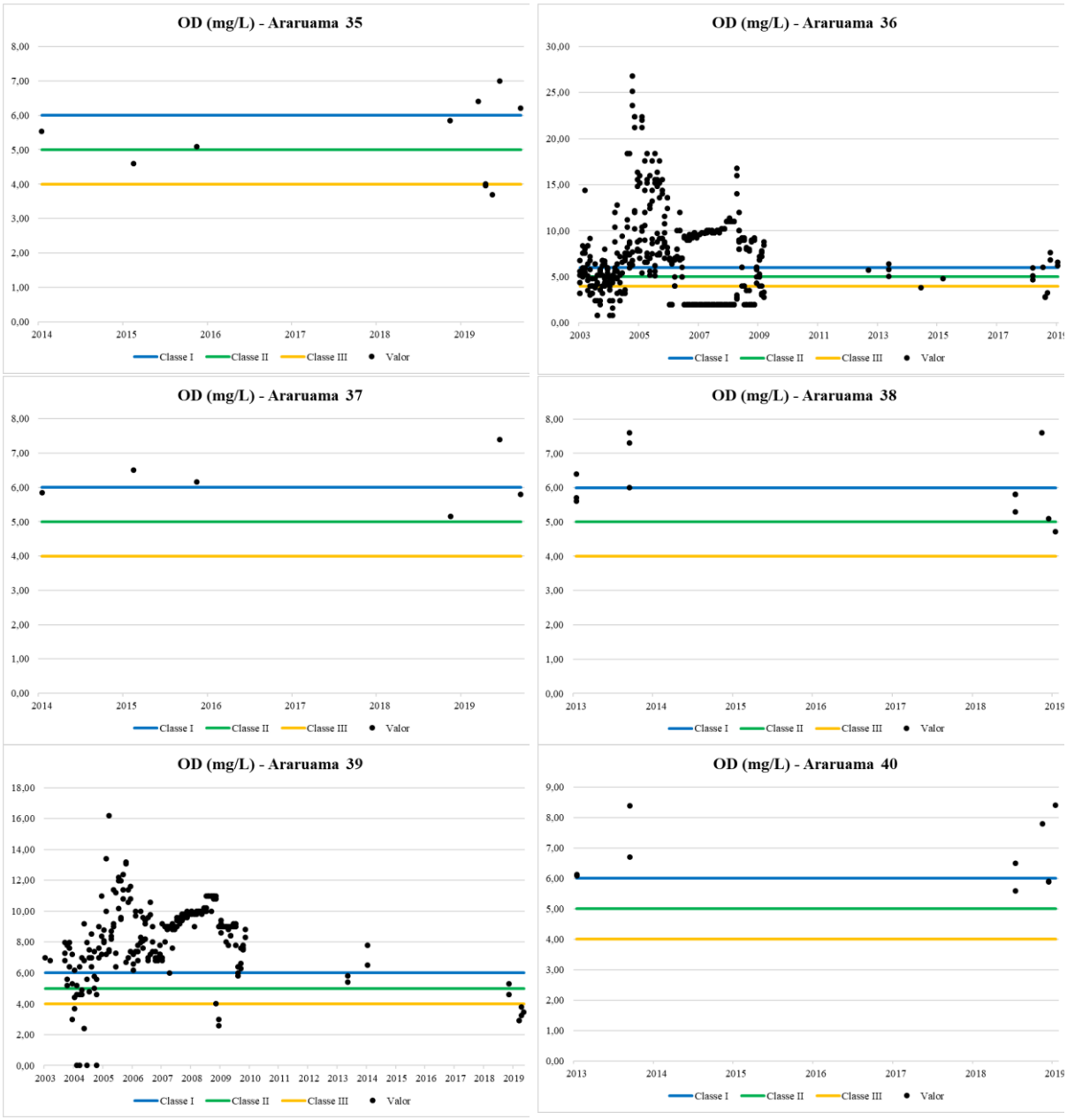


Figura 7.230 - Séries temporais de concentrações de Oxigênio Dissolvido nos ambientes lênticos de água salina e doce da UHP VI-f.

7.2.1.3.6.2.2 Índice de Estado Trófico

Os dados disponibilizados para as lagoas de Araruama e Jacarepiá não apresentam o parâmetro Clorofila-a, importante para a construção do índice. Portanto, não foi possível calcular o IET para os grupos desta UHP, contudo, em publicação recente, SILVA & MOLISANI (2019) apresentam uma análise detalhada de IET para as lagoas costeiras do Rio de Janeiro. Para o caso de Araruama, os autores demonstram uma transição no IET entre 1979 e 2005, variando entre mesotrófico para supereutrófico. Esta tendência em apresentar IET com classificação

"pior" em anos recentes é decorrente, principalmente, do aumento de nutrientes lançados na lagoa devido ao crescimento populacional na região.

7.2.1.3.6.3 Síntese da qualidade da água superficial na UHP VI-f

7.2.1.3.6.3.1 Ambientes lóticos

Os rios desta UHP apresentam concentrações elevadas de parâmetros como Coliformes, DBO e Fósforo de forma contínua. Esta situação indica a possível poluição por esgoto doméstico não tratado, contribuindo para o aumento de matéria orgânica e nutrientes para os corpos hídricos. A baixa turbidez indica que a poluição ocorre principalmente por elementos dissolvidos, com poucos elementos particulados em suspensão na água (pouco sedimento).

Parâmetros de qualidade da água como Coliformes e DBO sofrem transformações que alteram sua concentração. Coliformes tendem a se reduzir quando expostos a situações adversas (altas temperaturas ou radiação solar incidente) o que pode levar a poucos impactos no meio hídrico a jusante (lagoa de Araruama). A DBO tem o mesmo comportamento, sendo um resultado da interação entre microrganismos e matéria orgânica e tendo a possibilidade de alterar suas condições com a entrada de água nova (via precipitação, lançamentos de efluentes tratados ou confluências).

O Fósforo em ambientes aquáticos é um elemento acumulativo. Isto significa que ele não passa por transformações químicas ou biológicas como DBO e Coliformes, que tendem a reduzir suas concentrações se transformando em outros elementos ou se extinguindo. O fósforo passa por processos físicos de decaimento, como o acúmulo no fundo de rios e lagos por sedimentação, processos químicos como a coagulação e interação com outros metais que reduzem sua concentração ao decantar para o fundo e se acumular nos sedimentos, ou processos biológicos de absorção para crescimento de algas e macrófitas, que posteriormente retorna o fósforo devido a senescência (mortalidade). Desta forma, o fósforo é um elemento que se não for controlado na bacia hidrográfica, e principalmente nos rios afluentes a lagoa de Araruama, pode contribuir para as possíveis alterações na qualidade da água deste corpo hídrico. Estudos recentes (COPPETEC, 2020) de modelagem da qualidade da água na lagoa de Araruama indicam a importância relativa do aporte de nutrientes da bacia hidrográfica (concentrado nos rios) sobre a dinâmica de qualidade da água da lagoa de Araruama.

7.2.1.3.6.3.2 Ambientes lênticos

A qualidade da água na lagoa de Araruama foi analisada com base em agrupamentos, que permitiu descrever em detalhes diferentes regiões da lagoa. As regiões do grupo (36, 39, 41 e 42) demonstraram os principais problemas de qualidade da água, com concentrações elevadas de fósforo mesmo considerando limites de enquadramento de corpos hídricos salinos (mais flexível que corpos de água doce). Os pontos do grupo Araruama 34 estão localizados na margem norte da lagoa, próximo a grandes centros urbanos e confluência com rios escoando águas de baixa qualidade. Os grupos 36 e 39 se encontram nas imediações da cidade de Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, enquanto os grupos 41 e 42 se encontram nas imediações da praia do Siqueira e Park Shopping Lagos, respectivamente. O grupo 36 apresentou uma mudança de patamar de concentrações de fósforo brusca a partir de 2011, que pode ser explicada pelo início das operações de saneamento no UHP.

Os trechos próximos as zonas urbanas aparentam impactos devido a contribuições difusas (ou pontuais, por meio de rios afluentes) que apresentam características de elevado aporte de nutrientes. Esta contribuição pode explicar o aumento nas concentrações de fósforo existentes nesta região. Os trechos caracterizados pelos grupos 41 e 42, estão numa região onde ocorre um curto-circuito hidrodinâmico, ou seja, a lagoa apresenta pouca capacidade de mistura de suas águas o que leva ao acúmulo de material e degradação da qualidade das águas. De fato, este comportamento foi corroborado pelas visitas de campo realizadas e consultas a população local, indicando principalmente a Praia do Siqueira como um ambiente impróprio para usos.

Um comportamento que vale ressaltar foi observado nos grupos 31 e 32, que ficam próximos a corpos hídricos afluentes de baixa qualidade das suas águas (rios Ibicuíba e Limão). Nestes grupos não foram observadas concentrações elevadas de fósforo de forma recorrente, o que pode ser explicado devido à baixa carga de material escoado pelos rios, apesar de suas elevadas concentrações (muita massa, mas pouco volume, aumentando as concentrações). As áreas de drenagem destes rios são pequenas, da ordem de algumas centenas de quilômetros quadrados.

O ano de 2019 se mostrou importante para as regiões localizadas ao leste da lagoa, próximo a cidade de Cabo Frio. Neste ano as concentrações aparentam aumentar na forma de picos, que não são observados em outros momentos nas campanhas de monitoramento disponibilizadas. Houve um evento de grande intensidade de ventos na região em meados deste ano, o que pode explicar a elevação de nutrientes e concentrações devido a revolvimento dos sedimentos no fundo da lagoa. Este comportamento de mudança entre estados tróficos, chegando a condições

atróficas (ausência de fósforo, por exemplo) é observado pela experiência de moradores e usuários da lagoa. Em conversas com alguns atores e durante a visita técnica de reconhecimento foi observado que a lagoa apresenta águas limpas, com pouca turbidez, em praticamente toda a sua extensão (exceto para a região da Praia do Siqueira e próximo ao canal que liga com o oceano). Este comportamento parece ser comum na lagoa com a variação entre períodos de maior turbidez das águas e períodos de águas transparentes.

É importante discutir sobre instrumentos de gestão aplicados a este ambiente em particular. 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 que nenhum com os conflitos e usos existentes na lagoa de Araruama. A área superficial da lagoa exerce uma pressão maior sobre suas águas tornando seus usos mais relevantes que nestes outros ambientes (menor volume disponível para muitos usos diferentes). Desta forma, instrumentos de gestão devem considerar esta característica única e ir além do tradicional e previsto nas resoluções, apresentando soluções únicas e customizadas para este ambiente com a integração e participação dos diversos atores existentes na UHP.

Os programas de monitoramento existentes na lagoa de Araruama apresentam diversos pontos espalhados por várias regiões dentro da lagoa. Isto é um aspecto positivo, uma vez que é possível analisar de forma crítica várias regiões diferentes da lagoa, com toda sua complexidade de usos específicos. Contudo, os programas de monitoramento existentes 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. Por exemplo, foram observados poucos pontos com dados referentes a nitrogênio (e suas formas nitrato, nitrito e amoniacal) e coliformes. Ainda, um ambiente lacustre (mesmo salino) tem impactos diretos sobre eventos de floração algal que poderiam ser monitorados pelo crescimento da Clorofila-a neste sistema. Há dados de biomassa de cianobactérias em alguns pontos e por algum tempo de amostragem, mas estes dados configuram apenas um grupo de algas e podem mascarar eventos de floração quando outros grupos estejam atuando. Além disso, o pigmento Clorofila é utilizado por microorganismos aquáticos, como o fitoplâncton, no processo de produção primária, mesmo em situações adversas (em águas turvas por exemplo, o sinal de clorofila para um mesmo

organismo pode ser maior que em águas claras, devido a necessidade de manter sua produção primária com pouca luz).

Uma melhoria ao sistema de monitoramento atual é a padronização dos parâmetros de qualidade da água monitorados, obtendo-se o mesmo conjunto mínimo de parâmetros em todos os pontos de monitoramento existentes. Outros parâmetros de importância para o sistema são referentes a circulação no ambiente. É importante que sejam monitoradas as elevações de maré vazante e enchente na lagoa, bem como os níveis limnimétricos ao longo do corpo hídrico. Estes dados são relevantes e permitem comparações de transporte de material e impactos hidrodinâmicos mesmo sem a utilização de modelos matemáticos. A seguir, são apresentados os mapas das classes de qualidade para parâmetro e cada ponto na UHP VI-f.

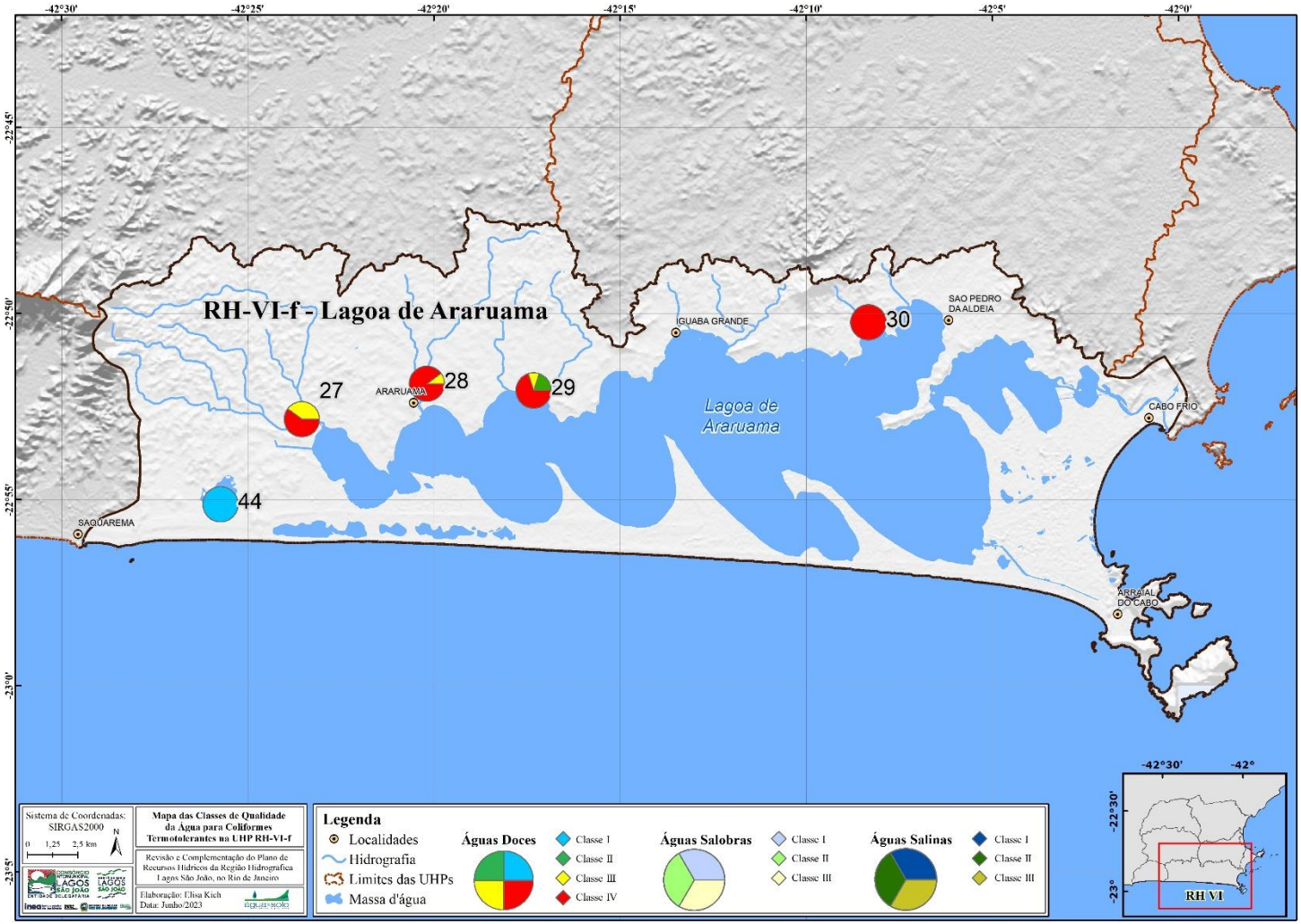


Figura 7.231 – Mapa de classes de qualidade para os coliformes termotolerantes na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

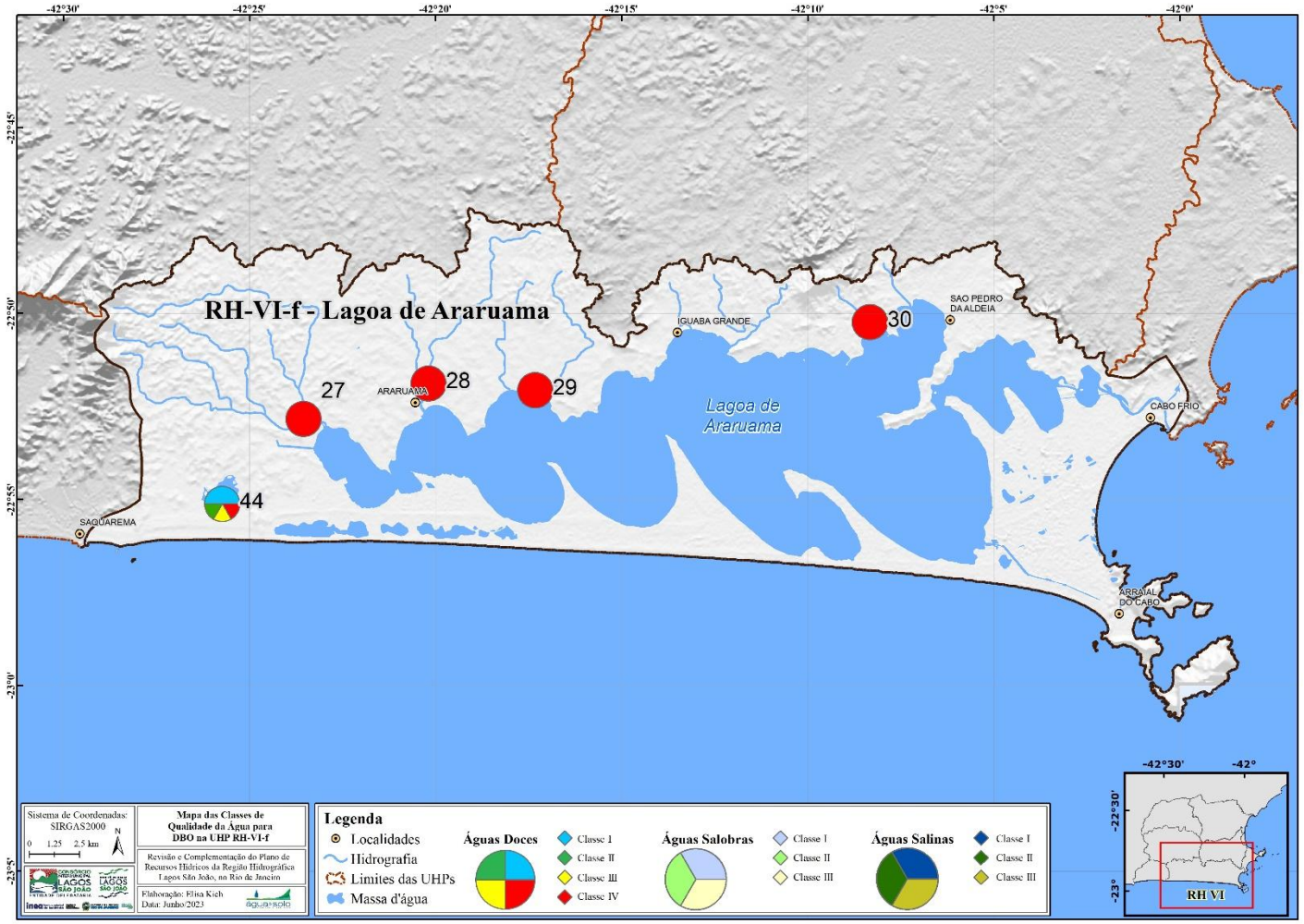


Figura 7.232 – Mapa de classes de qualidade para a DBO na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

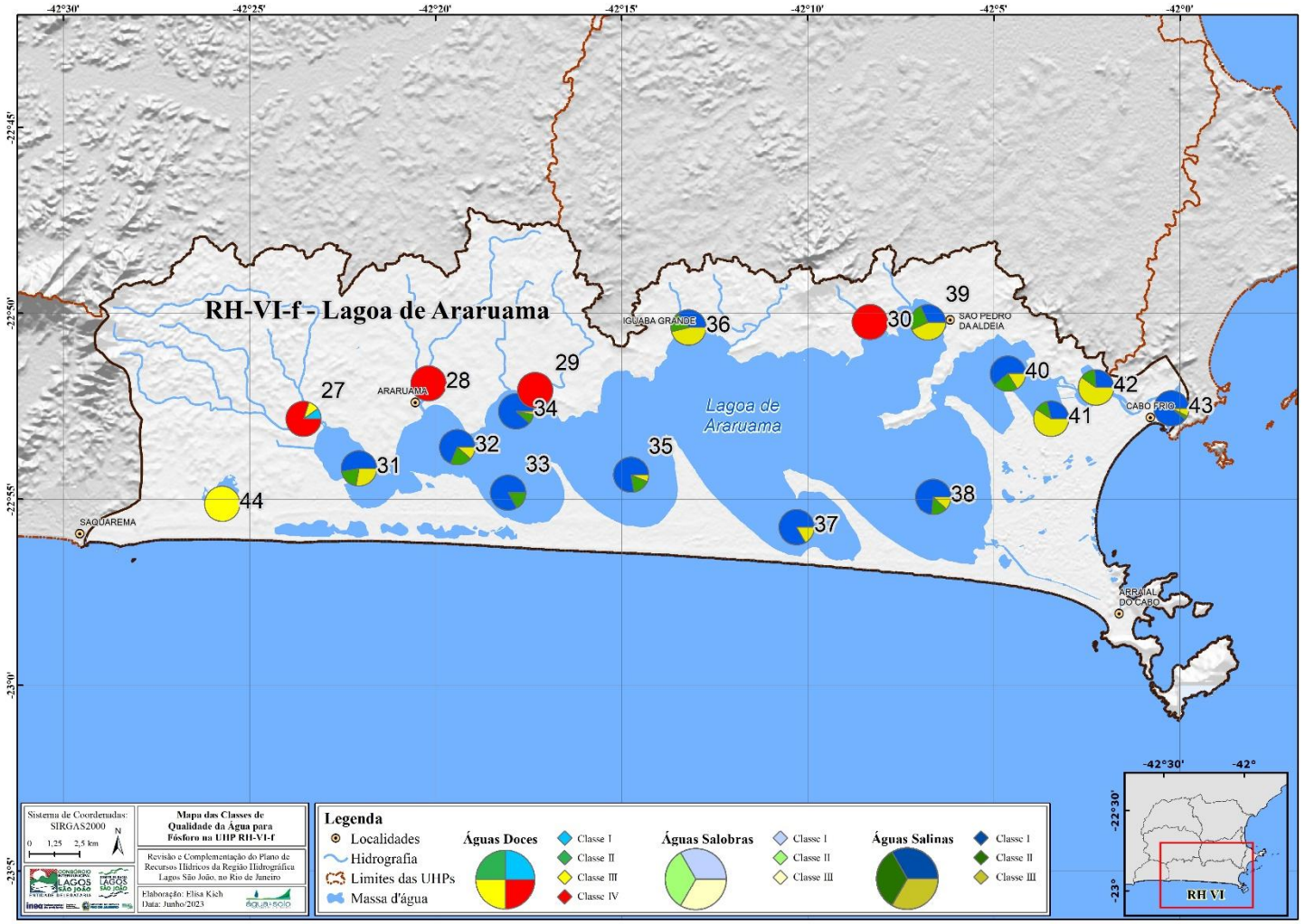


Figura 7.233 – Mapa de classes de qualidade para o fósforo na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria

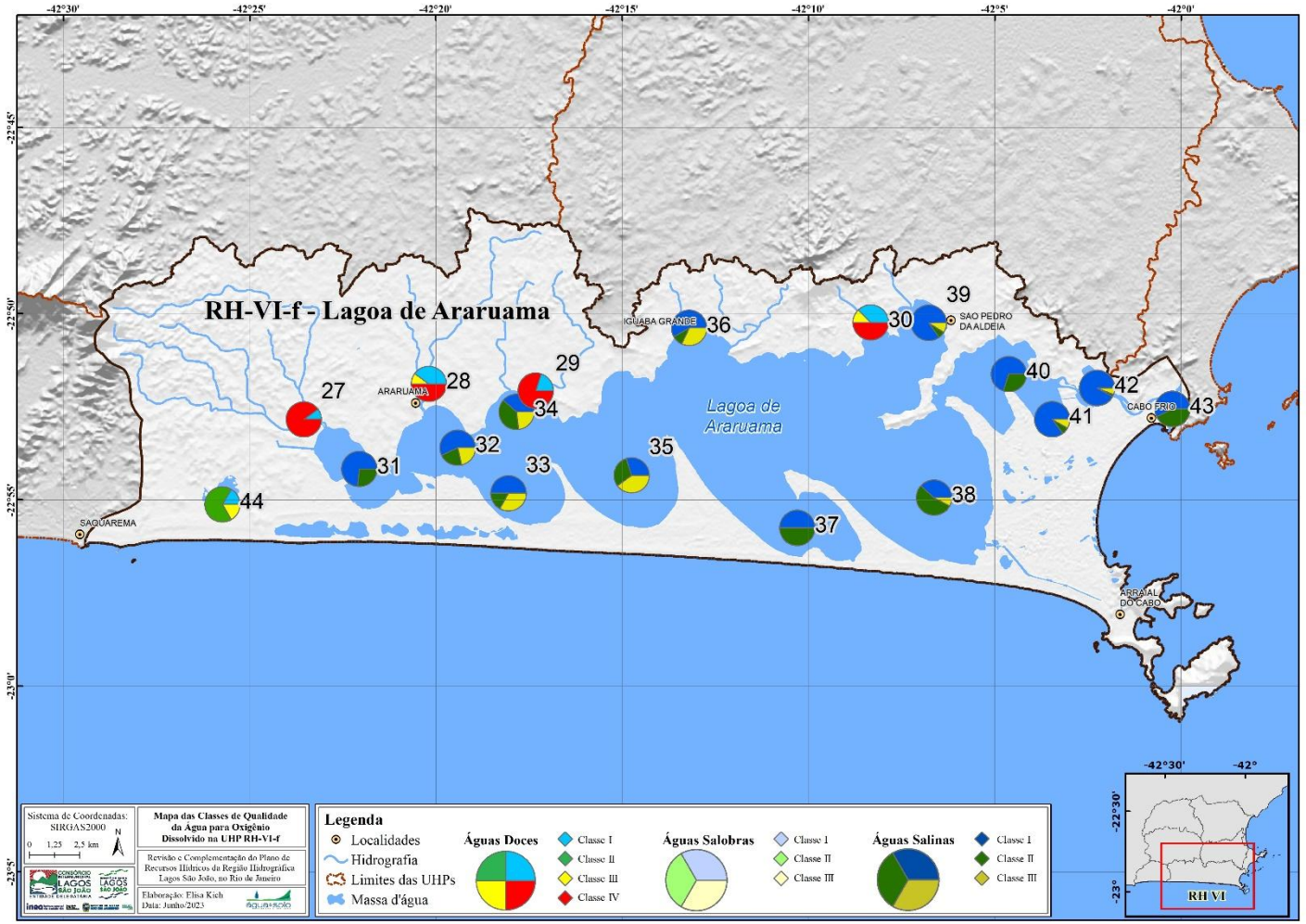


Figura 7.234 – Mapa de classes de qualidade para o oxigênio dissolvido na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

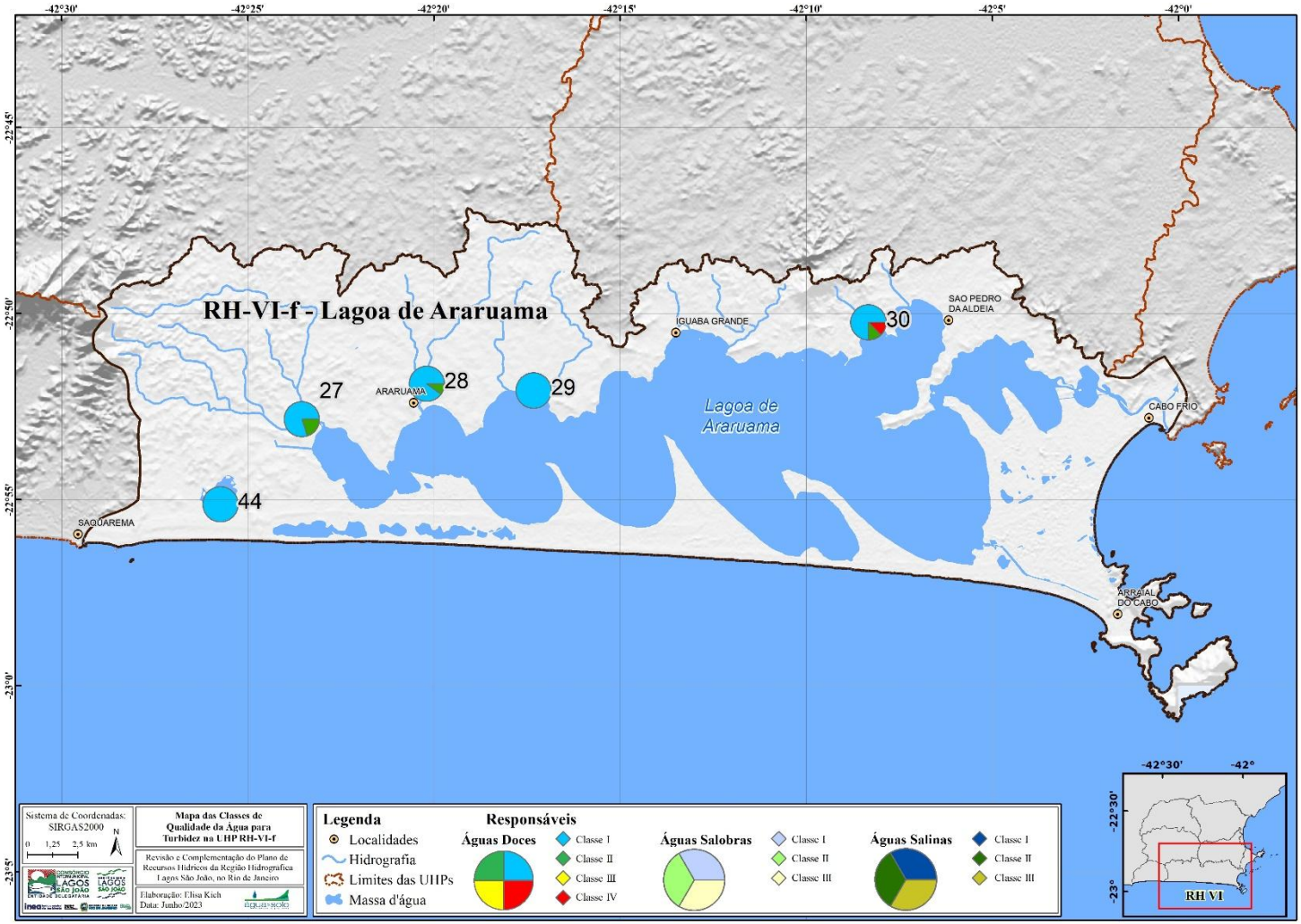


Figura 7.235 – Mapa de classes de qualidade para a turbidez na UHP VI-e.
Fonte: Elaboração Própria.

7.2.1.3.7 UHPVI-g: Armação de Búzios

Não foram identificadas campanhas de monitoramento da qualidade da água nos corpos hídricos desta UHP. Ressalta-se que para esta UHP estão previstas campanhas de monitoramento que serão realizadas com o objetivo de complementar a rede de monitoramento existente.

7.2.1.4 Resumo da qualidade da água superficial

As explicações detalhadas sobre a qualidade da água observada nas diferentes UHPs da RH-VI foram discutidas ao final dos seus respectivos capítulos. Aqui, serão resumidos os principais temas que merecem destaque. Atualmente não há uma proposta de enquadramento vigente nos corpos hídricos da RH-VI.

Uma informação importante que deve ser mencionada é que apesar das limitações observadas no monitoramento, as conclusões acerca da qualidade da água identificadas aqui são corroboradas pela visita técnica e as discussões com usuários da água na RH-VI.

7.2.1.4.1 Ambientes lóticos

- Os rios monitorados apresentam condições de qualidade da água degradadas, com concentrações compatíveis com classes de usos comuns. Os Índices de Qualidade da Água resultaram, em alguns casos, em situações preocupantes sobre a qualidade das águas superficiais nos rios monitorados;
- Os programas de monitoramento existentes realizam amostragem de parâmetros de qualidade da água com frequência adequada, mas não possuem informações de vazão que permitam integrar processos físicos as análises de qualidade da água;
- Alguns pontos de monitoramento foram substituídos por outros, mas o conjunto de parâmetros de qualidade da água monitorados se alteraram. Isto dificulta uma análise crítica sobre as condições de qualidade da água nos rios ao longo do tempo;
- Nem todos os rios afluentes às lagoas são monitorados, o que pode mascarar uma contribuição em termos de carga de poluentes e/ou nutrientes importante para o correto diagnóstico da qualidade da água nas lagoas da RH-VI;

7.2.1.4.2 Ambientes lênticos

- As águas das lagoas apresentaram qualidade da água comprometida em alguns momentos específicos ao longo dos anos. As iniciativas de saneamento na região contribuíram para o aumento na qualidade da água das lagoas, principalmente para a lagoa de Araruama;
- Não há monitoramento de níveis ou marés que permita avaliar a integração de processos físicos e de qualidade da água sem o auxílio de ferramentas de modelagem matemática;
- Os programas de monitoramento utilizam diversos pontos distribuídos ao longo da superfície das lagoas, mas coletam dados sem um padrão mínimo que permita a integração e avaliação conjunta acerca das condições de qualidade da água nas lagoas;
- Alguns parâmetros importantes para avaliação de qualidade da água em ambientes lacustres não são monitorados em todos os locais, impossibilitando uma análise espacial da qualidade da água nas lagoas;
- O programa de monitoramento atual pode ser melhorado pela redução de pontos coincidentes e a padronização de parâmetros de qualidade da água monitorados;
- O reservatório de Juturnaíba pode se beneficiar da inclusão de um novo ponto de monitoramento (próximo a confluência com os rios Bacaxá e Capivari) que permita avaliar espacialmente a qualidade de suas águas, desde que o conjunto de parâmetros seja padronizado com os outros monitoramentos já existentes.

7.2.2 Qualidade das águas subterrâneas

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).

Como não há rede de monitoramento das águas subterrâneas na RH-VI, para fins de Diagnóstico, foram considerados os dados disponíveis tanto das bases de poços (apresentadas

no item 7.1.2), quanto de publicações técnico-científicas. Deve-se ressaltar que não necessariamente houve um controle analítico com acreditação nas amostragens e análises das bases de poços (além do fato de que tais análises retratam o momento da época da coleta). Na sequência, são apresentados e discutidos elementos sobre vulnerabilidade de aquíferos e risco ou perigo de contaminação das águas subterrâneas, e fontes potenciais de contaminação.

7.2.2.1 Bases de poços (INEA, CPRM, RESUB)

Da base geral de outorgas (INEA, 2023), de 376 poços situados na RH-VI (com outorga de direito de uso de recursos hídricos ou registro de uso insignificante), apenas uma pequena parcela, entre 8 e 25 pontos, dispunha de dados de qualidade (com ao menos alguns dos parâmetros analisados) – Figura 7.236.

A classificação das águas foi realizada no programa QualiGraf (FUNCEME, 2014), uma ferramenta para auxiliar na parte gráfica das análises de qualidade de amostras de água. A tipologia das águas é determinada com base nos íons maiores - cátions (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) e ânions (Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^- e CO_3^{2-}), com o auxílio dos diagramas de PIPER (1944), considerando-se limites de erro de balanço iônico (a partir de sugestões de HYPÓLITO et al., 2011; COSTA FILHO et al., 2002; entre outros).

Os resultados da classificação hidroquímica das águas são apresentados na Tabela 7.52 e na Figura 7.237 (diagrama de Piper). As 5 amostras de água de Cabo Frio e Silva Jardim apresentaram águas sódicas cloretadas; as amostras de Araruama, variando entre mista bicarbonatada (1) e sódica mista (2).

Figura 7.236 - Poços com dados de qualidade das águas subterrâneas - base geral do INEA.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 7.52 - Classificação hidroquímica das águas (dados de INEA, 2023).

Poço	Município	UHP	Tipo	Classe - água
30	Cabo Frio	VI-f	Uso Insignificante Subterrâneo	Sódica Cloretada
31	Cabo Frio	VI-f	Uso Insignificante Subterrâneo	Sódica Cloretada
137	Cabo Frio	VI-f	Uso Insignificante Subterrâneo	Sódica Cloretada
138	Cabo Frio	VI-f	Uso Insignificante Subterrâneo	Sódica Cloretada
250	Silva Jardim	VI-c	Uso Insignificante Subterrâneo	Sódica Cloretada
412	Araruama	VI-f	Outorga Subterrânea	Mista Bicarbonatada (sódico-magnesiana)
450	Araruama	VI-f	Outorga Subterrânea	Sódica Mista (cloretada-bicarbonatada)
452	Araruama	VI-f	Outorga Subterrânea	Sódica Mista (cloretada-bicarbonatada)

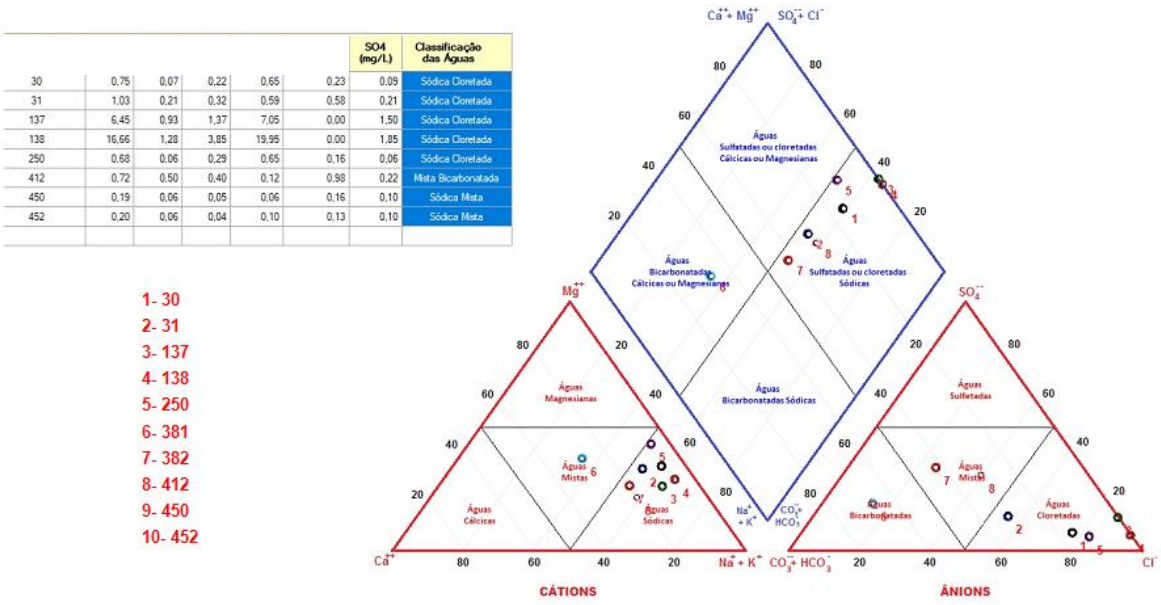


Figura 7.237 - Classificação hidroquímica das águas - poços da base do INEA (diagrama de Piper).
Fonte: dados de INEA (2023).

Na análise de não conformidades, foram consideradas 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). Neste sentido, sobre a base geral de outorgas (INEA, 2023), foram encontradas não conformidades em poucos poços (14, sendo 5 em outorga pelo direito de uso de recurso hídrico e 9 como registro de uso insignificante) –Tabela 7.53 e

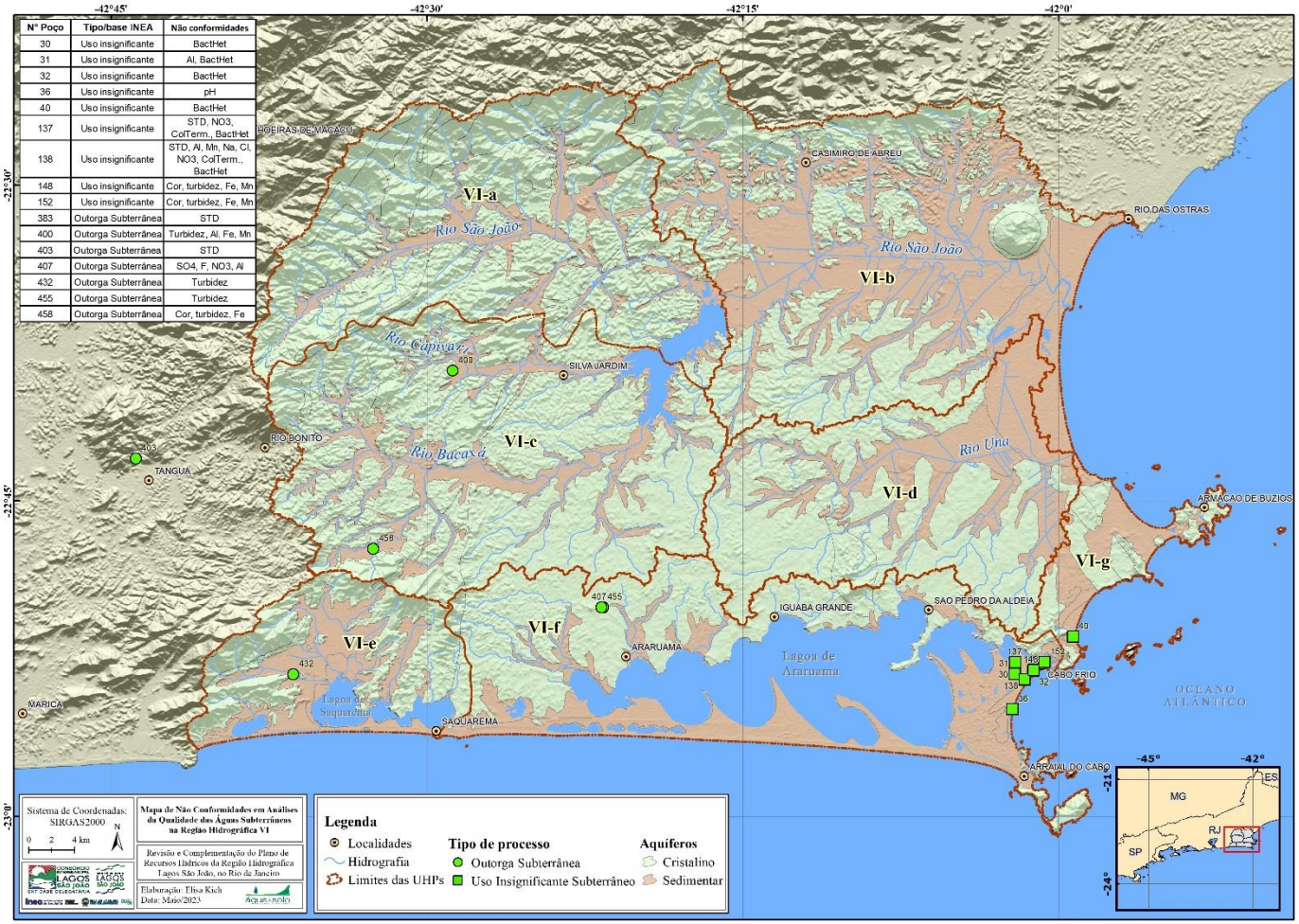
Figura 7.238 – sendo as mais frequentes: turbidez (6), indicadores microbiológicos (6), ferro (4), manganês (4), alumínio (4) e nitrato (3).

Tabela 7.53 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas (dados de INEA, 2023).

N° Poço	Município	Município	Tipo	Não conformidades
30	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	Indicadores microbiológicos
31	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	Al, Indicadores microbiológicos
32	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	Indicadores microbiológicos
36	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	pH
40	VI-g	Armação dos Búzios	Uso insignificante	Indicadores microbiológicos
137	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	STD, NO3-, Indicadores microbiológicos
138	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	STD, Al, Mn, Na, Cl-, NO3- Indicadores microbiológicos
148	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	Cor, turbidez, Fe, Mn
152	VI-f	Cabo Frio	Uso insignificante	Cor, turbidez, Fe, Mn
400	VI-c	Silva Jardim	Outorga Subterrânea	Turbidez, Al, Fe, Mn
407	VI-e	Araruama	Outorga Subterrânea	SO42-, F, NO3-, Al
432	VI-f	Saquarema	Outorga Subterrânea	Turbidez
455	VI-f	Araruama	Outorga Subterrânea	Turbidez
458	VI-c	Rio Bonito	Outorga Subterrânea	Cor, turbidez, Fe

STD - sólidos totais dissolvidos (>1000mg/L) Indicadores microbiológicos: Bactérias heterotróficas ou coliformes termotolerantes; pH: considerou-se >9 ou <6.

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.



Nº Poço	Tipo/base INEA	Não conformidades
30	Uso insignificante	BactHet
31	Uso insignificante	Al, BactHet
32	Uso insignificante	BactHet
36	Uso insignificante	pH
40	Uso insignificante	BactHet
137	Uso insignificante	STD, NO3, ColTerm., BactHet
138	Uso insignificante	STD, Al, Mn, Na, Cl, NO3, ColTerm., BactHet
148	Uso insignificante	Cor, turbidez, Fe, Mn
152	Uso insignificante	Cor, turbidez, Fe, Mn
383	Outorga Subterrânea	STD
400	Outorga Subterrânea	Turbidez, Al, Fe, Mn
403	Outorga Subterrânea	STD
407	Outorga Subterrânea	SO4, F, NO3, Al
432	Outorga Subterrânea	Turbidez
455	Outorga Subterrânea	Turbidez
458	Outorga Subterrânea	Cor, turbidez, Fe

Figura 7.238 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas.
Fonte: INEA, 2023.

Sobre a base do SIAGAS/CPRM, 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) -Figura 7.239. 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

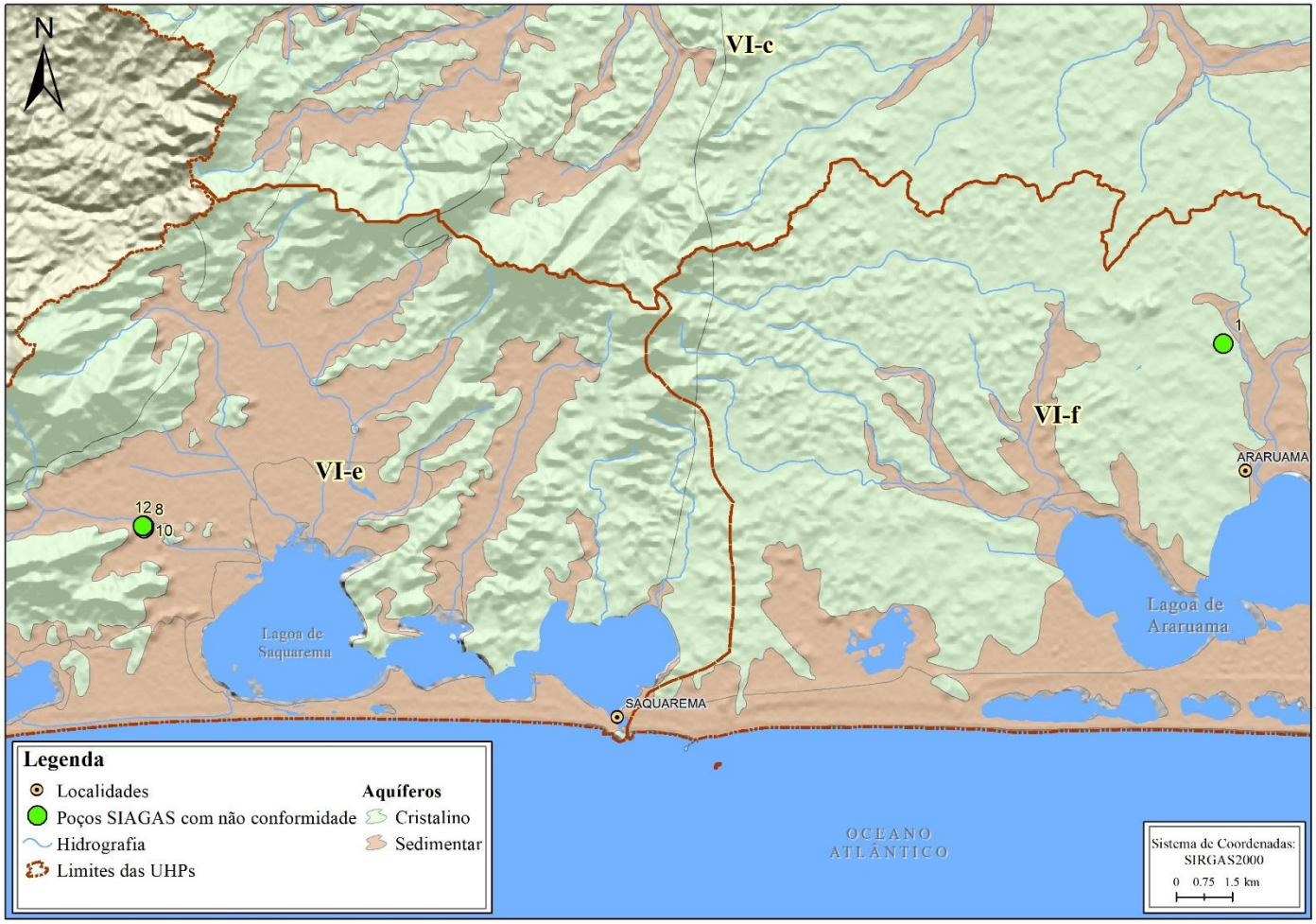


Figura 7.239 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do SIAGAS/CPRM.
Fonte: CPRM (2023).

Sobre a base do projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001), com as considerações indicadas no item 7.1.2.1.3, trata-se de importante fonte de informações. Dos 477 pontos entre poços (468) e fontes (9), 346 possuem dado de pH; e 318 de sólidos totais dissolvidos (STD).

Deve-se observar que RESUB (2001) considerou a relação prática STD = 0,5 x condutividade elétrica - CE (em µS/cm). Trata-se de uma aproximação, para se ter noção das localidades com águas salobras (STD > 500 mg/L) ou não potáveis (STD > 1000 mg/L).

Esses dados permitiram a confecção de mapas de isovalores por interpolação, confeccionados usando método de ponderação pelo inverso da distância (IDW - Inverse distance weighting). Os resultados são apresentados na Figura 7.240 (pH) e Figura 7.241 (STD), indicando: a) valores de pH mais baixos, compatíveis com áreas de baixada, pantanosas e locais com presença de solo argiloso-arenoso, sedimentos ricos em matéria orgânica e bactérias anaeróbicas, como no caso de áreas nas UHPs VI-b e VI-d; e valores mais elevados em partes litorâneas ou proximidades de lagoas da RH-VI (de Saquarema a Arraial do Cabo); e b) STD com águas salobras (> 500mg/L) nas porções litorâneas (mais susceptíveis tanto a intrusões salinas, quanto a aerossóis marinhos), com destaque para a porção leste-nordeste das áreas estudadas pelo projeto RESUB.

Quanto à classificação das águas, os dados foram selecionados (considerando-se os parâmetros necessários e o balanço iônico) e tratados no programa QualiGraf (FUNCEME, 2014), totalizando 64 amostras (Figura 7.242). Os resultados, sintetizados na Figura 7.243 (diagrama de Piper) e na Tabela 7.54 (síntese das classificações), indicam que: quanto aos 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).

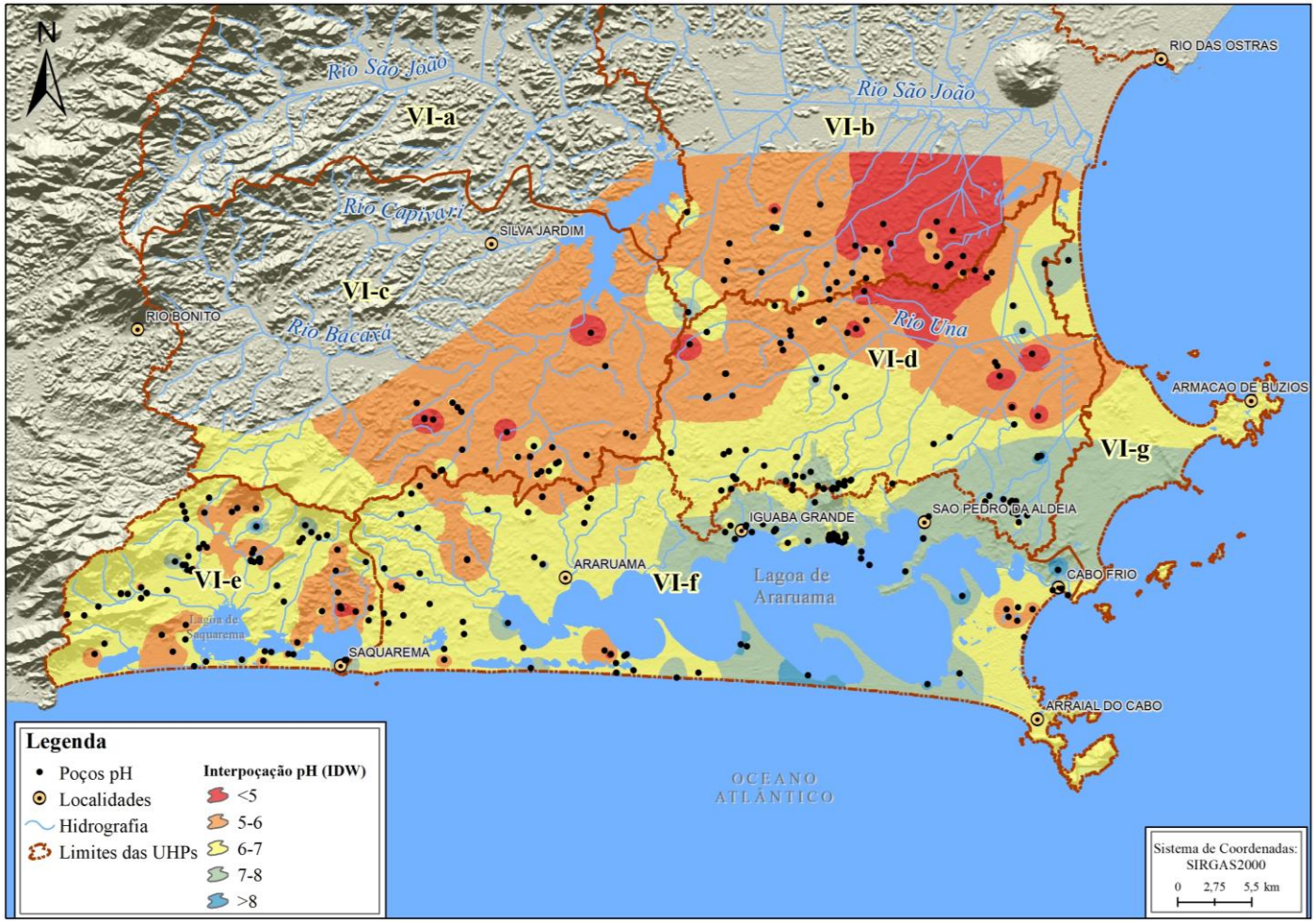


Figura 7.240 - Isovalores de pH em água de pontos (poços e fontes) do Projeto RESUB.
Fonte: RESUB (2001).

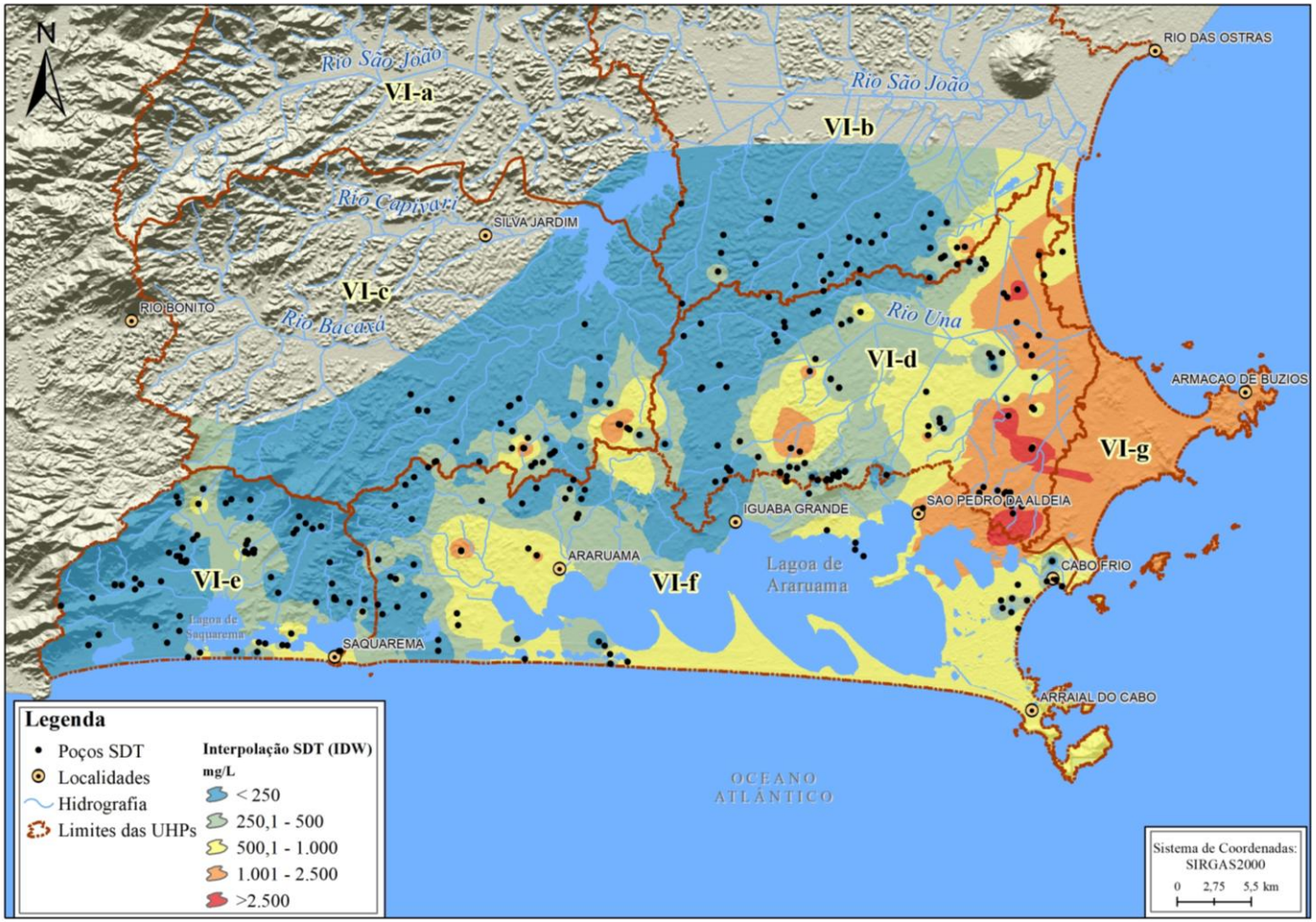


Figura 7.241 - Isovalores de sólidos totais dissolvidos (STD) em água de pontos (poços e fontes) do Projeto RESUB
Fonte: RESUB (2001).

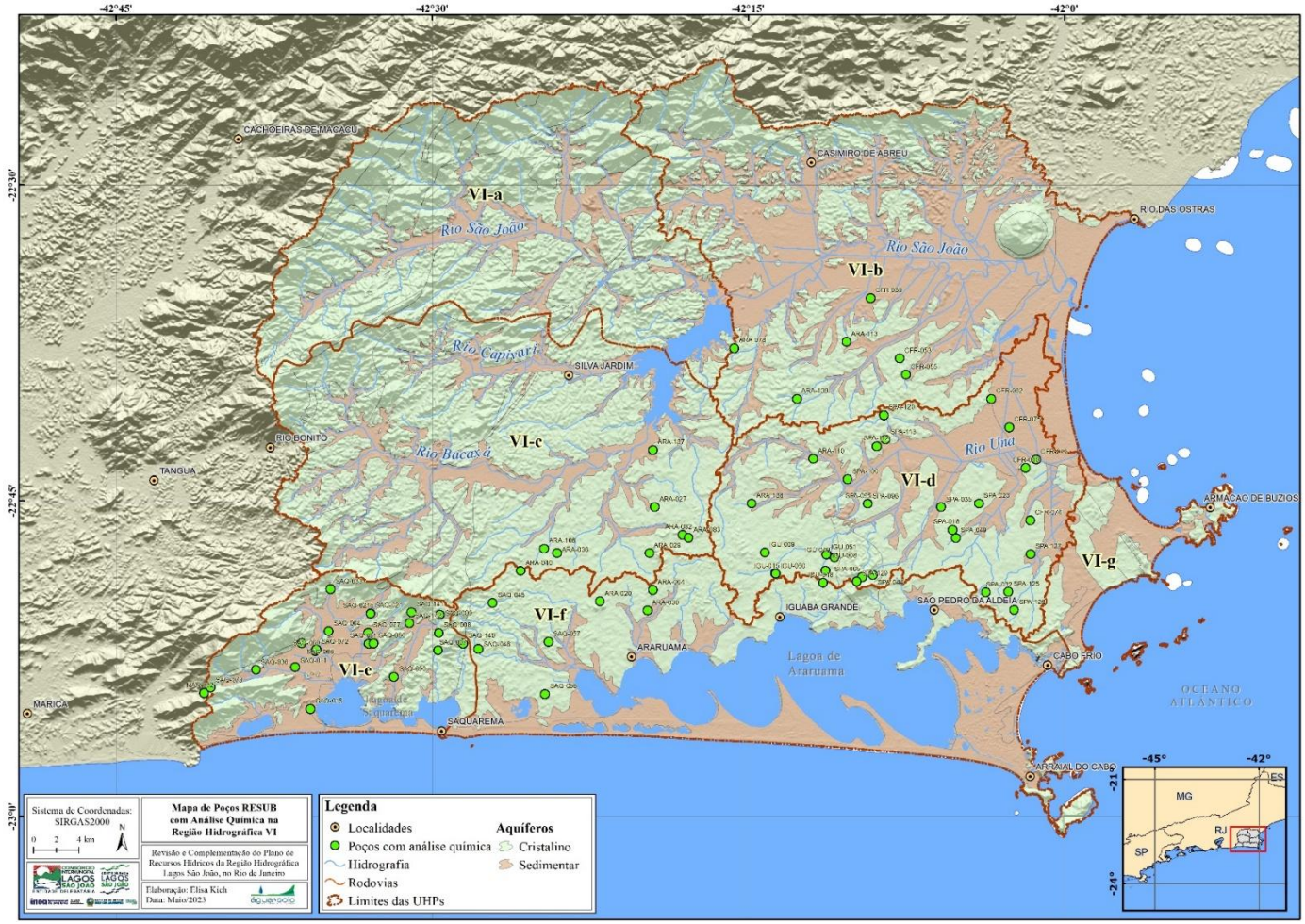


Figura 7.242 - Poços com dados de qualidade das águas subterrâneas - base do projeto RESUB Lagos.
Fonte: RESUB (2001).

Nº	Nome da Amostra	Na + k (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Cl (mg/L)	CO3+HCO3 (mg/L)	SO4 (mg/L)	Classificação das Águas
1	1	4,61	1,20	2,75	1,23	3,40	2,54	Mista Mista
2	2	0,89	2,47	0,28	0,57	2,38	0,62	Cálcica Bicarbonatada
3	3	1,92	0,03	0,04	1,02	0,40	0,31	Sódica Cloretada
4	4	4,76	1,46	1,16	5,59	0,83	0,58	Sódica Cloretada
5	5	2,37	0,11	0,15	0,59	1,14	0,69	Sódica Mista
6	6	2,80	0,26	0,85	1,55	1,71	0,37	Sódica Cloretada
7	7	0,44	0,10	0,13	0,39	0,08	0,16	Sódica Cloretada
8	8	7,09	0,88	0,77	6,44	1,31	0,56	Sódica Cloretada
9	9	1,33	0,21	0,15	0,93	0,34	0,21	Sódica Cloretada
10	10	2,51	0,09	0,15	1,34	0,32	0,90	Sódica Cloretada
11	11	0,28	0,04	0,08	0,25	0,07	0,07	Sódica Cloretada

Classes das Águas	Nº	%	Classes das Águas	Nº	%
Sódicas	51	80	Cloretadas	48	75
Cálcicas	3	5	Bicarbonatadas	7	11
Magnesianas	0	0	Sulfatadas	1	2
Mistas (Cátions)	10	16	Mistas (ânions)	8	12

Classes das Águas	Nº	%	Classes das Águas	Nº	%
Sódicas cloretadas	44	69	Magnesianas cloretadas	0	0
Sódicas Bicarbonatadas	2	3	Magnesianas Bicarbonatadas	0	0
Sódicas Sulfatadas	0	0	Magnesianas Sulfatadas	0	0
Sódicas Mistas	5	8	Magnesianas Mistas	0	0
Cálcicas cloretadas	0	0	cloretadas Mistas	4	6
Cálcicas Bicarbonatadas	3	5	Bicarbonatadas Mistas	2	3
Cálcicas Sulfatadas	0	0	Sulfatadas Mistas	1	2
Cálcicas Mistas	0	0	Mistas	3	5

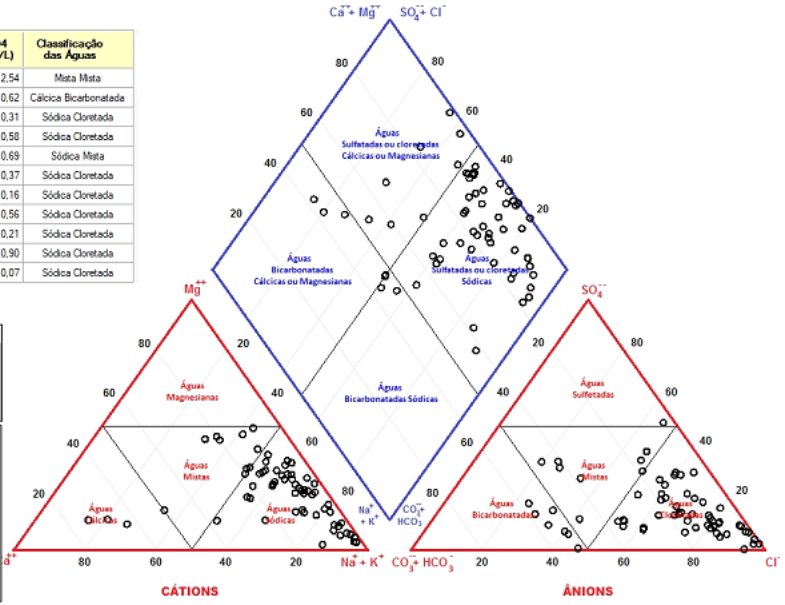


Figura 7.243 - Classificação hidroquímica das águas - base do projeto RESUB Lagos (diagrama)
Fonte: RESUB (2001).

Tabela 7.54 - Classificação hidroquímica das águas - base do projeto RESUB Lagos (RESUB, 2001).

Classificação	N. de poços	%
Sódicas cloretadas	44	68,8
Sódicas bicarbonatadas	2	3,1
Sódicas mistas	5	7,8
Cálcicas bicarbonatadas	3	4,7
Mistas cloretadas	4	6,3
Mistas bicarbonatadas	2	3,1
Mistas sulfatadas	1	1,6
Mistas / mistas	3	4,7

Foram encontradas não conformidades em um número expressivo de locais (Figura 7.244 e Tabela 7.55), indicando que as cacimbas e demais poços e fontes usados principalmente como soluções alternativas ou complementares para abastecimento de água (consumo humano) e demais usos, 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.

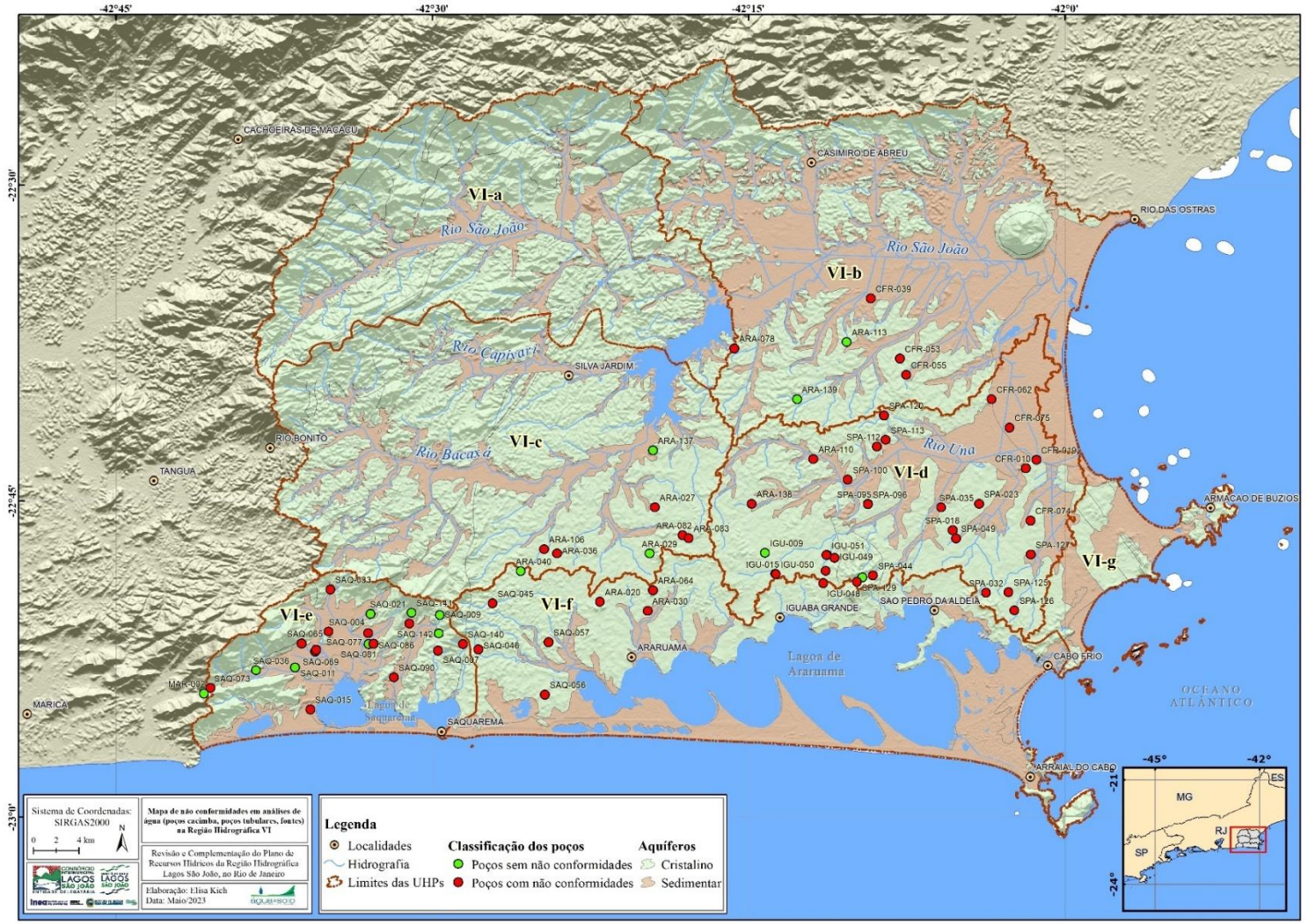


Figura 7.244 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do INEA
Fonte: RESUB (2001).

Tabela 7.55 - Não conformidades observadas na qualidade das águas subterrâneas - poços da base do INEA. (RESUB, 2001).

Ponto	UHP	Município	Não conformidades
ARA-020	VI-f	Araruama	NO3, Al, Se
ARA-027	VI-c	Araruama	Cor
ARA-030	VI-f	Araruama	Cor, Turbidez, Fe, Al, Pb, Se
ARA-036	VI-c	Araruama	Cor, Turbidez, NO3, Al, Se
ARA-064	VI-f	Araruama	Se
ARA-078	VI-b	Araruama	Cor, Turbidez, Fe, Mn
ARA-082	VI-c	Araruama	Cor, Turbidez, STD, Fe, Mn, Pb, Se
ARA-083	VI-c	Araruama	Cor, Turbidez, Se
ARA-106	VI-c	Araruama	NO3
ARA-110	VI-d	Araruama	Turbidez
ARA-138	VI-d	Araruama	Cor, Turbidez, Fe, Al
CFR-010	VI-d	Cabo Frio	STD, Na, Cl, Al, B
CFR-019	VI-d	Cabo Frio	Cor, Fe
CFR-039	VI-b	Cabo Frio	Mn, NO3, Al
CFR-053	VI-b	Cabo Frio	Al
CFR-055	VI-b	Cabo Frio	Mn, NO3, Al
CFR-062	VI-d	Cabo Frio	Mn
CFR-074	VI-d	Cabo Frio	STD, Mn, Na, Cl, NO3, Al, B
CFR-075	VI-d	Cabo Frio	Cor, STD, Mn, Na, Cl, SO4, B
IGU-006	VI-d	São Pedro da Aldeia	Mn, NO3
IGU-008	VI-d	São Pedro da Aldeia	Cor, Turbidez, STF, Fe, Mn, Na, Cl, SO4, B
IGU-015	VI-d	Iguaba Grande	STD, Fe, Mn, Na, Cl
IGU-048	VI-d	São Pedro da Aldeia	STD, Ba, Mn, Na, Cl
IGU-049	VI-d	São Pedro da Aldeia	Turbidez, STD, Na, Cl, NO3, SO4,B
IGU-050	VI-d	Iguaba Grande	STD, Mn, Na, Cl
IGU-051	VI-d	São Pedro da Aldeia	Cor, Turbidez, Fe, Mn
SAQ-004	VI-e	Saquarema	Mn
SAQ-007	VI-e	Saquarema	Al
SAQ-015	VI-e	Saquarema	Cor
SAQ-021	VI-e	Saquarema	Cor, Turbidez, Fe, Al
SAQ-033	VI-e	Saquarema	Cor, Fe, Mn
SAQ-045	VI-f	Saquarema	Se
SAQ-046	VI-f	Saquarema	NO3, Al
SAQ-056	VI-f	Saquarema	STD, Na, Cl, B
SAQ-057	VI-f	Saquarema	NO3
SAQ-065	VI-e	Saquarema	Cor
SAQ-069	VI-e	Saquarema	Turbidez, NO3
SAQ-072	VI-e	Saquarema	NO3, Al, Pb
SAQ-073	VI-e	Saquarema	Cor
SAQ-077	VI-e	Saquarema	Mn, NO3
SAQ-086	VI-e	Saquarema	Cor, Mn, NO3, Al
SAQ-090	VI-e	Saquarema	NO3
SAQ-140	VI-e	Saquarema	Cor, Mn, Se
SAQ-142	VI-e	Saquarema	Al

Ponto	UHP	Município	Não conformidades
SPA-018	VI-d	São Pedro da Aldeia	NO3, B
SPA-023	VI-d	São Pedro da Aldeia	NO3
SPA-032	VI-d	São Pedro da Aldeia	STD, Mn, Na, Cl, Se, B
SPA-035	VI-d	São Pedro da Aldeia	STD, Na, Cl, NO3, Se
SPA-044	VI-d	São Pedro da Aldeia	NO3, Al
SPA-049	VI-d	São Pedro da Aldeia	Cor, Turbidez, Fe, NO3, Al
SPA-095	VI-d	São Pedro da Aldeia	Mn
SPA-096	VI-d	São Pedro da Aldeia	STD, Mn
SPA-100	VI-d	São Pedro da Aldeia	Mn, NO3
SPA-112	VI-d	São Pedro da Aldeia	Mn, NO3, Al
SPA-113	VI-d	São Pedro da Aldeia	STD, Mn, Na, Cl
SPA-120	VI-d	São Pedro da Aldeia	NO3, Al, Se
SPA-125	VI-d	São Pedro da Aldeia	Cor, STD, Na, NO3, Al, Se
SPA-126	VI-d	São Pedro da Aldeia	Cor, STD, Mn, Na, Cl, SO4, B
SPA-127	VI-d	Cabo Frio	Cor, STD, Na, B
SPA-129	VI-d	São Pedro da Aldeia	Mn, NO3, Al, Se

STD - sólidos totais dissolvidos; NO3 - nitrato (NO_3^-); SO4 - sulfato (SO_4^{2-}); Cl - cloreto (Cl^-).

7.2.2.2 Publicações técnico-científicas e outros

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); LAS CASAS 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 e representativa da realidade hidrogeológica da RH-VI, estes trabalhos complementam as bases de poços (itens 7.1.2 e 7.2.2.1), para compor o cenário/cena atual para fins de planejamento qualitativo dos recursos hídricos subterrâneos.

NERES et al. (2011) mostraram resultados a partir do cadastro de 37 poços do Distrito de Tamoios (Cabo Frio) - Figura 7.245 - e medição de parâmetros físico-químicos *in situ*: pH, CE, temperatura e STD - Figura 7.246. As principais constatações a partir destes resultados são: a menor quantidade de sais dissolvidos nas proximidades do Morro São João e do limite com a bacia do rio Una (ou seja, nas bordas da área estudada); e maiores valores (alguns locais com

água salobra - STD > 500mg/L - a não potável - STD > 1000mg/L) nas porções centrais, inclusive nas porções com lagoas artificiais resultantes de antigas cavas de extração mineral.

LIMA et al. (2020) efetuaram cadastro e coleta de água em 7 poços e 3 pontos em águas superficiais (rio São João e rio Una próximos à foz; e uma lagoa artificial), no Distrito de Tamoios (Cabo Frio) - Figura 7.247, para análise de parâmetros físico-químicos (*in situ:* pH, temperatura, CE e STD; íons maiores em laboratório) e isotópicos ambientais ($\delta^{18}O$ e $\delta^{2}H$), com vistas a determinar a qualidade das águas, possíveis fontes de salinização e de recarga.

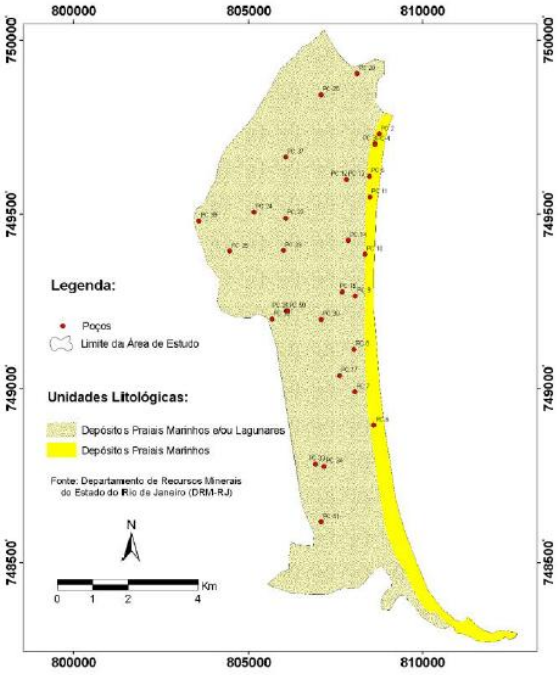


Figura 7.245 - Localização dos 30 poços cadastrados e analisados no Distrito de Tamoios.
Fonte: NERES et al. (2011).

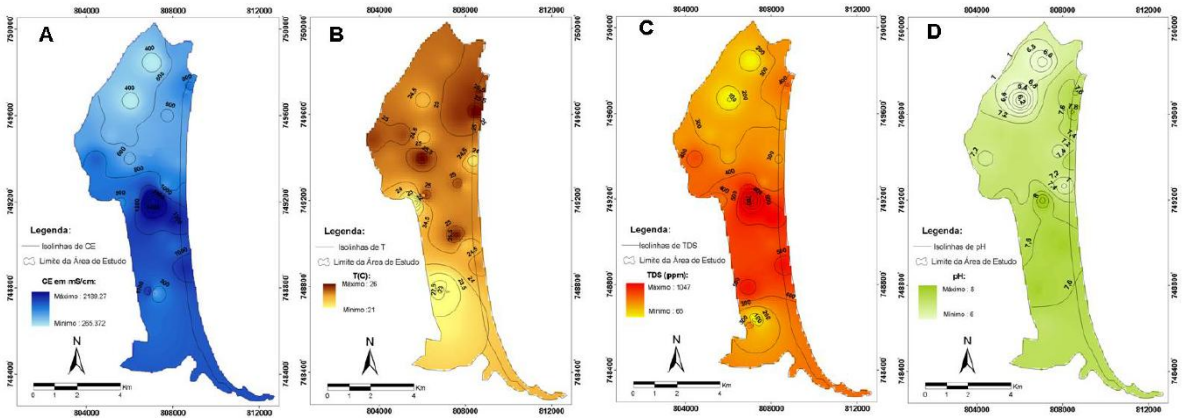


Figura 7.246 - Isovalores de CE (A), temperatura (B), SDT (C) e pH (D) - Distrito de Tamoios.
Fonte: NERES et al. (2011).

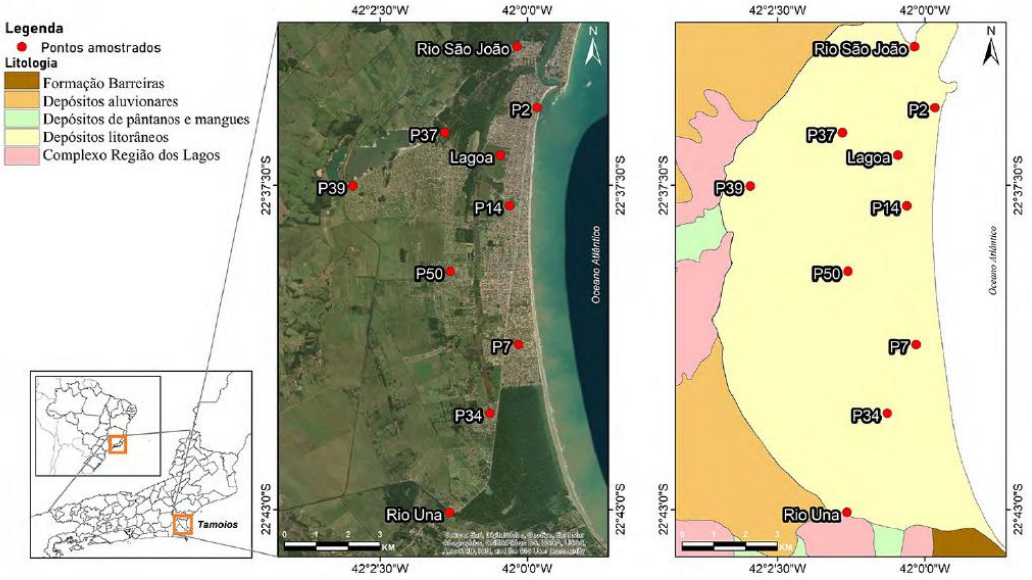


Figura 7.247 - Localização dos pontos amostrados e da geologia local - Distrito de Tamoios e arredores, em Cabo Frio.
Fonte: LIMA et al. (2020).

Os resultados de LIMA et al. (2020) indicaram que as classificações hidroquímicas das águas subterrâneas são semelhantes entre si (predominante bicabornatadas cálcicas) e à lagoa de cava; e distintas das dos rios Una e São João (cloretadas sódicas) - Figura 7.248 .A composição isotópica, aliada à caracterização química e de razões iônicas (Figura 7.249), mostram que as águas subterrâneas do Distrito de Tamoios apresentam composição típica de água doce continental e de trânsito rápido com recarga direta da precipitação.

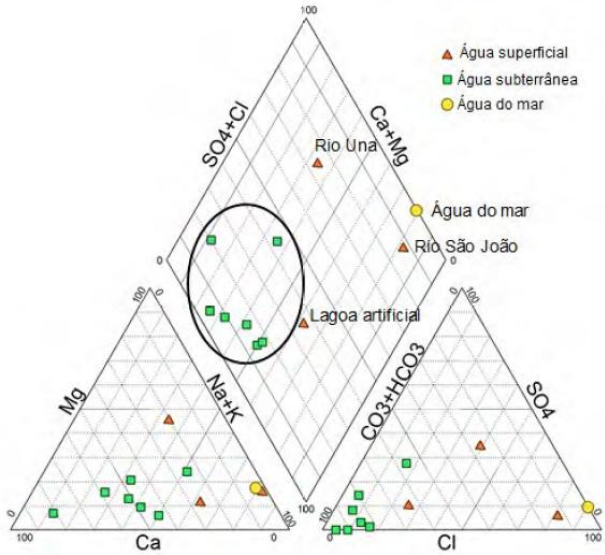


Figura 7.248 - Diagrama de Piper expondo as classificações hidroquímicas amostradas no Distrito de Tamoios e arredores, em Cabo Frio.
Fonte: LIMA et al. (2020)

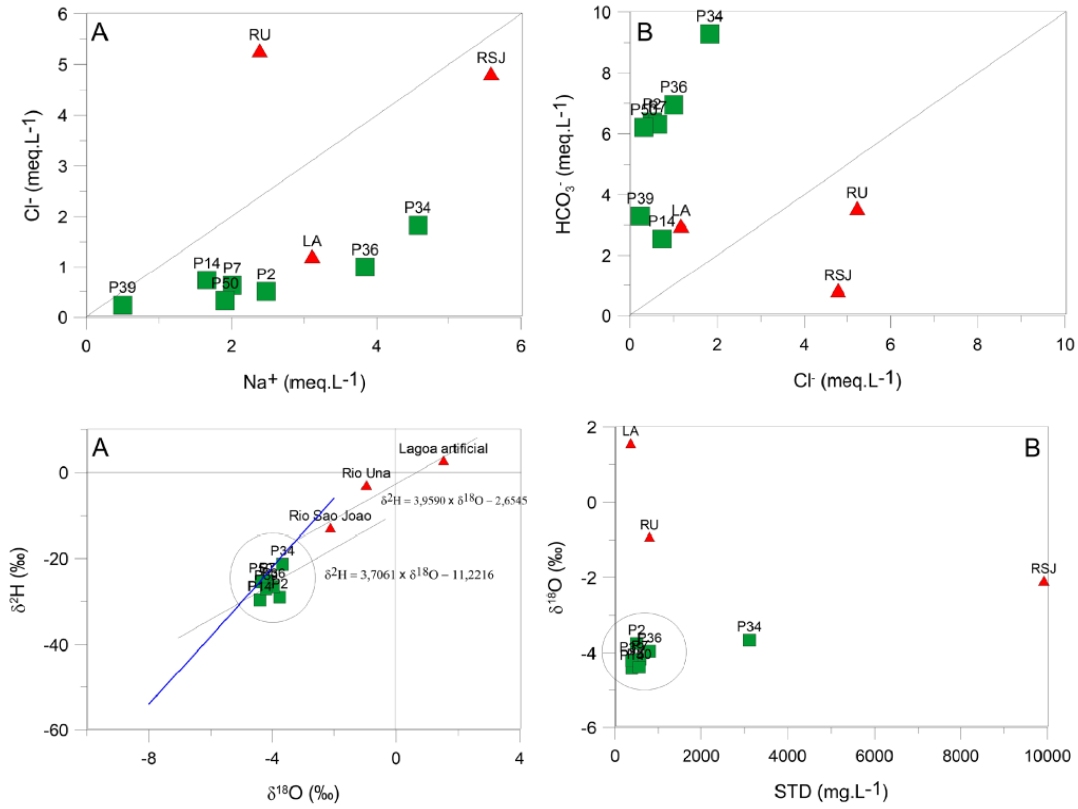


Figura 7.249 - Parte I (superior): Razões iônicas, em meq.L^{-1}: A - Na^+ x Cl^-; B - Cl^- x HCO_3^-; II (inferior): δ^2H x $\delta^{18}O$ e correlações lineares à reta meteórica global (linha azul); B - $\delta^{18}O$ x STD; em destaque, em ambos os casos, as amostras de água subterrânea. Estudo no Distrito de Tamoios.
Fonte: LIMA et al. (2020).

Em Armação dos Búzios, há o caso singular dos "mangues de pedra", com área de ocorrência principal na praia Gorda e arredores (BOMFIM et al., 2019; CPRM, 2012b; UFRJ, 2017). O substrato onde crescem árvores de mangue é formado principalmente por cascalhos e areia grossa e não há rios que descarreguem água doce. Esta é proveniente da descarga de aquífero local ao nível do mar (cuja área de recarga principal é a ocorrência da Formação Barreiras, verificável por suas paleofalésias de paredões arenosos a conglomeráticos - e não lamosos -, em frente às praias Rasa, Gorda e até os arredores da Ponta do Pai Vitório) - Figura 7.250 e ainda o registro fotográfico de vistorias em campo - Figura 7.251 a Figura 7.254.

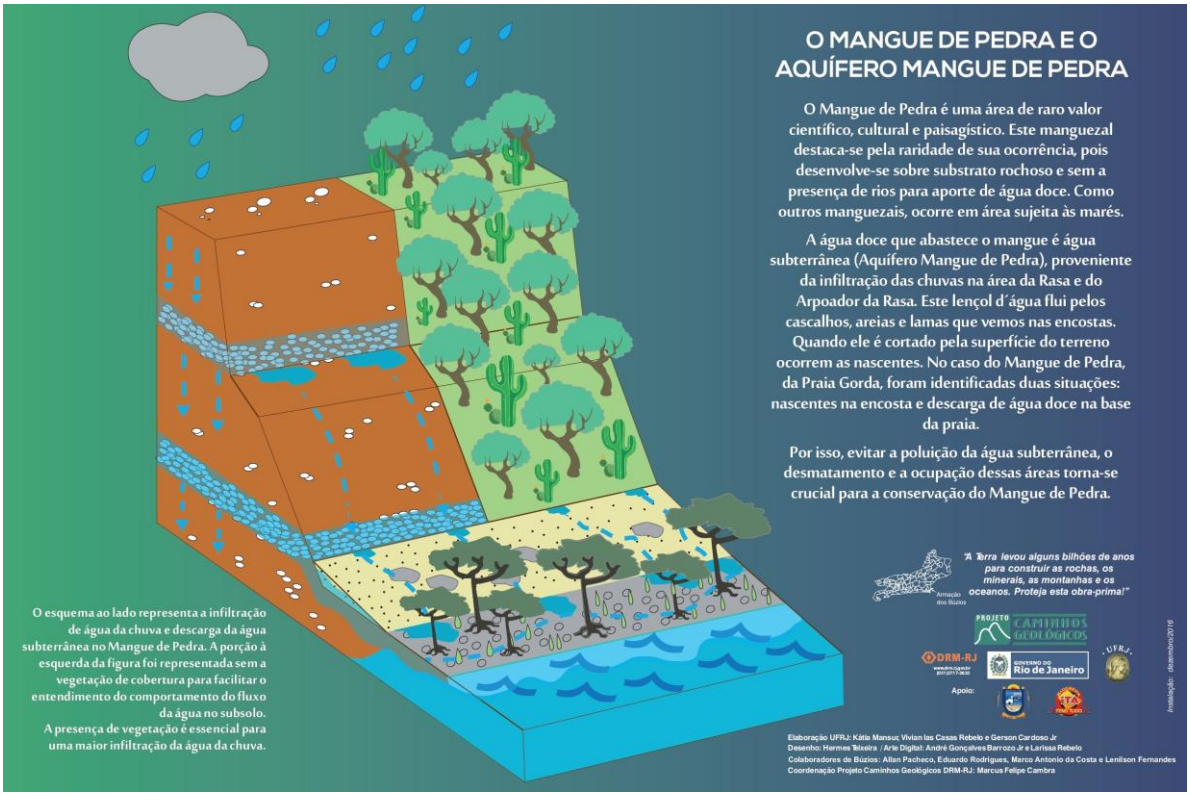


Figura 7.250 - Bloco-diagrama explicativo do "Mangue de Pedra".
Fonte: UFRJ (2017).

Figura 7.251 - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa, Arm. Búzios. Notar porção mais elevada do terreno (rochas sedimentares da Fm. Barreiras - áreas de recarga) e mais baixa, na área de praia (áreas de descarga) - UHP VI-g.

Figura 7.252 - Área de descarga na área de praia - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 7.253 - Área de descarga na área de praia - provável exemplar de Avicennia schaueriana (mangue preto). Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Figura 7.254 - Placa indicativa de área de proteção ambiental do Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

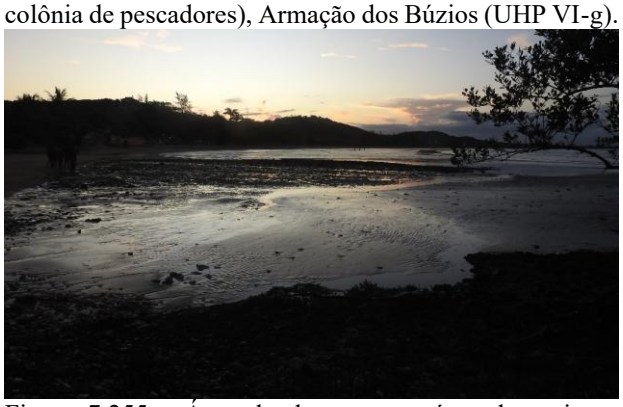


Figura 7.255 - Área de descarga na área de praia - Mangue de Pedra desde a Praia Rasa (em frente à colônia de pescadores), Armação dos Búzios (UHP VI-g).

Trabalhos como de LAS CASAS REBELO (2013), BENFEITA (2017) e UFRJ (2017) descrevem a geologia e hidrogeologia local, inclusive mencionam o termo local "Aquífero do Mangue de Pedra".

Las Casas Rabelo (2013) mostrou o aumento da condutividade elétrica e de sólidos totais dissolvidos do continente rumo ao mangue de pedra (Figura 7.256 - Parte A). As relações isotópicas ($\delta^{18}O$ x $^{\delta}D$), com resultados se concentrando na região do gráfico próxima à reta meteorológica local, indicam que os valores desses isótopos para essas águas subterrâneas são parecidos com os observados na chuva da região e que aparentemente provem do mesmo aquífero devido à semelhança. As análises de íons maiores indicaram predominância de águas cloretadas sódicas (Figura 7.256 - Parte B).

Benfeita (2017) também demonstrou a mescla de água do mar com água doce proveniente do aquífero local, na área de mangue de pedra, em que os valores de CE e STD são mais elevados nas proximidades do mar (e sujeitos a flutuações pela maré), e menores rumo ao continente. Quanto à classificação, indicou que, além da maioria das águas ser cloretada sódica, observou correlação/controle hidrogeoquímico entre HCO_3^- e pH. E apresentou dados de razões iônicas corroborando com as particularidades locais (p.e., elevadas relações $rCl^-/rHCO_3^-$ e rMg^{2+}/rCa^{2+} nas amostras em praia/mar em relação àquelas mais continentais).

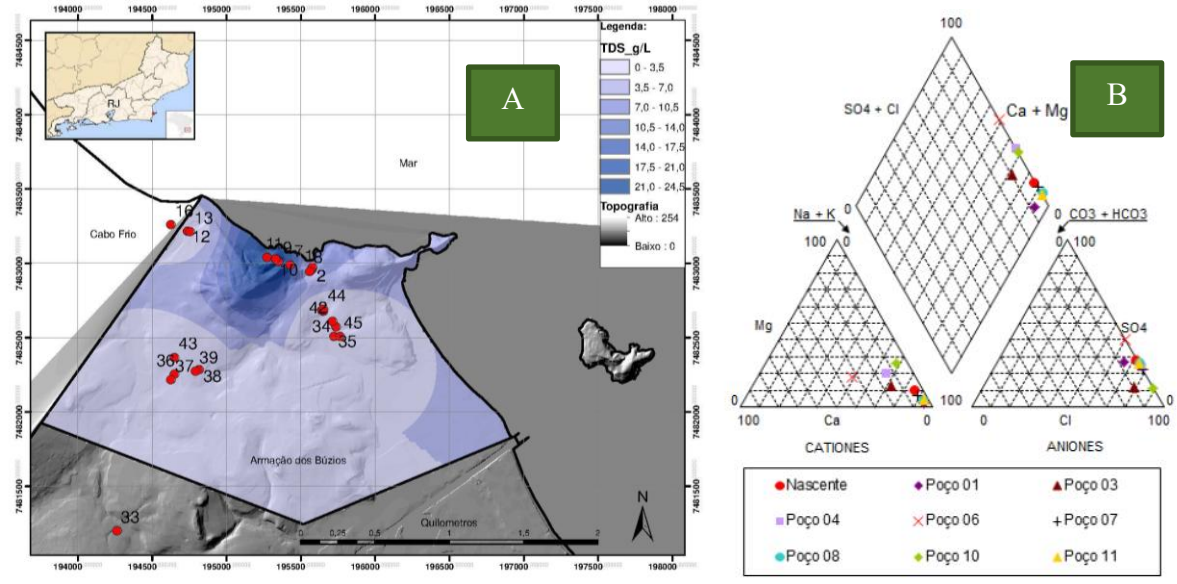


Figura 7.256 – (A) - Isovalores de sólidos totais dissolvidos. (B) - Diagrama de Piper. Estudo no "Mangue de Pedra", Armação dos Búzios.
Fonte: LAS CASAS REBELO (2013).

Carvalho (2004) é um dos raros trabalhos em hidrogeologia de terrenos cristalinos na RH-VI. Apresentou resultados de amostragens na bacia do rio Maratuã (UHP VI-a) - três nascentes e um poço, indicando águas sobretudo bicarbonatadas sódicas - Figura 7.257. São águas pouco mineralizadas e de boa qualidade, típicas de maciços cristalinos fraturados do SE do Brasil, em que águas de nascentes e poços nos arredores têm a mesma procedência e passam por processos de evolução hidroquímica semelhantes, indicando que o aquífero fraturado é provavelmente bem conectado com a superfície (águas de rápida circulação).

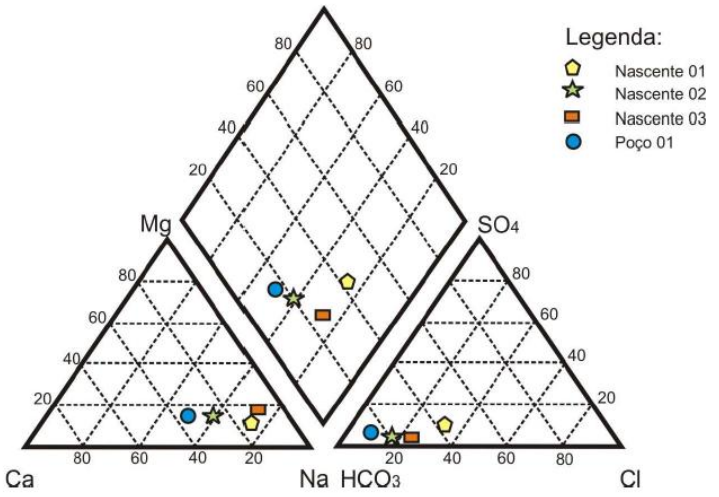


Figura 7.257 - Diagrama de Piper - águas da bacia do rio Maratuã (UHP VI-a).
Fonte: CARVALHO (2004).

Almeida et al. (2004a, 2004b) apresentaram dados de concentrações de isótopos radioativos (^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{222}Rn e ^{238}U) em águas subterrâneas da Região dos Lagos, tendo sido encontradas as seguintes faixas de valores: <0,002 a 0,492 Bq^{-1} para ^{226}Ra (emissor de atividade alfa); <0,01 a 1,50 Bq^{-1} para ^{228}Ra (emissor de atividade beta); e $<1.0\times10^{-4}$ a 8.0×10^{-2} Bq^{-1} para U (concentrações de $< 1 \times 10^{-4}$ a $6,67 \times 10^{-1}$ mg/L, sendo 17 de 88 amostras com níveis acima do limite para potabilidade à época). Rn detectável (> 3 Bq^{-1}) foi encontrado em apenas duas amostras.

Os maiores valores de ^{228}Ra foram encontrados no setor NE da área analisada nestes estudos (correspondendo principalmente à UHP VI-b e tendo apresentado correlação positiva com valores baixos de pH) e setor a leste da Lagoa de Araruama (sobretudo em Cabo Frio e tendo apresentado correlação positiva com valores elevados de condutividade elétrica) - Figura 7.258. Estes dados indicaram a necessidade de melhor avaliar o risco potencial para a saúde da população.

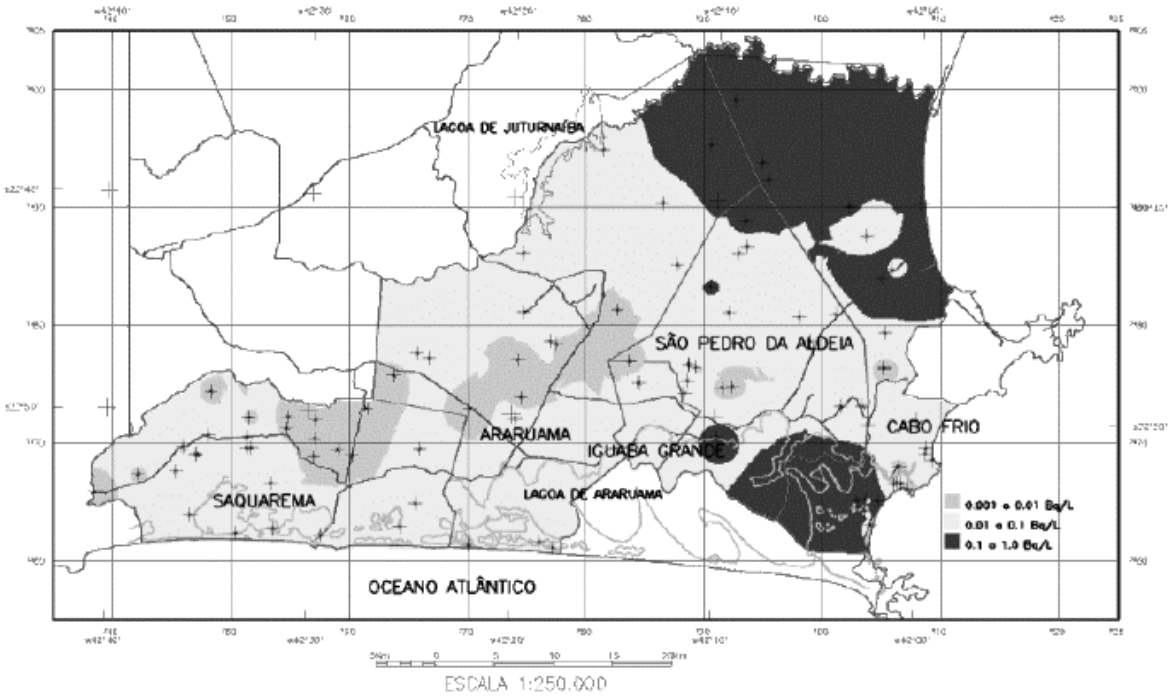
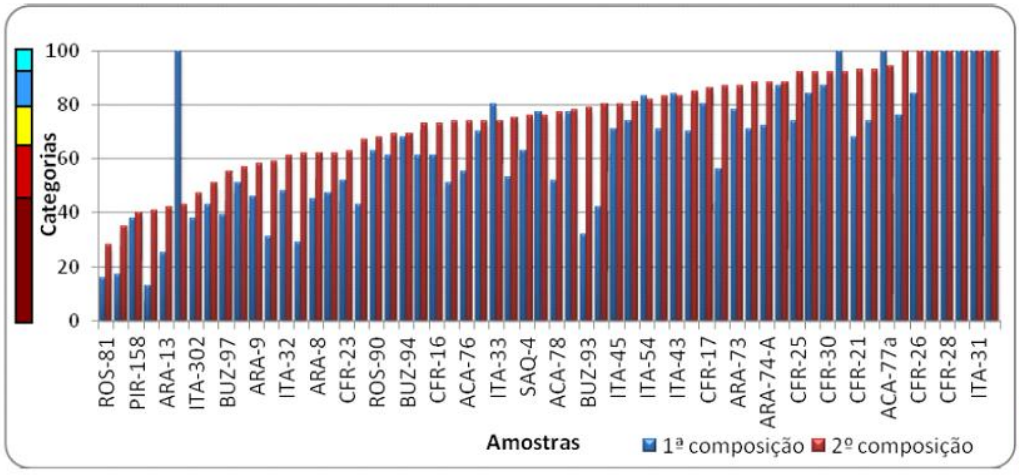


Figura 7.258 - Distribuição espacial de valores de ^{228}Ra na Região dos Lagos do RJ.
Fonte: ALMEIDA et al. (2004a).

Menezes et al. (2013) apresentaram resultados de Índice de Qualidade de Água com base no indicador desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (IQACCME), aplicado à avaliação de aquíferos do Estado do RJ. Parte da RH-VI foi contemplada (Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Maricá, Rio das Ostras, São Pedro d'Aldeia e Saquarema), dentro da área do "Litoral Leste Fluminense" (incluindo ainda arredores da RH-VI: a leste; e a oeste, até Niterói), com índice calculado com duas composições: a) Na, Fe, Al, SO_4^{2-}, Mn, NO_3^- e Cl^-; e b) estes e outros parâmetros inorgânicos (As, B, Ba, Cr, Cu, Mo, Pb, Se, Zn), pH e coliformes termotolerantes. Os resultados, sintetizados na Figura 7.259, indicam qualidade relativamente pior em poços escavadas (PE); alguns locais com elevada concentração de Cl^- e Na^+ (e alta salinidade) ou NO_3^- (indicando contaminação antrópica, p.e., de fossas/esgotos). Estes dados corroboram com os obtidos pelo Projeto RESUB Lagos (2001).

Região	Tipo de captação	Nº de amostras	Categorias (%) Ótima	Boa	Regular	Ruim	Muito Ruim
			1ª Composição				
Litoral Leste Fluminense	PT	50	16	12	22	32	18
	PE	10	0	20	40	0	40
			2ª Composição				
Litoral Leste Fluminense	PT	50	14	30	28	18	10
	PE	10	0	50	20	20	10

A



B

Figura 7.259 - (A) - Percentuais das amostras nas diferentes categorias com a aplicação do IQACCME com duas composições. PE = poço escavado; PT = poço tubular. (B) - Gráfico mostrando as duas composições do IQACCME do Litoral Leste. Ótima (azul claro), Boa (azul), Regular (amarela), Ruim (vermelha), Muito Ruim (vinho).
Fonte: MENEZES et al. (2013).

Trata-se de iniciativa interessante, inclusive como parametrização-teste para uso de indicadores do tipo IQA. No entanto, no caso da RH-VI, o ideal é que antes se efetuem ações mais básicas, como cadastramento de poços e fontes, estudos geológico-hidrogeológico de detalhe, inventário das soluções alternativas de abastecimento/captação de água e a idealização e implantação de uma rede de monitoramento das águas subterrâneas.

Além destes trabalhos de cunho técnico-científico, foram obtidos alguns laudos de análises de poços operados pela concessionária Águas de Juturnaíba no Distrito de Cesário Alvim, em Silva Jardim, a partir de boletins do sistema SISÁGUA/DATASUS.

Há indicação que a água subterrânea extraída apresenta tratamento simplificado, com uso de agente desinfetante, sem fluoretação. Os laudos são de análises mensais (coliformes totais, Escherichia coli, cloro residual livre, fluoreto, pH, cor e turbidez) pós-tratamento; e semestrais (análises mais completas, incluindo parâmetros inorgânicos, orgânicos, agrotóxicos, organolépticos e radioatividade) de ponto de captação e na saída do tratamento (SISÁGUA, 2022; ÁGUAS DE JUTURNAÍBA, 2023).

Pouquíssimos resultados apresentaram não conformidades em relação à potabilidade, mesmo assim, apenas um pouco além dos VMPs (duas análises de ferro em 2021; uma de manganês, em 2021 e em 2022), e apenas na água bruta (no ponto de captação), mas não na água tratada (que não apresentou não conformidades em relação à potabilidade, portanto, estando apta ao consumo humano). Por outro lado, isso indica a necessidade de atenção para estes parâmetros (ferro e manganês), relativamente frequentes nas águas naturais regionais, como outros dados apresentados neste diagnóstico também indicam.

7.2.2.3 Vulnerabilidade dos aquíferos e risco/perigo de contaminação

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*) - Figura 7.260. Este método foi desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e 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 é apresentado na Tabela 7.56 e na Figura 7.261, 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 como de vulnerabilidade natural de aquíferos insignificante, mas parte destas áreas encontra-se em áreas 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.

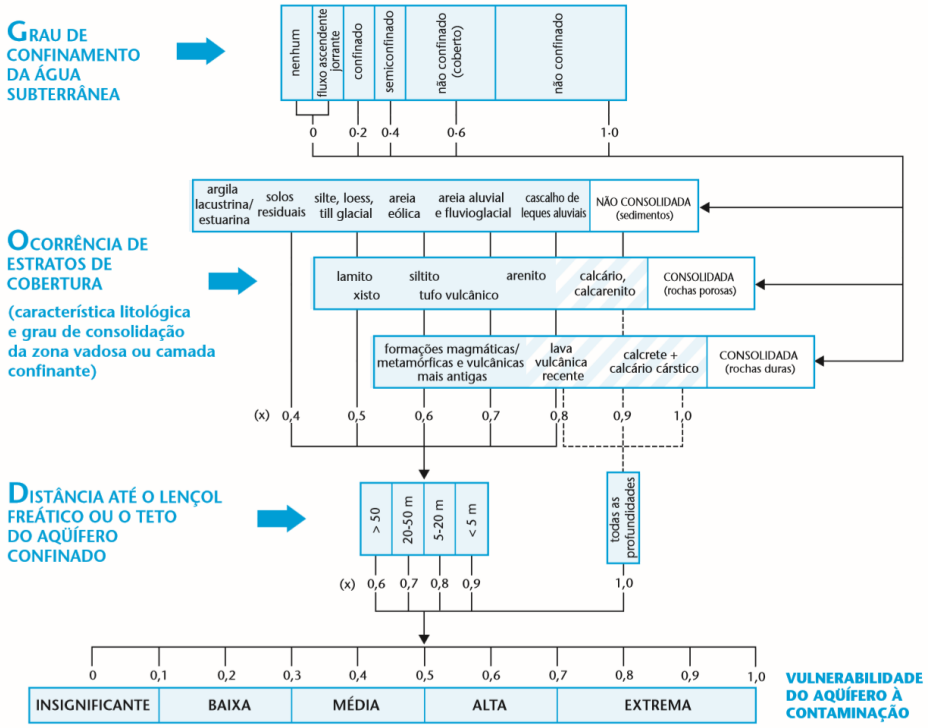


Figura 7.260 - Método GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero.
Fonte: FOSTER et al. (2006).

Tabela 7.56 - Classificação da vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI (% em área) (CPRM, 2021).

UHP	Nome - UHP	Classificação da vulnerabilidade (% em área)			
		Alta	Média	Baixo	Insignificante
VI-a	Rio São João (montante do Reservatório de Juturnaíba)	14,6%	26,6%	44,8%	14,1%
VI-b	Rio São João (jusante do Reservatório de Juturnaíba)	32,8%	42,5%	19,3%	5,4%
VI-c	Rios Capivari e Bacaxá	17,5%	47,6%	34,6%	0,3%
VI-d	Rio Una	11,9%	66,1%	11,1%	10,9%
VI-e	Lagoa de Saquarema	20,1%	31,8%	36,0%	12,1%
VI-f	Lagoa de Araruama	4,2%	80,3%	9,1%	6,4%
VI-g	Armação dos Búzios	3,3%	39,8%	18,5%	38,4%
Total por classe de vulnerabilidade - RH-VI		17,0%	50,0%	24,9%	8,1%

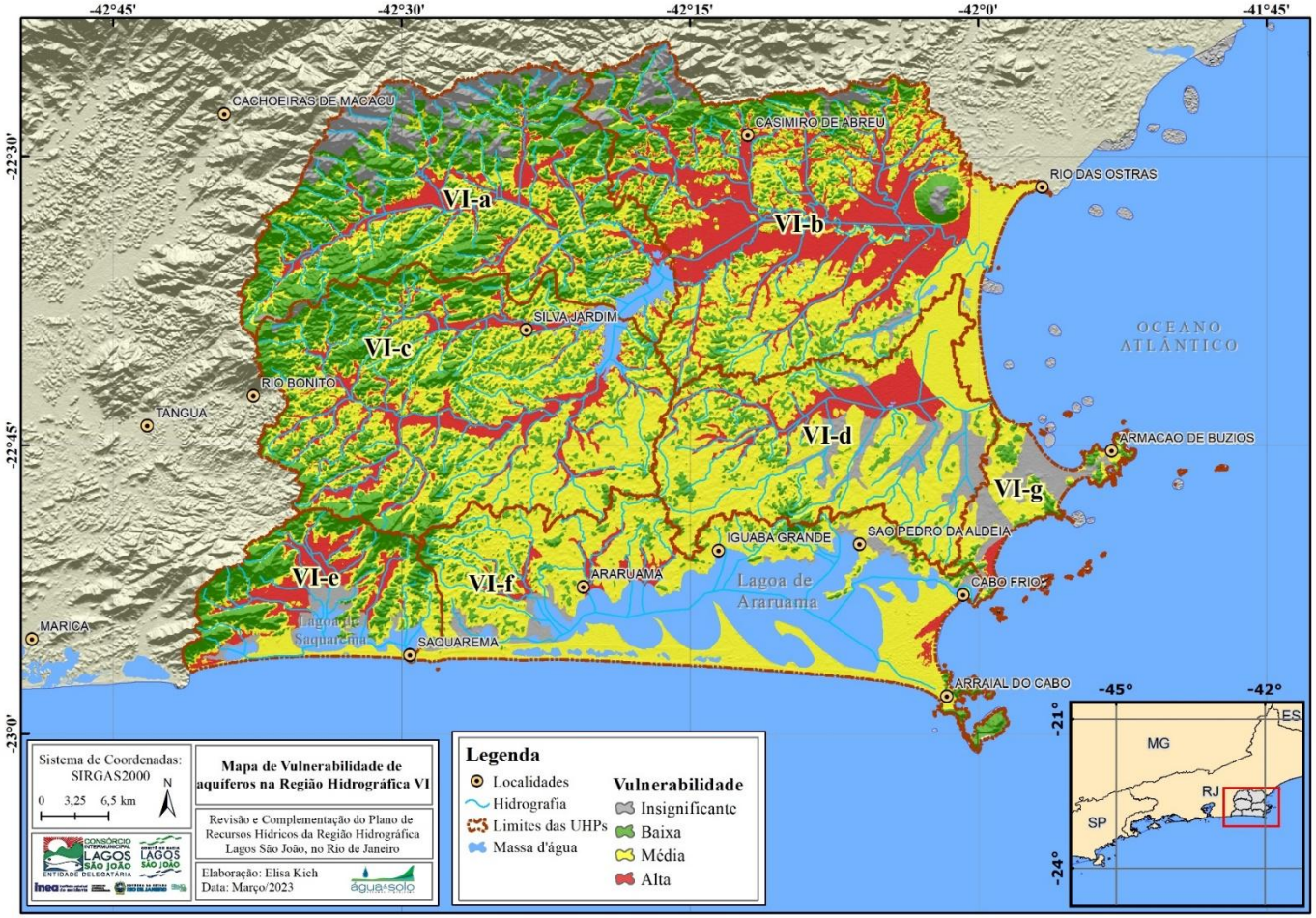


Figura 7.261 - Vulnerabilidade natural dos aquíferos na RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria com base em CPRM (2021).

Além da vulnerabilidade, que é uma característica intrínseca (física) dos aquíferos, importante atentar para o conceito de perigo de contaminação da água subterrânea. Este é 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 carga contaminante e a vulnerabilidade natural do aquífero (Figura 7.262).

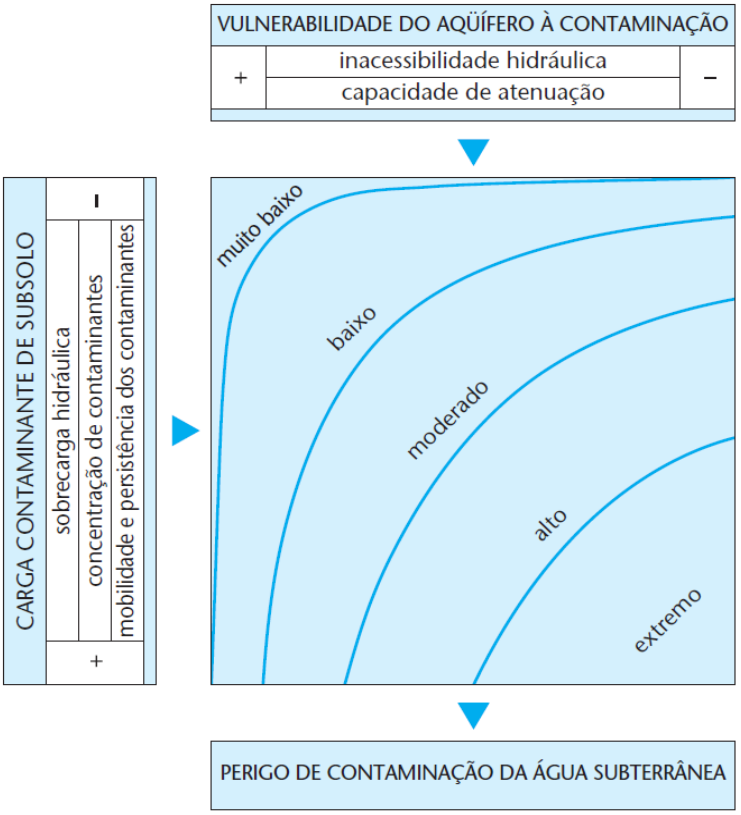


Figura 7.262 - Esquema conceitual para avaliação do perigo de contaminação da água subterrânea.
Fonte: FOSTER et al. (2006).

A avaliação do perigo envolve o exame dessa interação por meio da sobreposição dos resultados do cadastro de cargas (e fontes) contaminantes de subsolo ao mapa de vulnerabilidade do aquífero (FOSTER, 1987). Os casos mais preocupantes são aqueles em que as atividades capazes de gerar elevada carga contaminante se desenvolvem, ou estão planejadas para se desenvolverem, numa área de elevada vulnerabilidade do aquífero. Esta atividade de avaliação dos perigos é um pré-requisito essencial para a proteção dos recursos hídricos subterrâneos,

pois ela identifica as atividades humanas com maior probabilidade de impactos negativos sobre os aquíferos, e prioridades para as medidas necessárias de controle.

O termo "perigo de contaminação" da água subterrânea, usado por FOSTER et al. (2006), tem exatamente o mesmo sentido que "risco de contaminação" da água subterrânea em FOSTER & HIRATA (1988). A mudança de terminologia é necessária para adequar-se àquela ora utilizada por outras áreas de avaliação de riscos a ecossistemas e à saúde humana e animal, onde risco é definido como o produto de "perigo vezes escala do impacto". Assim, o conceito de "perigo", observado por FOSTER et al. (2006), restringe-se à avaliação dos perigos de contaminação da água subterrânea e desconsidera potenciais impactos sobre a população humana ou os ecossistemas aquáticos que dependem do aquífero, assim como o valor econômico dos recursos hídricos subterrâneos. Na prática, risco tem sido mais utilizado para estudos atrelados a empreendimentos (como em passivos ambientais e avaliações de risco); e perigo, numa abordagem de gerenciamento das águas subterrâneas.

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 neste sentido, que possa subsidiar, na sequência, o cruzamento de informações com a vulnerabilidade natural dos aquíferos. Por outro lado, para fins de Diagnóstico, é apresentado um levantamento no item 7.2.2.5, com a localização de fontes potenciais de contaminação, segundo dados disponíveis. É um ponto de partida a levantamentos futuros.

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 adaptados da literatura (ANA, 2014; IRITANI et al., 2013). Os resultados obtidos para a RH-VI são mostrados na Figura 7.263, com clara alusão de mais elevado potencial poluidor nas áreas urbanas (concentradas sobretudo nas partes costeiras e arredores de lagoas; e nas UHPs VI-f e VI-g), além de pequenas áreas por toda RH. A Tabela 7.57 mostra a correlação adotada entre das classes de potencial poluidor por cargas difusas (elevado, moderado, reduzido) com o uso e ocupação do solo; a Tabela 7.58 apresenta os dados em % de área por UHP e total para a RH-VI.

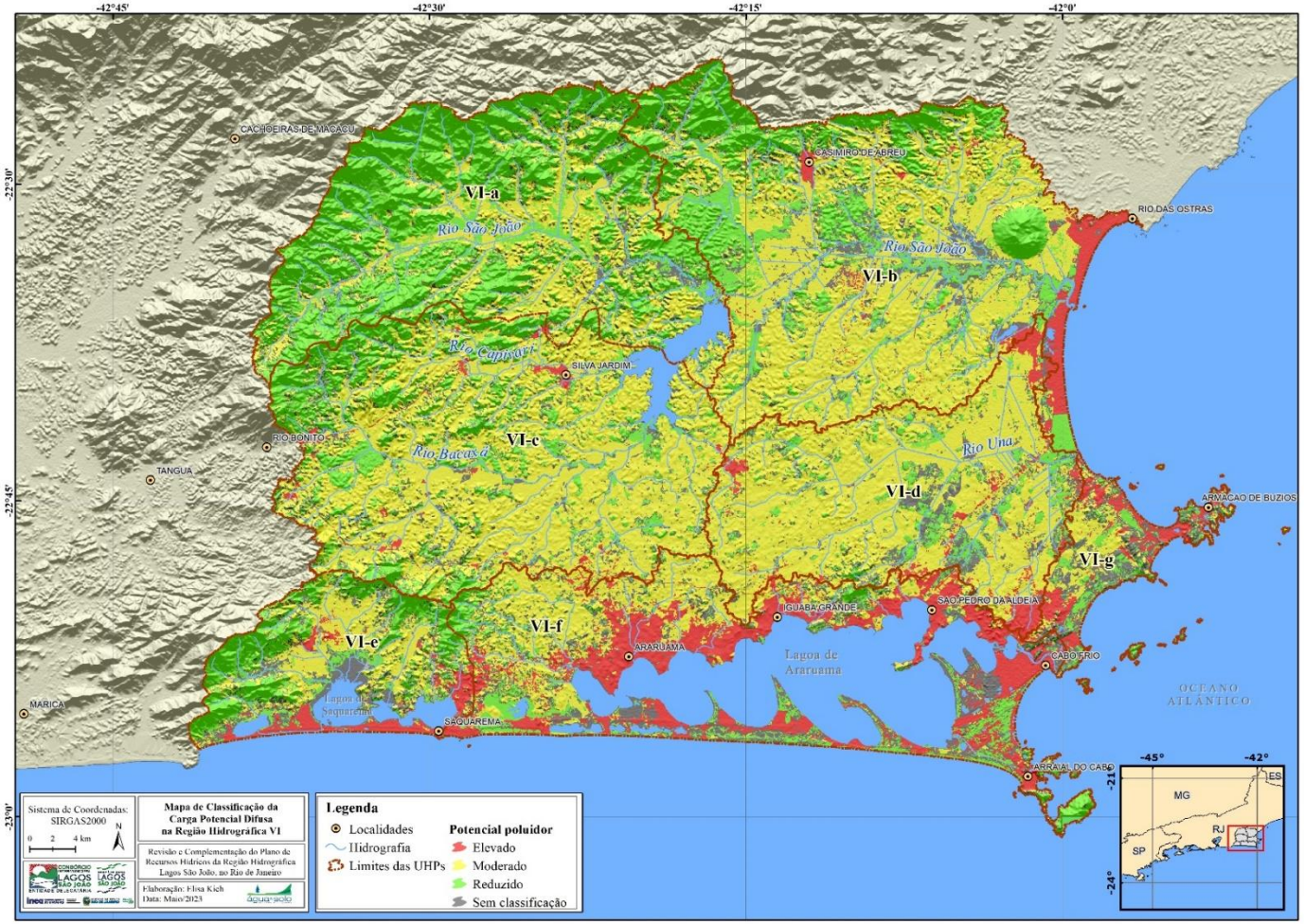


Figura 7.263 - Potencial poluidor dos aquíferos por cargas difusas.
Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 7.57 - Classificação do potencial poluidor (cargas difusas) em função do uso e ocupação do solo.

Classe de uso e ocupação	Potencial Contaminação
Área urbanizada e construída	Elevado
Agricultura/Outras lavouras temporárias/áreas não vegetadas	Elevado
Pastagens	Moderado
Solo exposto, mineração, afloramento rochoso	Moderado
Silvicultura	Moderado
Formação florestal	Reduzido
Campos alagados / áreas pantanosas / apicum	Reduzido
Praia / duna / areal / vegetação de mata ciliar / restinga arborizada / APP	Reduzido
Outros usos, incluindo massas d´água	Não classificado

Tabela 7.58 - Potencial poluidor (cargas difusas) na RH-VI - % em área por UHP.

UHP	Elevado	Moderado	Reduzido	Sem classificação
VI-a	0,1%	27,0%	61,3%	11,6%
VI-b	4,4%	52,4%	30,9%	12,4%
VI-c	1,3%	61,9%	24,3%	12,5%
VI-d	5,8%	71,4%	10,8%	12,0%
VI-e	9,1%	28,0%	34,4%	28,4%
VI-f	22,0%	20,8%	11,1%	46,1%
VI-g	22,6%	25,4%	18,0%	34,0%
RH-VI - %	7,31	44,14	28,39	20,16

7.2.2.4 Cunha/intrusão salina e gerenciamento hidrogeológico de áreas costeiras

Outra questão relevante na região é a possibilidade de avanço de cunha salina, sobretudo nos trechos próximos à linha de costa (mar) e lagoas. Em linhas gerais, as águas provenientes dos aquíferos costeiros rumam em sentido ao mar (ou lagoas) e são descarregadas nas áreas litorâneas, onde encontram a água salina, a qual tem uma densidade maior e tende a entrar no continente, formando uma cunha, penetrando pela parte inferior da região de água doce - Figura 7.264 (parte I). Contudo, devido a um equilíbrio de forças entre o fluxo de água subterrânea doce vindo de regiões mais altas do continente e a água salgada, esta só consegue avançar naturalmente até certo ponto.

A magnitude da intrusão salina é influenciada por fatores ambientes - geológicos (disposição de camadas / litologias), hidráulicos (características do meio percolante e dos fluxos

subterrâneos; variações de carga hidráulica e gradiente hidráulico) e condições de recarga (chuva e infiltração) - e da retirada das águas subterrâneas (poços, obras como escavações etc.). A instalação de poços sem a devida boa prática construtiva, de proteção sanitária e principalmente seu uso indiscriminado e sem gerenciamento nesses locais litorâneos, pode afetar o equilíbrio da interface salina e gerar o avanço da cunha, com a interceptação dos fluxos subterrâneos das águas salinas pelos poços - como na representação da Figura 7.264 (parte II - b), ou ainda causar a mistura de águas subterrâneas de diferentes camadas, com distintas salinidades, podendo comprometer a qualidade requerida das águas.

É relativamente comum que locais litorâneos com explotação por poços sem controle, eventualmente, comece a vivenciar problemas de aumento de salinização das águas extraídas. Outra questão que pode ocorrer é um poço tecnicamente mal construído e/ou com deficiência de proteção sanitária funcionar como "veículo" para misturas de águas de distintas qualidades/salinidades e isso também impactar a qualidade das águas em certas localidades.

Áreas como os terrenos litorâneos da RH-VI (notadamente unidades geológicas Q2el, Q2li e Q1pr) são potencialmente susceptíveis à existência e avanço desses problemas. Atenção deve ser dada a localidades como o Distrito de Tamoios/Unamar (Cabo Frio), parte central/sede de Cabo Frio, Cidade Beira Mar (Rio de Ostras) e Barra de São João (Casimiro de Abreu), Peró/Guriri (Cabo Frio), entre outras. O mesmo para as áreas de lagoas influenciadas pela salinidade marinha.

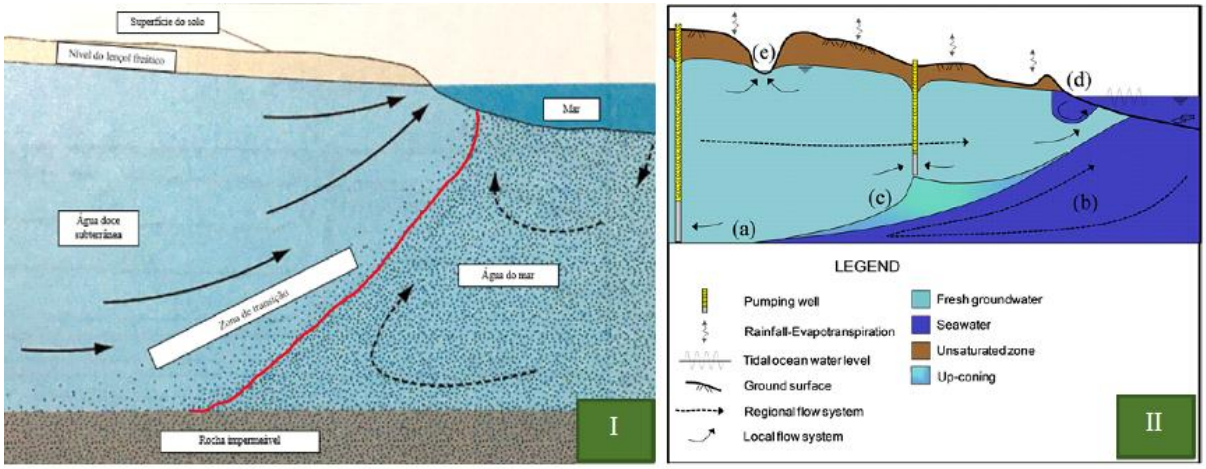


Figura 7.264 - Representações esquemáticas de uma configuração de aquífero não confinado costeiro: I - Cunha salina e interação água marinha/águas continentais; II - Situações típicas: (a) cunha de água do mar; (b) circulação impulsionada pela densidade na zona da água do mar; (c) ascensão de água do mar devido ao bombeamento de poço; (d) processos de orla costeira, como infiltração de maré e recirculação da água do mar. Fonte: I - ANDERSON & WOESSNER (2005); II - WERNER et al. (2013).

Além da avaliação do meio físico (geologia, relevo, solos), do monitoramento quantitativo de poços (nível d´água de aquíferos em poços simples ou multi-nível), da avaliação das condições de fluxo subterrâneo e das interações águas subterrâneas/superficiais/chuva, diversos parâmetros físico-químicos podem auxiliar na caracterização desses fenômenos e tipos de ambientes (águas oceânicas, continentais) e presença/dinâmica de cunha salina: STD (sólidos totais dissolvidos) e condutividade elétrica (CE), além de pH; íons maiores (como Na^+, Cl^- etc.) e relações entre íons (p.e., rMg^{2+}/rCa^{2+}, rK^+/rNa^+, $rCl^-/rHCO_3^-$) - estas razões iônicas, em meq/L, podem trazer informações sobre fonte provável e dinâmica da água (CUSTODIO & LLAMAS, 1983; CUSTODIO, 1987; FETTER, 1999; OLIVEIRA et al., 2018).

CE (em µS/cm ou mS/cm) e STD são facilmente verificáveis com medidores portáveis de baixo custo, fornecendo dados úteis para a noção inicial da presença de salinidade mais elevada. A correlação entre CE e STD é indicada na literatura (HYPÓLITO et al., 2011):

$$TDS = CE * (0,55\ a\ 0,75)$$

Equação 7.2-4 (ALPHA, 1999)

$$TDS = CE * (0,54\ a\ 0,96)$$

Equação 7.2-5 (HEM, 1989)

Por fim, o uso de isótopos como traçadores ambientais, conforme alguns casos já indicados no item 7.2.2.2, é outra forma de se obter informações para o entendimento hidrogeoquímico atrelado à problemática de variações de salinidade.

Além da parte físico-química e de monitoramento de poços, investigações indiretas, como métodos geofísicos, são muito úteis, permitindo correlação entre salinidade/STD (ou diferentes camadas aquíferas) e contrastes de propriedades físicas (p.e., com métodos de eletrorresistividade, eletromagnético, *GPR - Ground Penetrating Radar* etc. - LIMA & MACEDO, 1983; ALVES et al., 2005; ROCHA, 2005; BRAGA, 2009; WERNER et al., 2013). Tais ferramentas são ainda importantes em estudos de passivos ambientais (áreas contaminadas), identificação de estruturas enterradas e vazamentos de redes, entre outros.

O uso de abordagens integradas, envolvendo investigações em campo, amostragens/análises, tratamento de dados, uso de *softwares* com modelagem matemática (para simulações) e de sistemas de informação geográfica (reunião/tratamento de dados, espacialização geográfica),

pode contribuir para o entendimento situacional, de processos, cenarização e gerenciamento, com aplicações sobretudo nas áreas com uso ou potencial de uso de águas subterrâneas, e risco de intrusão salina. Os impactos na piora da qualidade das águas subterrâneas, se instalados, depois podem ser de complexa e custosa reversão.

Embora este trabalho já indique algumas áreas/locais potenciais, uma ação futura fundamental, consubstanciada nas atividades e ferramentas descritas anteriormente, é a execução de um estudo com mapeamento sistemático de locais ou setores da RH-VI com maior risco ou probabilidade de ocorrência de águas mais salinas associadas à dinâmica marítima e/ou às condições de uso das águas subterrâneas por poços (não se esquecendo dos limitantes que ocorrem quando da não existência de conhecimento geológico mais detalhado em subsuperfície; ou da falta de zelo construtivo e/ou de proteção sanitária dos poços).

7.2.2.5 Fontes potenciais de contaminação

A contaminação dos aquíferos ocorre em locais em que a carga contaminante de origens diversas (esgoto, atividades urbanas, industriais, agropecuárias, de mineração etc.) é inadequadamente controlada e, em certos componentes, excede a capacidade de atenuação natural dos solos e aquíferos (FOSTER et al., 2006).

Há, entre as fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas, pontuais ou difusas:

- áreas contaminadas, identificadas a partir de estudos de passivos ambientais;
- empreendimentos com potencial contaminante (comércio, serviços, indústrias etc.), em funcionamento ou desativados;
- áreas urbanizadas, que costumam concentrar uma série de fontes potenciais;
- locais com disposição de resíduos sólidos (aterros sanitários, aterros controlados e lixões ou vazadouros), em funcionamento ou desativados;
- postos e locais com armazenamento de combustíveis e demais produtos perigosos;
- locais associados ao transporte (rodovias, ferrovias, dutos, portos e aeroportos), nos quais podem ocorrer acidentes que impactem negativamente os aquíferos (sobretudo quando houver vazamentos de produtos perigosos);

- situações envolvendo saneamento básico (esgoto), sobretudo em locais com saneamento *in situ* (fossas), lançamento de esgoto cru a céu aberto e ainda locais com vazamento de redes de esgoto (bruto);
- agricultura (devido ao uso de insumos, como fertilizantes e agroquímicos) e pecuária; minerações; cemitérios; entre outras.

Foi efetuado um levantamento destas possibilidades com base nos dados disponíveis para a RH-VI, que é apresentado a seguir. Deve-se ressaltar que não há um inventário sistemático, nem monitoramento das fontes de contaminação, que são ações importantes a serem efetuadas.

Conforme Resolução CONAMA 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas, contaminação "é definida como a presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico". Além desta resolução, há aplicações de instrumentos estaduais, como 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).

Foi obtido Cadastro de Áreas Contaminadas (INEA, 2022a), em que constam 11 áreas na RH-VI (Tabela 7.59; Figura 7.265), sendo 3 consideradas "Áreas Contaminadas sob Intervenção" - ACI (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" - AI (em que comprovadamente foi constatada, mediante investigação confirmatória, a contaminação com concentrações de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas acima dos valores de investigação).

Todas as 11 áreas na listagem do INEA são de postos de combustíveis, localizados em áreas urbanas ou rodovias na RH-VI: 7 estão situados na UHP VI-f e uma em cada uma das seguintes - VI-b (Tamoios/Cabo Frio); VI-d (Alto curso da bacia do rio Una); VI-c (bacia do rio Bacaxá); e VI-e (Saquarema). Os contaminantes são predominantemente compostos orgânicos (BTEX - benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno; PAHs - *polycyclic aromatic hydrocarbons* ou

hidrocarbonetos aromáticos policíclicos; ou ainda a presença de TPH - *Total Petroleum Hydrocarbon* ou Hidrocarbonetos Totais de Petróleo). Interessante que estes contaminantes não foram monitorados pelas demais bases de dados (itens 7.2.2.1 e 7.2.2.2) ou, se foram, não haviam sido detectadas não conformidades (valores acima dos VMPs).

As medidas de recuperação executadas ou em curso para essas áreas contaminadas incluem: remoção de produtos/resíduos; restrição ao uso de água subterrânea; uso de sistema de remediação com extração multifásica (MPE); e monitoramento ambiental.

Os postos de combustíveis são frequente causador da contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. O fenômeno é gerado pela infiltração de compostos notadamente orgânicos (derivados de petróleo, como óleo diesel e gasolina) e ainda álcool, oriundos do vazamento de tanques de armazenamento de combustível ou de acidentes. Uma vez ocorrido o vazamento de um ou mais destes produtos a partir de um tanque de armazenamento, as características destes contaminantes, bem como a sua interação com o material geológico-hidrogeológico, serão fatores determinantes para o seu comportamento no meio impactado (FETTER, 1998).

Tabela 7.59 - Listagem de áreas contaminadas (INEA) presentes na RH-VI (INEA, 2022a).

Nº	UHP	Município	Contaminação primária	Contaminantes / solo	Contaminantes/águas subterrâneas	Produtos no solo	Medidas de intervenção	Classificação
1	VI-f	Arraial do Cabo	-	-	BTEX, PAH, TPH	Não detectado	Restrição ao uso de água subterrânea	AI
2	VI-f	Araruama	PAH	BTEX	BTEX, PAH	Não detectado	Restrição ao uso de água subterrânea	AI
3	VI-f	Araruama	-	-	Metais	Fase livre	Remoção de produtos/resíduos; Restrição ao uso de água subterrânea	ACI
4	VI-b	Cabo Frio	-	BTEX, PAH	BTEX, PAH	Não detectado	Restrição ao uso de água subterrânea	AI
5	VI-d	Araruama	BTEX	BTEX, TPH	BTEX, PAH	Fase livre	Extração multifásica (MPE), Restrição ao uso de água subterrânea	ACI
6	VI-f	Cabo Frio	-	-	BTEX, PAH, TPH	Fase livre	Extração multifásica (MPE), Restrição ao uso de água subterrânea	ACI
7	VI-f	Cabo Frio	-	-	BTEX	Não detectado	Restrição ao uso de água subterrânea	AI
8	VI-c	Rio Bonito	-	-	-	Não detectado	Restrição ao uso de água subterrânea	AI
9	VI-f	São Pedro da Aldeia	-	-	BTEX, PAH	Fase livre remediada	Extração multifásica (MPE), Restrição ao uso de água subterrânea, monitoramento ambiental	AI
10	VI-f	Arraial do Cabo	-	BTEX	BTEX, PAH	Não detectado	Extração multifásica (MPE), Restrição ao uso de água subterrânea, monitoramento ambiental	AI
11	VI-e	Saquarema	-	PAH	BTEX, PAH	Não detectado	Extração multifásica (MPE), Restrição ao uso de água subterrânea, monitoramento ambiental	AI

BTEX - benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno; PAHs - polycyclic aromatic hydrocarbons ou hidrocarbonetos aromáticos policíclicos; TPH - Total Petroleum Hydrocarbon ou Hidrocarbonetos Totais de Petróleo.

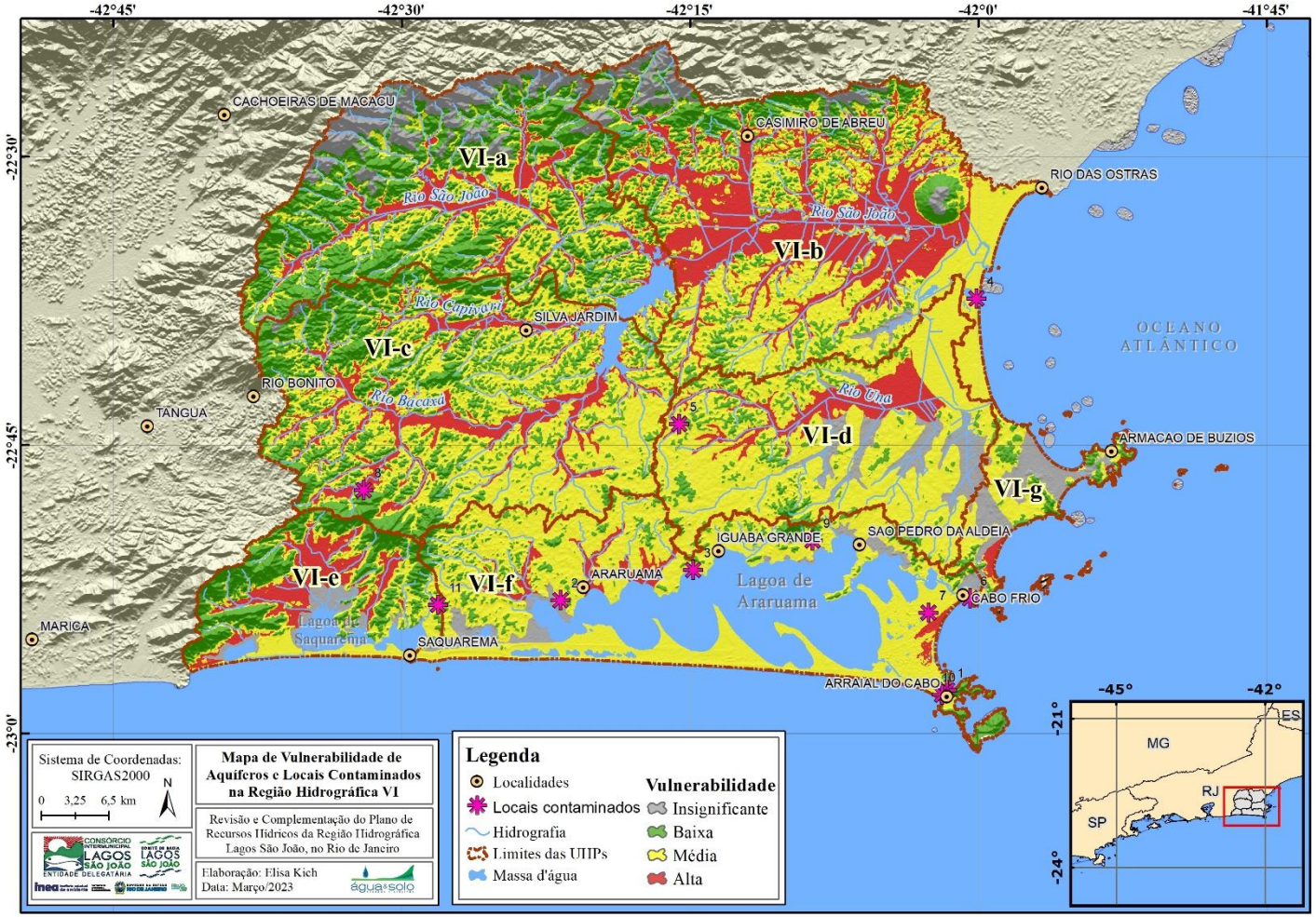


Figura 7.265 - Áreas contaminadas (listagem do INEA) presentes na RH-VI.
Fonte: INEA (2022).

Há diversas formas possíveis dos contaminantes se apresentarem no ambiente neste caso (fases livre, dissolvida, residual, adsorvida e vapor) - trata-se de um exemplo de *LNAPL - Light non-aquous phase liquid* (composto pouco miscível e menos denso que a água) - Figura 7.266. Outra situação envolve o álcool, que devido à elevada solubilidade em água, pode gerar fenômenos de co-solvência; ademais, é relativamente frequente sua degradação gerar um cheiro característico (o chamado "azedume").

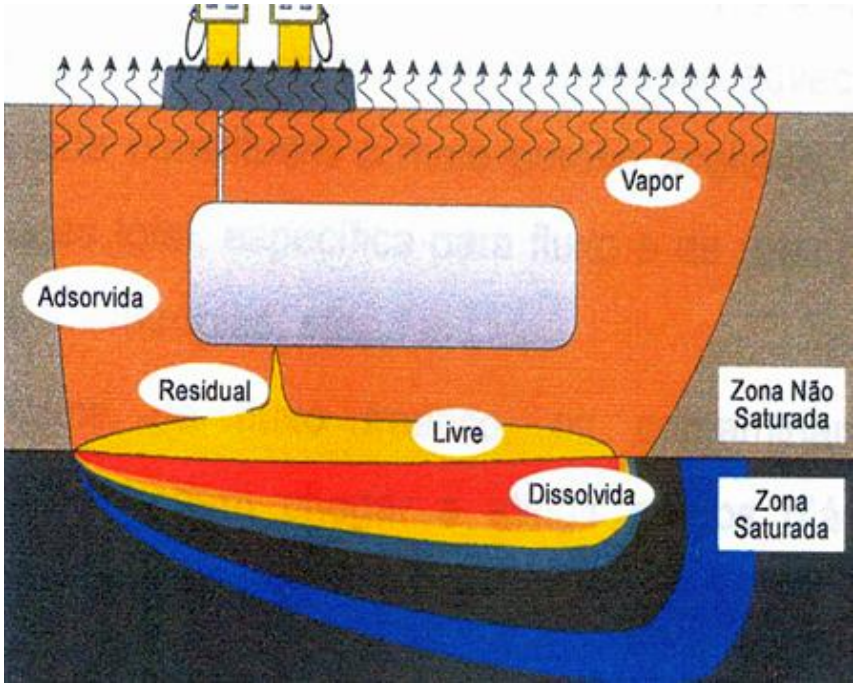


Figura 7.266 - Formas dos contaminantes se apresentarem no ambiente quando de vazamentos ou acidentes em postos de combustíveis (fases livre, dissolvida, residual, adsorvida e vapor).
Fonte: CETESB (2015).

Dados da ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis indicam 185 postos nas áreas totais dos municípios com área na RH-VI (inclui áreas fora da RH-VI; não há como especializar, pois, a base da ANP não apresenta coordenadas ou no máximo endereços bastante genéricos e sem detalhes); dados do projeto RESUB Lagos indicavam 43 postos à época nas áreas estudadas (RESUB, 2001).

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 resíduos de São Pedro da Aldeia, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro

de Abreu, Iguaba Grande, Silva Jardim e Araruama (cerca de 750 ton./dia; que aumenta a ~1.000-1.300 ton./dia na época de verão, devido à população flutuante).

As células do aterro Dois Arcos (encerrada, em atividade ou planejada) dispõem de impermeabilização com argila compactada e geomanta (PEAD), sistema de drenagem/recolhimento de chorume e monitoramento geotécnico (também há o monitoramento das águas subterrâneas através de 6 poços). O chorume é tratado no próprio local. O aterro recebe ainda resíduos de saúde, os quais passam por processo de tratamento (autoclavagem) antes da disposição; e vem desenvolvendo, desde 2014, sistema de drenagem de gases (a partir das células de disposição de resíduos) e tratamento, para produção de metano.

Em Saquarema, há um local que já foi lixão e hoje opera como aterro controlado, situado na UHP VI-e (na borda sul da serra do Palmital; nas proximidades da rodovia RJ-106; bairro Rio d´Areia). O local sofreu medidas de recuperação, incluindo remoção de lixo superficial, instalação de barreiras hidráulicas (para interceptação do fluxo subterrâneo proveniente do antigo lixão) e monitora a qualidade das águas subterrâneas em 3 poços (além de monitoramentos geotécnico e de pequeno córrego a jusante). Recebe atualmente resíduos urbanos de Saquarema, os quais são dispostos em célula de base com argila compactada/geomanta; com sistema de drenagem de chorume (que é tratado); e sistema de drenagem de gás (o qual é queimado).

Além desses dois empreendimentos, há vários antigos lixões (vazadouros), desativados (ou que recebem no máximo podas, entulho ou material provisoriamente estocado), cuja existência foi identificada em vistoria de campo ou através de listagem fornecida pelo INEA em março de 2023 (INEA, 2023b):

- 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;
- 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);

- 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;
- UHP VI-f: um local em Arraial do Cabo, próximo ao pórtico na entrada da cidade;
- UHP VI-g: um em Armação de Búzios (Baía Formosa).

São, portanto, ao menos 8 áreas (além de mais duas, situadas nas atuais localidades dos aterros de São Pedro da Aldeia e Saquarema, que também estão na listagem do INEA), em que houve disposição inadequada de resíduos sólidos e sem seu controle/monitoramento. Não há informações sobre estudos de diagnóstico e monitoramento ambiental, ou ações de recuperação; logo, faz-se necessário executar um inventário destes locais e estudos de passivos ambientais.

Indústrias, assim como atividades de comércio e serviços, podem contribuir para contaminação do solo e das águas subterrâneas, através de situações como a disposição de compostos ou substâncias tóxicas. Tanto efluentes mal gerenciados, quanto acidentes e vazamentos de produtos químicos, quanto resíduos sólidos dispostos inadequadamente, podem representar uma ameaça de contaminação dos aquíferos. Não há levantamentos sistemáticos, com localização com coordenadas, nem caracterização, do ponto de vista de potencial poluidor e riscos ambientais, dos empreendimentos da RH-VI; apenas o registro de locais com outorga de captações (34 subterrâneas e 4 superficiais para uso de água na finalidade industrial).

Um local que chama atenção é a antiga Companhia Nacional de Álcalis (CNA ou Álcalis), empreendimento situado em Arraial do Cabo, criado décadas atrás (na época, parte de Cabo Frio), nos tempos dos governos Vargas, para uso ou produção de barrilha (Na_2CO_3), soda cáustica e sal. Iniciou sua produção no final da década de 1950 e, no ano de 2006, a produção da empresa foi interrompida. Alguns trabalhos, como de PEREIRA (2014) e CARVALHO (2021) - Figura 7.267 e Figura 7.268-, abordam aspectos principalmente históricos e situacionais do empreendimento, que sobretudo após seu encerramento, ficou em estado de abandono.

Figura 7.267 - Área de atuação direta da Companhia Nacional de Álcalis.
Fonte: CARVALHO (2021).

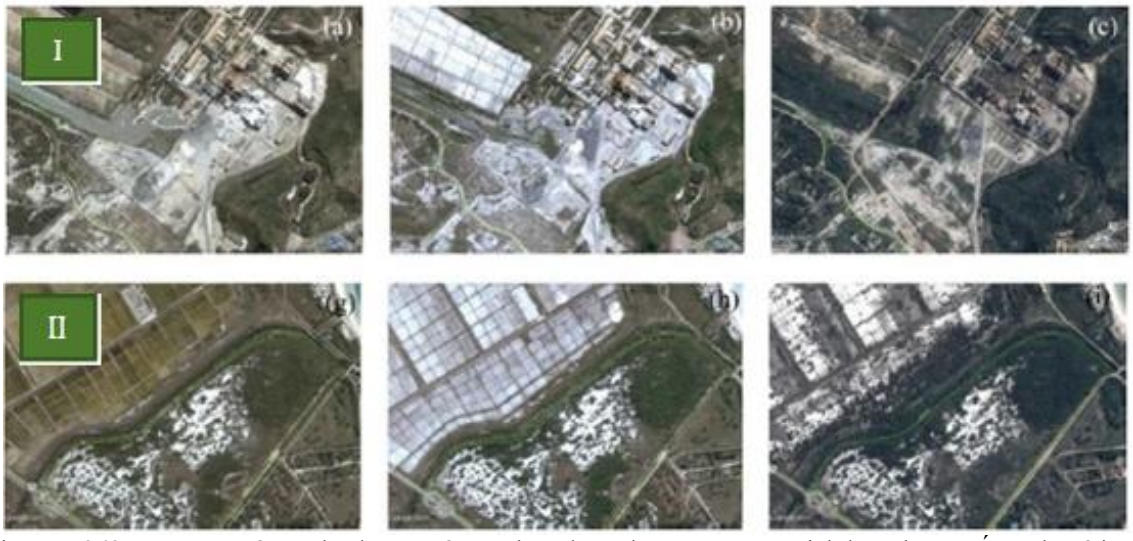


Figura 7.268 - Imagens aéreas de algumas áreas alteradas pela CNA em Arraial do Cabo: I - Área do pátio da CNA em 2004 (a), 2007 (b) e 2017 (c); II - Área de salinas e restinga próxima ao pórtico de Arraial do Cabo em 2004 (g), 2007 (h) e 2017 (i)
Fonte: Google Erath in CARVALHO (2021).

Não foram encontradas informações sobre estudos de passivos ambientais, nem de monitoramento (solo, águas) da antiga Álcalis e arredores. O empreendimento, que aos poucos

tem sido substituído pela expansão imobiliária em Arraial do Cabo, é local que merece atenção pelos gestores regionais e, em caso de inexistência de estudos técnicos específicos, estes devem ser efetuados.

Problemas relacionados a minerações ocorrem quando há disposição inadequada de resíduos (estéril e rejeitos da atividade mineradora, além de poluentes associados ao uso de máquinas e equipamentos), situação que favorece a exposição dos materiais às intempéries, seu carreamento a corpos d'água e infiltração no subsolo. Levantamento de poligonais junto à Agência Nacional de Mineração foram apresentados no item 3.1.3 para fins de identificação das substâncias minerais que a RH-VI oferece, mas são insuficientes para a abordagem como fonte potencial de contaminação, demandando também ações de inventário e avaliação de eventuais impactos negativos e passivos ambientais.

Costa et al. (2022), aplicando mapeamento multitemporal e cadastral das salinas da Lagoa de Araruama, mostraram as transformações da paisagem ao longo das últimas décadas, indicando que primeiramente houve um aumento das salinas (cerca de 18,54 km² em 1929; e ~65,79 km² em 1976), seguido de certo declínio (cerca de 61,45 km² de 2017) - síntese na Figura 7.269 e na Figura 7.270, com 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.

Devido ao longo período no qual as atividades salineiras se desenvolveram na região, tem-se como pressuposto o esgotamento do solo nas áreas de antigas salinas, tendo em vista o alto teor de sal encontrado nos tanques de cristalização e a contaminação dos solos e possivelmente do lençol freático. As salinas têm como perspectiva a sua futura extinção, tendo em vista a sua constante desativação na região e o crescente turismo e valorização da região. Atualmente, encontram-se atividades salineiras em locais pontuais e em menor proporção, dentre todas se destaca a indústria salineira Sal Cisne (Cabo Frio), como o complexo salineiro de maior dimensão nessa localidade, ainda em atividade (COSTA et al., 2022).

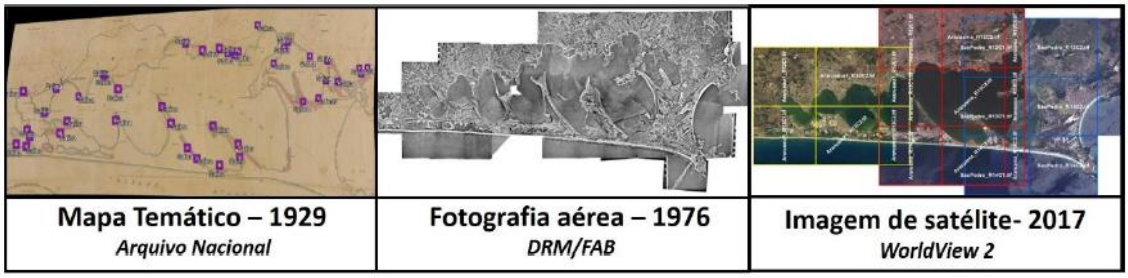


Figura 7.269 - Alteração da ocorrência de salinas nas últimas décadas: na parte superior, as imagens de 1929, 1976 e 2017;
Fonte: COSTA et al. (2022).

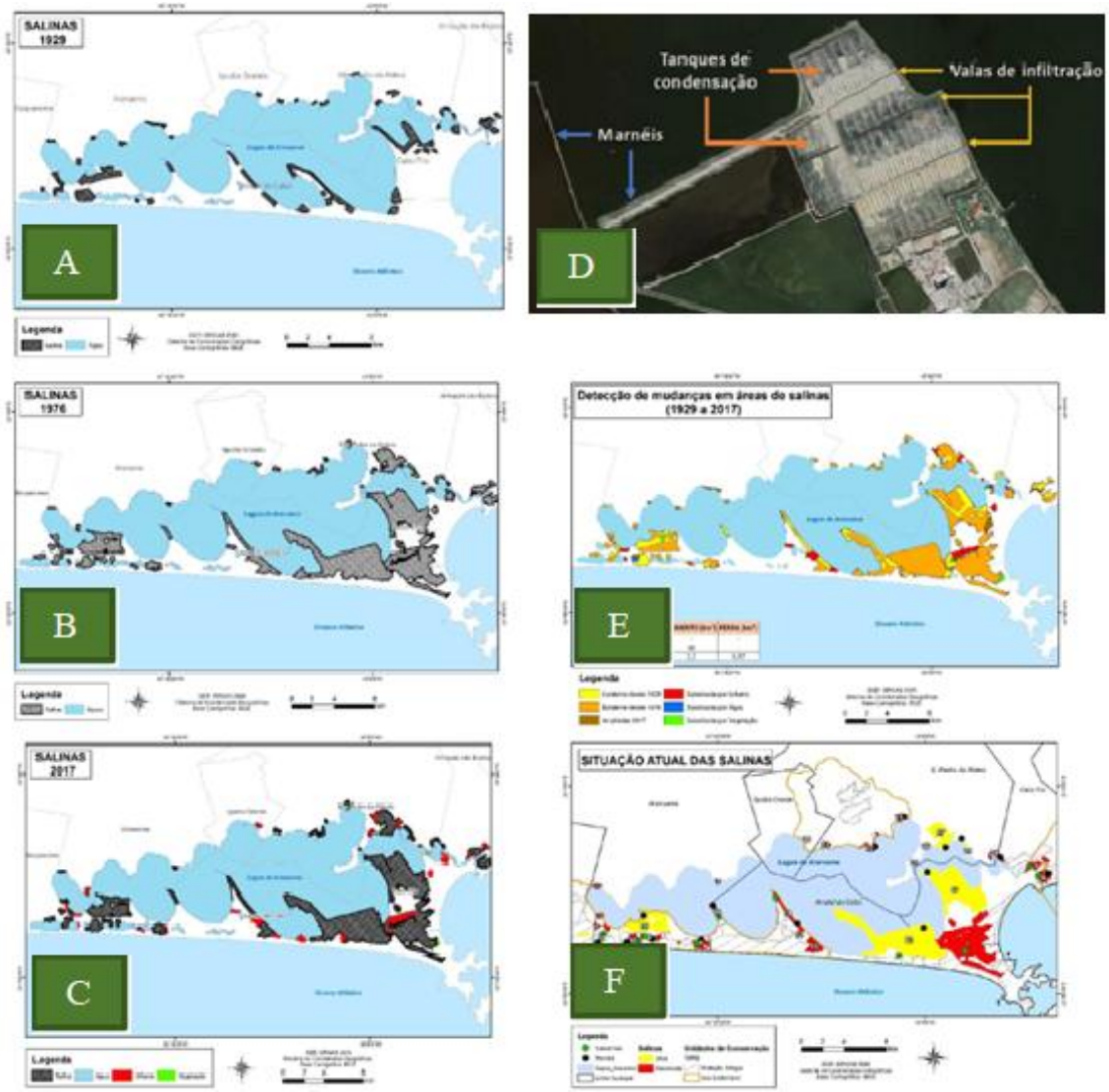


Figura 7.270 - Situação em cada ano (A a C); a Identificação dos elementos que compõem as classes de salina (D); e síntese das mudanças de 1929 a 2017 (E) e situação atual (F).
Fonte: COSTA et al. (2022).

O esgoto - neste caso, mais especificamente o de origem doméstica - pode gerar contaminação dos aquíferos através das seguintes possibilidades: vazamento de redes de transporte de esgoto *in natura*; existência de sistemas de saneamento *in situ* (fossas e outros sistemas locais); disposição inadequada de lodos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), que sejam classificados como não inertes (o mesmo podendo ocorrer, potencialmente, com lodos provenientes de Estações de Tratamento de Água - ETAs, quando as captações são efetuadas em mananciais poluídos). Outra possibilidade é a ocorrência de acidentes com produtos perigosos utilizados no tratamento, seja de ETAs ou ETEs.

Em locais onde não existe rede coletora de esgotos, pode haver, na mesma propriedade ou em áreas próximas, poços (como cacimbas para consumo dos residentes, da comunidade ou para fins agrícolas) e esgoto *in natura* tendo fossas como destino (ou ainda lançamento a céu aberto), com potencial de contaminação das águas subterrâneas (inclusive dos próprios poços nas imediações). Material já apresentado nos itens 7.2.2.1 e 7.2.2.2 dão indícios destas situações, pela presença de indicadores microbiológicos, nitrato (resultante da paulatina oxidação de compostos orgânicos nitrogenados, sendo espécie química estável e solúvel), entre outros, acima dos VMPs.

Embora não haja um levantamento específico de fossas ou lançamentos diretos sobre o solo, na própria base de outorgas do INEA (apresentada no item 7.2.2.1), há informações de que 243 dos 376 poços (com outorga por uso de recurso hídrico ou registro de usos insignificantes - solo, fossa ou sumidouro) têm menção ao lançamento em fossas, solo ou sumidouros (além de mais 50 pontos sem qualquer informação). Assim como as soluções alternativas de fonte de água (por fontes, cacimbas e pequenos poços tubulares), estas situações envolvendo esgoto também devem ser objeto de atenção pelos gestores regionais.

Observa-se, ainda, que para fossas sépticas, ou tanques sépticos, sua construção e operação devem ser efetuadas de maneira adequada, considerando-se orientações de normas técnicas (como ABNT NBR 7.229/1993 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos e NBR 13.969/1997 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação). Caso não sejam construídas de forma tecnicamente adequada, ou ainda caso estejam em áreas com profundidade de nível

d'água raso (comum na RH-VI) ou não tenham manutenção, tais sistemas podem contribuir para a piora da situação de cargas poluidoras aos aquíferos.

A agricultura pode ser considera uma fonte potencial difusa de contaminação da água subterrânea; esta atividade requer a utilização de compostos químicos que podem ser lixiviados e atingir os aquíferos, incluindo os agroquímicos (agrotóxicos ou defensivos agrícolas), os fertilizantes e corretivos, que se constituem nos insumos aplicados às culturas agrícolas.

No caso da pecuária, há os excrementos e efluentes gerados pelos rebanhos, os quais podem eventualmente infiltrar no solo e contribuir como cargas contaminantes dos aquíferos. Outra possibilidade são restos animais não aproveitados e dispostos inadequadamente.

A caracterização da agropecuária na RH-VI é apresentada em outras partes deste Diagnóstico, além de estar incluída como componente no mapa de potencial poluidor por cargas difusas (item 7.2.2.3).

Quanto à temática de cemitérios, foram identificados 28 na RH-VI, sendo: 2 na UHP VI-a; 9 na VI-b; 7 na VI-c; 2 na VI-d; 2 na VI-e; e 6 na VI-f. Estudos da literatura indicam que tais locais podem contribuir com a contaminação de aquíferos por microrganismos, íons de metais e compostos nitrogenados. O necro-chorume, de cor castanho-acinzentada, viscosa, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade, é uma das características deste tipo de situação, associada à putrefação de corpos humanos (PACHECO et al. 1991; MIGLIORINI, 1994; MARINHO, 1998; PACHECO & MATOS 2000).

Locais associados ao transporte de matérias-primas, produtos, efluentes e resíduos, como rodovias, ferrovias, dutos, portos e aeroportos, podem funcionar como meio para a ocorrência de acidentes que impactem negativamente os aquíferos (sobretudo quando houver vazamentos). Outras situações envolvem acidentes em empreendimentos, como indústrias ou comércio.

Produtos perigosos são todos os produtos químicos que representam risco para a saúde das pessoas, para a segurança pública ou para o ambiente. São aqueles classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU), a partir de recomendações emanadas de seu Comitê de Peritos em Transporte de Produtos Perigosos e publicados no “Modelo de Regulamento - Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos” (*Orange Book)*. São agrupados em nove classes: classe 1 - explosivos; classe 2 - gases; classe 3 - líquidos inflamáveis; classe 4 -

sólidos inflamáveis; substâncias sujeitas a combustão espontânea; substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis; classe 5 - substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos; classe 6 - substâncias tóxicas e substâncias infectantes; classe 7 - material radioativo; classe 8 - substâncias corrosivas; e classe 9 - substâncias e artigos perigosos diversos.

Registros do IBAMA indicam que ocorreram ao menos 20 acidentes envolvendo produtos perigosos na RH-VI de 2010 a 2022 (IBAMA, 2023), sendo: 6 em rodovias; 2 em dutos; 1 em plataforma (oceânica); e demais em outros locais. Não há dados precisos sobre localização (muitos casos estão reunidos em única coordenada municipal, que não reflete necessariamente a real posição do acidente) e sem informações sobre quais produtos estavam envolvidos; os impactos ao ambiente e águas locais.

Dutos são tubulações especialmente desenvolvidas e construídas de acordo com normas internacionais de segurança, para transportar petróleo e seus derivados, álcool, gás e produtos químicos diversos por distâncias especialmente longas, sendo então denominados como oleodutos, gasodutos ou polidutos (capaz de transportar mais de um produto). São construídos com chapas que recebem vários tratamentos contra corrosão e passam por inspeções frequentes, através de modernos equipamentos e monitoramento à distância. Entre os dispositivos de segurança estão válvulas de bloqueio, instaladas em vários intervalos das tubulações para impedir a passagem de produtos, em caso de anormalidades. Desta forma, um duto permite que grandes quantidades de produtos sejam deslocadas de maneira segura, diminuindo o tráfego de cargas perigosas por caminhões, trens ou por navios e, consequentemente, diminuindo os riscos de acidentes ambientais (CETESB, 2015).

Material obtido junto à TRANSPETRO indica ao menos dois conjuntos de dutos que atravessam a RH-VI (passando pelas UHPs VI-a e VI-b) - TRANSPETRO (2017).

Quanto a portos, há um principal em Arraial do Cabo; e pequenos portos ou locais de atracadouro em várias partes litorâneas da RH-VI. Sobre aeroportos, o principal civil na RH-VI é o de Cabo Frio, além do aeroporto militar (Marinha) de São Pedro da Aldeia (ambos localizados na UHP VI-f), havendo ainda dois aeródromos em Casimiro de Abreu (UHP VI-b).

Um apanhado geral dos principais locais com fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas é apresentado na Figura 7.271 (mapa de localizações) e Figura 7.272 a Figura 7.308 (registros fotográficos de vistorias de campo em 2023).

A preocupação com a contaminação da água subterrânea, ou seja, a alteração ou anomalia na qualidade das águas que possa afetar a saúde humana e ambiental, se concentra principalmente nos aquíferos freáticos (rasos), especialmente nas áreas em que a zona não saturada é pouco espessa (água subterrânea mais rasa).

As medidas de controle das fontes potenciais de contaminação incluem ações de inventário de fontes potenciais (ação necessária devido às bases disponíveis atualmente muito pouco detalhadas; e à necessidade de prevenção à contaminação dos aquíferos e águas subterrâneas, os quais, se impactados, normalmente apresentam tempo de recuperação demorado e custos bastante elevados); gerenciamento de áreas contaminadas; produção mais limpa (L+P) e prevenção à poluição (P2); fiscalização; educação ambiental e capacitação técnica, além do uso de tecnologias.

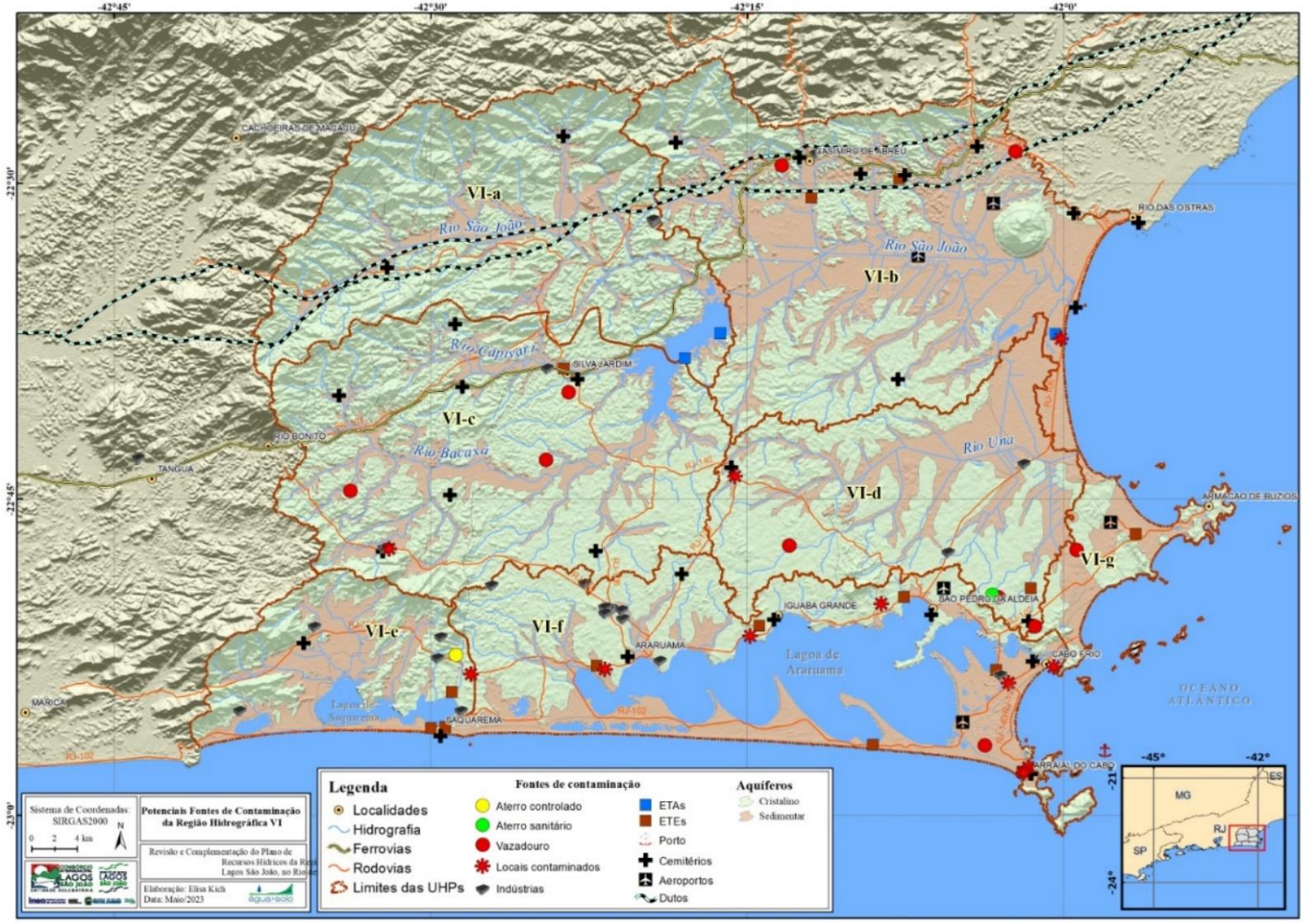


Figura 7.271 -Principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas da RH-VI.
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 7.272 - Posto de combustível da rodovia RJ-124 - presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - Rio Bonito, UHP VI-c.

Figura 7.273 - Posto na BR-101, arredores de Cesário Alvim, Silva Jardim (UHP VI-c).

Figura 7.274 - Posto Ponta D'Água, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - S.P.Aldeia, UHP VI-f.

Figura 7.275 - Posto Praia Grande, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - A.Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.276 - Posto das Dunas, presente na lista de áreas contaminadas (INEA) - Av. América Central, Cabo Frio, UHP VI-f.

Figura 7.277 - Posto situado na área urbana (sede) de Casimiro de Abreu - UHP VI-b.

Figura 7.278 - Antigo lixão (vazadouro) e atual local de disposição de podas municipais, situado em Silva Jardim (Reginópolis), UHP VI-c.

Figura 7.279 - Local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c.

Figura 7.280 - Restos de plásticos e outros resíduos sólidos misturados ao solo - local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c.

Figura 7.281 - Restos de plásticos e outros resíduos sólidos misturados ao solo - local do antigo lixão (vazadouro) situado na porção sul do município de Silva Jardim - bacia do rio Bacaxá, UHP VI-c.

Figura 7.282 - Resíduos diversos (entre podas, entulho, recicláveis e outros) - antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g.

Figura 7.283 - Resíduos diversos (entre podas, entulho, recicláveis e outros) - antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g.

Figura 7.284 - Pneus estocados no antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g.

Figura 7.285 - Resíduos (inclusive alguns recicláveis) no antigo lixão (vazadouro) da Baía Formosa - Armação dos Búzios (limite das unidades geológicas Q1pr e PP3rlar), UHP VI-g.

Figura 7.286 - Célula (fase 1 da expansão) - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d.

Figura 7.287 - Detalhe de sistemas de drenagem de águas pluviais/chorume e de coleta de gás (reaproveitado) - célula / fase 1 da expansão - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d.

Figura 7.288 - Detalhe de sistemas de irrigação de chorume tratado e tubulação de drenagem de chorume - Aterro sanitário Dois Arcos (sobre a unidade geológica PP3rlar), São Pedro da Aldeia; UHP VI-d.

Figura 7.289 - Célula atual - aterro controlado de Saquarema (sobre a unidade geológica NP3bp), Saquarema; UHP VI-e.

Figura 7.290 - Entrada, placa indicativa de atividades de mitigação (à esquerda), célula não ativa (acima, atrás de lagoa de recebimento de chorume) e arredores com relevo montanhoso com vegetação (unidade geológica NP3bp), aterro controlado de Saquarema, UHP VI-e.

Figura 7.291 - Lixão (vazadouro) ao lado de entreposto de reciclagem (sobre unidade Q2li) - Arraial do Cabo; UHP VI-f.

Figura 7.292 - Lixão (vazadouro) ao lado de entreposto de reciclagem (sobre unidade Q2li) - Arraial do Cabo; UHP VI-f.

Figura 7.293 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.294 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.295 - Instalação abandonada da antiga indústria Álcalis - Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.296 - Cavas de areia entre Beira Mar (Rio das Ostras) e o Morro São João (ao fundo), UHP VI-b.

Figura 7.297 - Mineração para material de construção civil proximidades do aterro sanitário Dois Córregos, São Pedro da Aldeia, UHP VI-d.

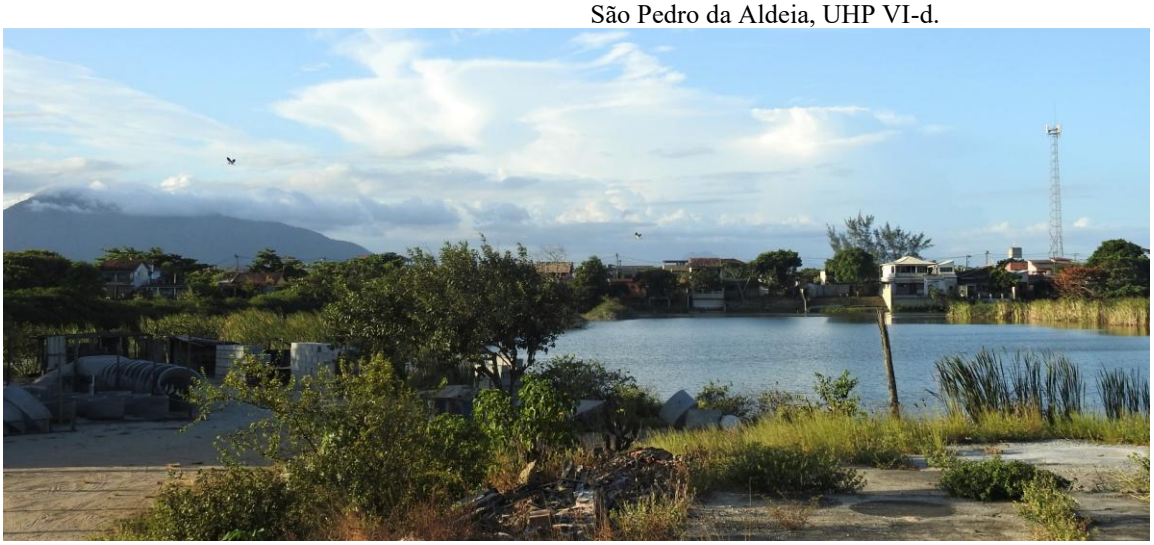


Figura 7.298 - Antiga cava de extração de areia e Morro São João (aos fundos, à esquerda), visto do caminho ao bairro Nova Califórnia, Distrito de Tamoios - Cabo Frio (limite entre as UHPs VI-b e VI-d).

Figura 7.299 - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.300 - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.301 - Detalhe de cristais de sal - Salina - Figueira, Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.302 - Salina - vista desde a Av. Adolfo Beranger Júnior - Cabo Frio, UHP VI-f.

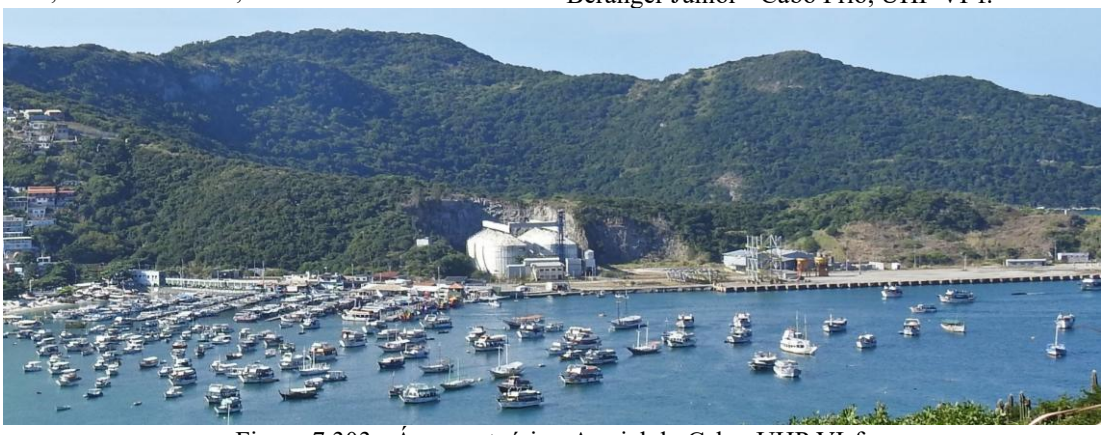


Figura 7.303 - Área portuária - Arraial do Cabo, UHP VI-f.

Figura 7.304 - Caminhão com transporte de produtos perigosos (líquido inflamável) - BR-101, em Silva Jardim (UHP VI-c).

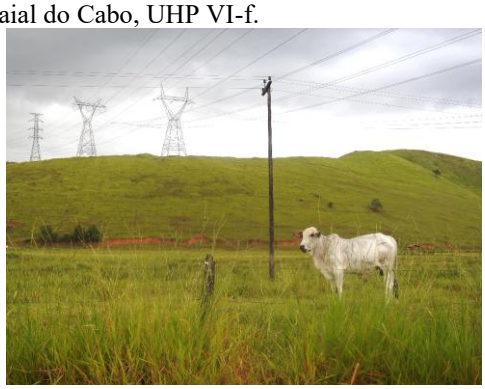


Figura 7.305 - Gado bovino bacia do rio São João (UHP VI-a).

Figura 7.306 - Faixa de Dutos Campos Elíseos/Duque de Caxias - Cabiúnas/Macaé (sul) - cruzamento com a rod.RJ-140 S.Jardim, UHP VI-a

Figura 7.307 - Faixa de Dutos Campos Elíseos/Duque de Caxias - Cabiúnas/Macaé (norte) - na várzea do rio São João, UHP VI-a.

Figura 7.308 - Cemitério em Casimiro de Abreu - UHP VI-b.

7.2.2.6 Síntese da qualidade das águas subterrâneas

O conhecimento atual da RH-VI em termos de qualidade das águas subterrâneas é baseado em dados de algumas análises efetuadas durante a instalação dos poços ou seu processo de outorga (disponíveis em bases como do INEA e SIAGAS/CPRM); no estudo histórico do Projeto RESUB Lagos (com análises de mais de 20 anos atrás); e de algumas pesquisas científicas (publicações), conforme apresentado nos capítulos anteriores. Logo, não há uma rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, que seria o meio mais adequado para a avaliação da qualidade em termos de padronização técnico-analítica sistemática, histórico de dados e avaliação de tendências.

Há de se ter em mente que qualidade deve ser analisada conjuntamente com os aspectos quantitativos. Assim, conforme apresentado no item 7.1.2, há disponibilidade hídrica subterrânea na RH-VI, mas a recomendação é que haja sempre atenção para o zelo técnico

devido, tanto na avaliação hidrogeológica prévia, locação e projeto dos poços, quanto na execução construtiva e de proteção sanitária dos mesmos, considerando-se ainda potenciais interferências entre poços, sobretudo nos locais com maior quantidade de poços próximos. Há de ser considerar também: os ditos usos insignificantes (que em áreas/bacias menores, têm potencial de serem representativos) e as soluções alternativas (sobretudo poços tubulares de pequena vazão, cacimbas e fontes), por vezes sem qualquer controle; as áreas a montante e nos arredores do reservatório de Juturnaíba (pela relevância como manancial para a RH-VI); a sazonalidade do regime de chuvas vigente (considerando-se o ciclo das águas), além das diferenças de pluviosidade entre setores S/SE e NW/NW/N da RH-VI. Outrossim é muito importante que sejam efetuados estudos hidrogeológicos de detalhe, para que conheça melhor os aquíferos da região, tipicamente bastante heterogêneos para os domínios principais e pouco estudados.

Posto desta forma, o que se sabe, com base nos dados disponíveis de qualidade, organi-zado, tratado e interpretado neste Diagnóstico, permite algumas constatações iniciais:

- As águas subterrâneas representam uma alternativa local, para situações ou sistemas isolados, para usos doméstico, agropecuários, de comércio/serviços e industrial, além de abastecimento de água de bairros e distritos isolados ou distantes. Por outro lado, há a necessidade de atenção para algumas questões ou situações particulares: a) em quaisquer partes da RH-VI, para o mapeamento e controle das fontes potenciais de contaminação dos aquíferos, que podem afetar a qualidade naturalmente boa das águas subterrâneas; no caso de uso da água sobretudo para abastecimento público, sugere-se a implementação do instrumento de perímetros de proteção de poços (PPP); b) na parte interiorana da RH-VI que não sofre influência de mais elevada salinidade, atenção para alguns parâmetros que ocorrem como não conformidades com certa frequência, como ferro e manganês (os quais, embora não sejam impeditivos para uso das águas, requerem atenção e eventuais medidas de controle); e c) na parte litorânea, sobretudo nos aquíferos sedimentares e porções nas linhas de costa e margens de lagoas, atenção para a variação de salinidade.

- Os poucos dados existentes indicam predomínio de águas de classificações variadas, notadamente bicarbonatadas nas porções mais interioranas (e áreas menos afetadas pela

salinidade elevada) e cloretadas sódicas sobretudo nas porções mais litorâneas de aquíferos sedimentares.

- Os dados existentes, embora não haja base ao longo do tempo e as análises reflitam apenas o momento das coletas, dão indícios de presença de não conformidades em alguns pontos, para os parâmetros: ferro e manganês (frequente Fe e Mn conjuntamente); salinidade elevada (evidenciada pelos dados de STD, Cl^-, Na^+ etc.) nas partes litorâneas; e, com menor incidência, para indicadores microbiológicos (bacteriológicos), nitrato (indicando provável contaminação antrópica, p.e., através de fossas/esgotos), turbidez, entre outros. Dados de levantamentos efetuados em soluções alternativas (incluindo cacimbas e fontes) nos estudos do projeto RESUB Lagos (finalizado em 2001) indicavam maior variedade de parâmetros não conformes, mas não há levantamentos mais recentes.

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 requerem medidas de controle e monitoramento, hoje inexistentes ou incipientes.

- Quanto à vulnerabilidade dos aquíferos, 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. A distribuição irregular de poços (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.
- Quanto às 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 adaptados da literatura, há clara correlação de mais elevado potencial poluidor com áreas urbanas (concentradas sobretudo nas partes costeiras e arredores de lagoas), além de pequenas áreas por toda RH.
- Áreas como os terrenos litorâneos (sobretudo sedimentares) da RH-VI são potencialmente mais susceptíveis à existência e avanço de cunha/intrusão salina. Atenção deve ser dada a localidades conhecidas, como o Distrito de Tamoios/Unamar (Cabo Frio), parte central/sede de Cabo Frio, Cidade Beira Mar (Rio de Ostras) e Barra

de São João (Casimiro de Abreu), Peró/Guriri (Cabo Frio), entre outras. O mesmo para as áreas de lagoas influenciadas pela salinidade marinha, em vários dos municípios da RH-VI.

Embora haja alguns estudos que tocam no tema (e foram apresentados neste Diagnóstico), ainda não há estudos de detalhe e ao longo de toda a RH, que permitam pleno entendimento e delimitação da dinâmica (quanti-qualitativa) de processos e mapeamento sistemático de locais ou setores com maior risco ou probabilidade de ocorrência de águas mais salinas. Outras questões que se deve ter em mente são a não existência de conhecimento mais aprofundado geológico-hidrogeológico em subsuperfície, e que a falta de zelo construtivo, de proteção sanitária e/ou de interferência entre poços podem agravar os problemas. Logo, há uma série de medidas de gestão que precisam ser executadas ou aprimoradas.

- Há ao menos 11 áreas diagnosticadas como contaminadas pelo INEA na RH-VI, todas associadas a postos de combustíveis (com contaminantes sobretudo orgânicos, como BTEX e PAHs, não diagnosticados – por vezes sequer analisados – nos outros estudos e bases de poços).

- Não há um inventário sistemático das fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas (ação que seria necessária), mas este Diagnóstico mostrou a existência de ao menos 8 antigos lixões (vazadouros) desativados (sem registros que tenham sido efetuados estudos de passivos ambientais e medidas de recuperação), além dos aterros sanitário de São Pedro da Aldeia e controlado Saquarema (os quais possuem sistemas de controle e monitoramento certamente mais adequados, mas não se obteve os dados). Outros locais ou situações que requerem atenção na RH-VI são: a antiga Companhia Nacional de Álcalis, empreendimento situado em Arraial do Cabo; o potencial poluidor de esgoto *in natura* tendo fossas como destino (ou ainda lançamento a céu aberto); as salinas associadas às principais lagoas; o potencial poluidor das atividades agropecuárias (uso de insumos, como fertilizantes e agroquímicos; cargas orgânicas etc.); locais com acidentes com produtos perigosos; entre outras situações diagnosticadas, as quais requerem medidas de controle (ou seu aprimoramento).

7.2.3 Diagnóstico integrado da 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 quanto a 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 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 avaliação da qualidade da água superficial levou em consiração as classes apresentadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Cada uma delas permite um conjunto específico de usos das águas, onde as classes de menor qualidade apresentam usos mais restritivos enquanto as de

melhor qualidade podem ser utilizadas para usos consuntivos mais relevantes à manutenção e ao desenvolvimento da vida. Os usos perimidos por cada classe também variam de acordo com a salinidade do local, conforme mostram as figuras a seguir elaboradas pela ANA (ANA, 2023c).

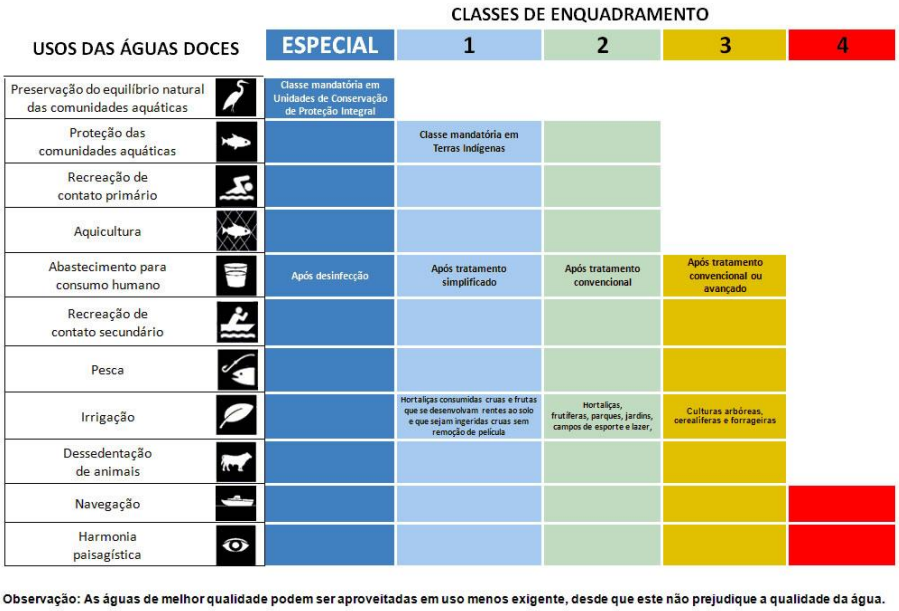


Figura 7.309 - Usos das águas doces permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

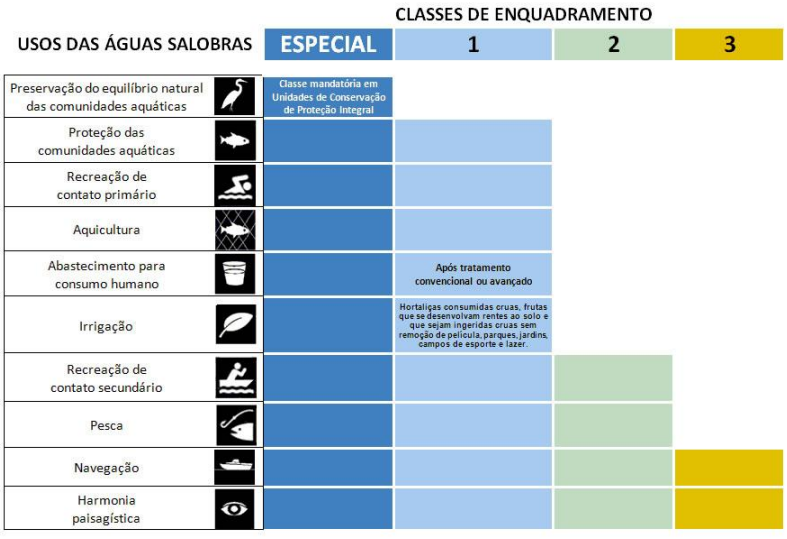


Figura 7.310 - Usos das águas salobras permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

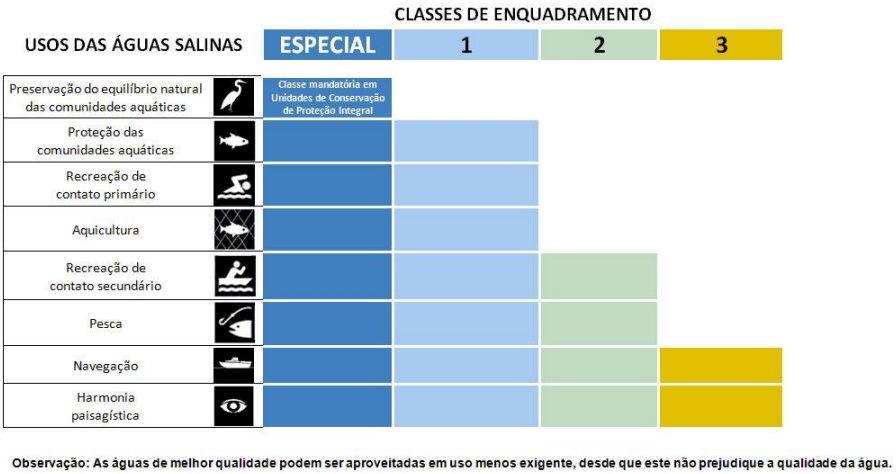


Figura 7.311 - Usos das águas salinas permitidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.
Fonte: Portal da Qualidade das Águas (ANA, 2023c).

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.

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.

7.2.4 Campanhas complementares de qualidade da água superficial

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 consolidação das informações existentes na RH-VI e relevantes ao estudo considerou diferentes bases de dados disponibilizadas publicamente e sob requisição, conforme já apresentado no item 7.2.1.

7.2.4.1 Critérios utilizados

A análise de disponibilidade dos dados considerou todas as informações obtidas de maneira integrada, sem distinção entre operadoras e/ou base de dados. De forma específica, foram analisadas as seguintes características:

- *Análise temporal*: representatividade temporal de períodos úmidos e secos que permita entender o comportamento sazonal das características ambientais da região do estudo;
- *Representatividade espacial*: existência de séries de dados distribuídos nas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs) e seus respectivos principais corpos hídricos. A análise considerou as seguintes UHPs previamente definidas:
    a) VI-a: Rio São João (a montante do Reservatório de Juturnaíba);
    b) VI-b: Rio São João (a jusante do Reservatório de Juturnaíba);
    c) VI-c: Rios Capivari e Bacaxá;
    d) VI-d: Rio Una;
    e) VI-e: Lagoa de Saquarema;
    f) VI-f: Lagoa de Araruama;
    g) VI-g: Armação de Búzios.
- *Informações locais*: a existência de informações no mesmo local dos parâmetros de Índice de Qualidade da Água - NSF (adotado pelo INEA), sendo estes: 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. Considerou-se ainda a preponderância dos parâmetros descritos na Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e

diretrizes ambientais para o seu enquadramento estabelecendo padrões de qualidade das águas através do uso de limites individuais para diferentes substâncias.

7.2.4.2 Construção do plano de monitoramento

A construção do plano de coleta de dados complementares se baseia em preencher possíveis lacunas nas informações existentes de monitoramento da qualidade da água da RH-VI. Portanto, busca-se melhorar a representatividade espacial e temporal de postos com limitações pela análise de relações entre as variáveis de interesse. Desta forma, onforme os critérios já apresentados anteriormente os objetivos da proposta incluem:

- Identificar os postos que não tem informações dos parâmetros que compõem o 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;
- Aumentar a simultaneidade de variáveis para a mesma data;
- Consolidar informações dos principais corpos hídricos de cada Unidade Hidrológica de Planejamento;
- Garantir a representatividade espacial e temporal respeitando as limitações de tempo e orçamento.

O programa de coleta complementar deve incluir as seguintes medições coincidentes:

i. Vazão
ii. Salinidade
iii. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
iv. Oxigênio Dissolvido (OD)
v. Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)
vi. Fósforo Total (PT)
vii. Coliformes Termotolerantes
viii. Nitratos
ix. Turbidez

x. pH

xi. Temperatura da Água e do Ar

A coincidência de datas é vital para a construção de relações entre variáveis. Uma vez que se apresentam diversas metodologias para a obtenção das informações de qualidade será priorizada as análises já existentes para fins de consistência das análises posteriores.

Observa-se pela descrição dos pontos anteriormente apresentada (Figura 7.71) a limitação de pontos de monitoramento na UHP do Rio Una que conta com 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. propõe-se o monitoramento de três novos pontos nesta UHP (Figura 7.312). A descrição e coordenadas dos pontos sugeridos estão exibidos na Tabela 7.60.

A escolha dos pontos propostos 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 (como o Assentamento Ademar Moreira e nas proximidades da Base Aeronaval), 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. 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 7.313). No total foram propostos 7 pontos de monitoramento na RH-VI. Todos os pontos propostos já foram previamente aprovados pelo GT-Plano e CILSJ.

Tabela 7.60 - Descrição dos pontos de monitoramento propostos.

ID	UHP	Município	Latitude	Longitude	Descrição
UNA1	VI-d	Araruama	22°42'32,44"S	42°14'57,04"O	Localizado na porção a montante da bacia. na cabeceira do rio, que garante assim maior representatividade da situação da qualidade na nascente do rio.
UNA2	VI-d	São Pedro da Aldeia	22°44'16,27"S	42°10'18,85"O	Este ponto do rio Una recebe a contribuição de diversos afluentes a montante que recebem a carga dos pequenos centros urbanos. Entre estes trechos também há a presença de fazendas para cultivo e pecuária. Ponto já avaliado para monitoramento proposto pelo CBHLSJ.

ID	UHP	Município	Latitude	Longitude	Descrição
UNA3	VI-d	Cabo Frio	22°43'5,07"S	42° 0'8,58"O	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). O ponto está localizado após a entrada do Canal da Malhada no rio Una.
ARM1	VI-g	Armação dos Búzios	22°46'21,54"S	41°54'43,04"O	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 situada 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°45'49,42"S	41°53'12,04"O	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°46'1,45"S	41°53'19,16"O	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°46'4,05"S	41°53'18,59"O	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.

Propõe-se que as coletas sejam espaçadas igualmente e realizadas a cada quatro 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 complementar foi elaborado no contexto deste estudo podendo ser adaptado e atualizado em novas situações.

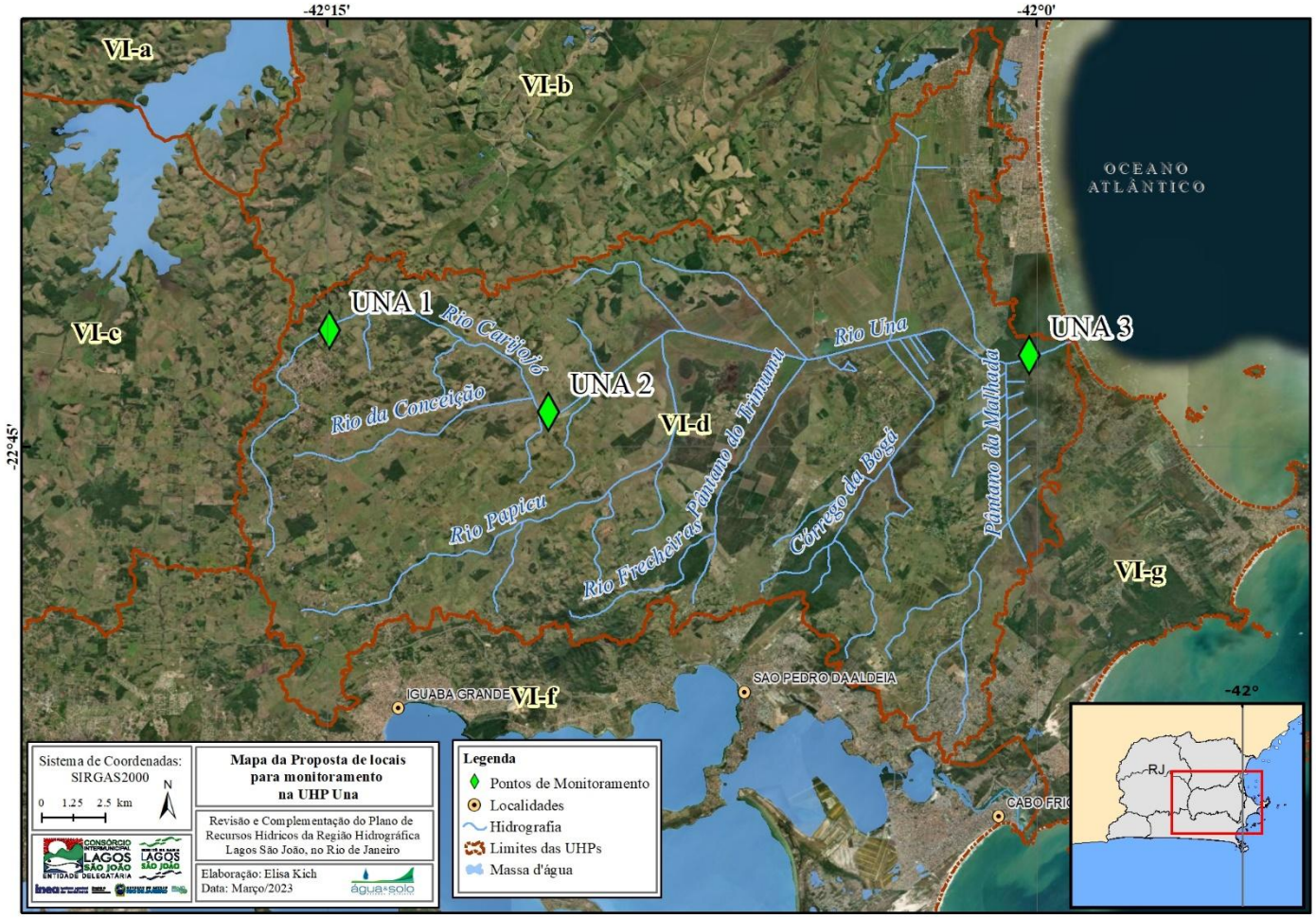


Figura 7.312 - Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-d (Rio Una).
Fonte: Elaboração Própria.

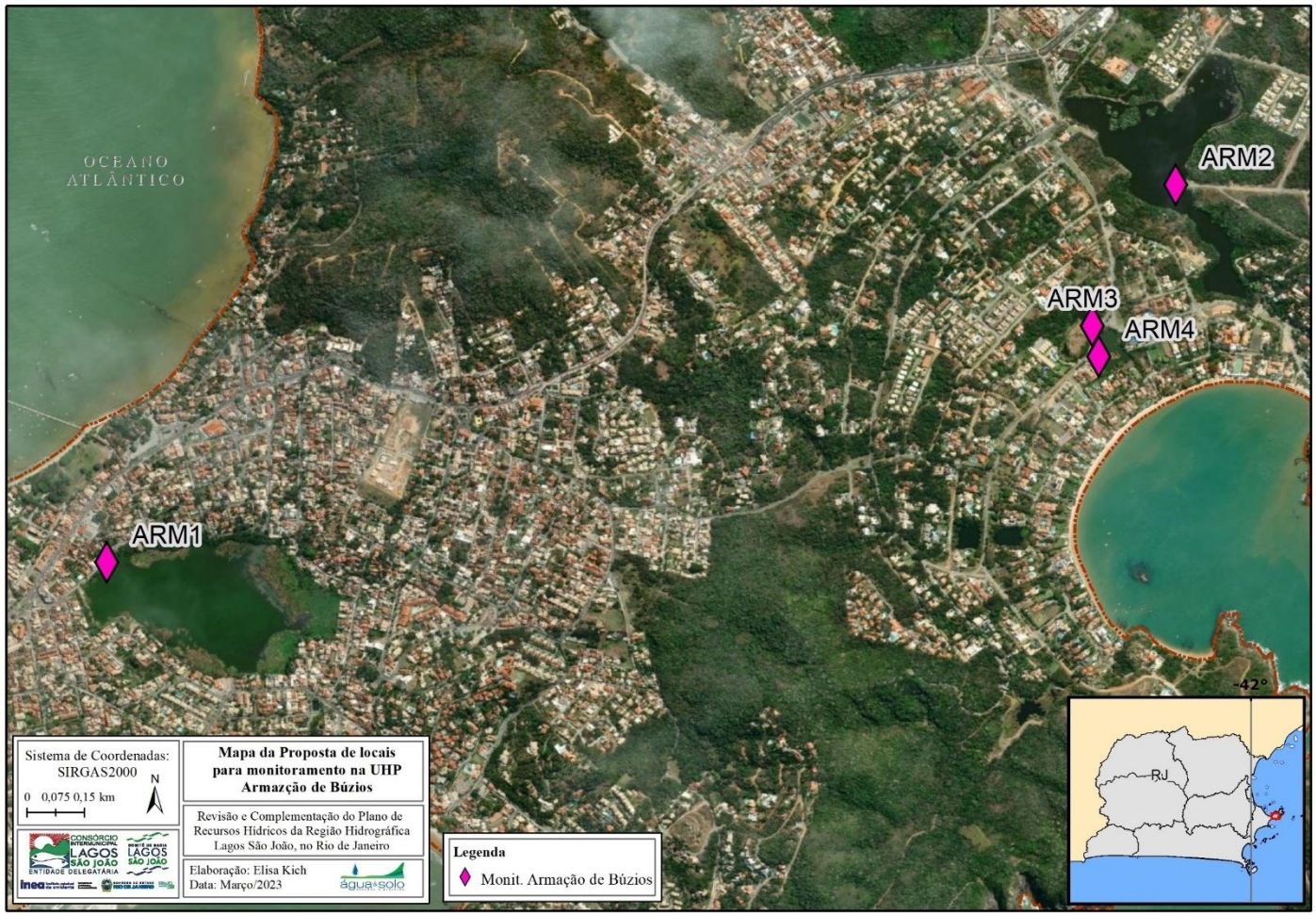


Figura 7.313 - Pontos propostos para o monitoramento da UHP VI-g (Armação de Búzios).
Fonte: Elaboração Própria.

7.3 Demandas e usos de recursos hídricos

Para estimativa das demandas hídricas podem ser adotadas abordagens diretas, relacionadas às outorgas de direitos de uso de água, ou estimativas indiretas de usos, tendo por referência avaliações do porte do usuário: número de habitantes, no abastecimento humano, de animais na pecuária, da área irrigada, de empregados no uso industrial etc.

No primeiro caso, as outorgas tendem, por um lado, a superarem as demandas hídricas reais, pois os usuários avaliam suas necessidades com alguma folga, de modo a evitarem a necessidade de solicitarem aumentos dos valores previamente outorgados. Isto acontece especialmente com os grandes usuários, que na RH-VI são as concessionárias de abastecimento público, que precisam dimensionar e investir em sua capacidade de suprimento com anos de antecedência. Por outro lado, os valores outorgados não incluem os usos de pouca expressão, também chamados de insignificantes. Eles, porém, no acumulado, podem ter valores significativos.

No segundo caso, o de estimativa de demandas hídrica tendo por base o porte dos usuários, adota coeficientes técnicos resultantes de estudos específicos. Neste caso, podem existir erros tanto na estimativa do porte dos usuários, quando no valor adotado dos coeficientes técnicos.

A abordagem mais adequada é se realizar as estimativas de demandas por ambas as alternativas de forma a comparar os resultados, evidenciando erros que posam ser cometidos, seja na desconsideração de usos de pouca expressão ou de estimativas baseadas em coeficientes técnicos. Para isto, porém, o banco de outorgas de direitos de uso de água deve estar atualizado e consistido.

7.3.1 Estimativa direta: banco de outorgas do INEA

O INEA disponibilizou dois arquivos de outorgas de direitos de uso de água, uma para águas superficiais e outro para as subterrâneas, em 31/03/2023. Neles são encontradas informações detalhadas sobre usuários de água, localização, tipo e finalidade de uso, volumes outorgados e prazos de vigência das outorgas.

Estes arquivos foram analisados e classificados. Inicialmente foram consideradas apenas as outorgas dentro dos limites da RH-VI. Optou-se também por considerar como válidas as outorgas com vencimento posterior a 01/06/2023, ou com prazo indeterminado. Também foram

consideradas as outorgas onde não existe a informação sobre o vencimento: elas representam 56 outorgas entre as 122 emitidas (46%), com uma vazão média total outorgada de 3,54 m3/s de um total de 4,63 m3/s (76%), no que se refere às águas superficiais. Pela significância destas outorgas, entendeu-se que elas deveriam ser consideradas. No referente às águas subterrâneas elas são menos significativas: são 84 outorgas de um total emitido de 451 (19%) sendo que a vazão média outorgada acumulada sem informação de vencimento é 0,0138 m3/s de 0,3987 m3/s totais, ou 3,5% apenas.

Os resultados são apresentados na sequência.

7.3.1.1 Outorgas de águas superficiais

Foram emitidas 122 outorgas, sendo que suas distribuições por município reveladas na Tabela 7.61. As outorgas consideradas válidas são quantificadas na Tabela 7.62: 73 ou 69% das emitidas. A Figura 7.314 ilustra a distribuição por município e finalidade de uso. Destacam-se as outorgas para:

- testes hidrostáticos: em Casimiro de Abreu e Silva Jardim;
- abastecimento público: em Araruama, Cabo Frio, Saquarema, Maricá, Rio Bonito e São Pedro da Aldeia;
- consumo e higiene humana: em Silva Jardim;
- aquicultura: em Casimiro de Abreu, Saquarema e Silva Jardim;
- construção civil: em Cabo Frio e Cachoeiras do Macacu.

Também devem ser destacadas as outorgas sem informação em Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Araruama, Cabo Frio e Saquarema.

Na Figura 7.315 são encontrados os números de outorgas para despejos de efluentes no meio hídrico, classificadas como Esgotamento Sanitário (domésticos) e Lançamento de Efluentes (de outras naturezas). Para o esgotamento sanitário, eles ocorrem em Araruama (2), Saquarema (1) e Silva Jardim (1). Para lançamento de efluentes, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia e Saquarema, todos com uma outorga cada.

Tabela 7.61 – Outorgas água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Carro-Pipa	Lavagem	Mineração	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	0	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	11
Armação dos Búzios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Arraial do Cabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cabo Frio	0	4	2	2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	12
Cachoeiras de Macacu	2	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	9
Casimiro de Abreu	7	0	1	1	2	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	19
Iguaba Grande	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Maricá	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Rio Bonito	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Rio das Ostras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Saquarema	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10
Silva Jardim	16	0	5	10	4	1	1	0	0	0	0	0	5	1	1	44
TOTAL	**25**	**17**	**14**	**13**	**11**	**6**	**4**	**3**	**2**	**1**	**1**	**2**	**14**	**4**	**5**	**122**

Tabela 7.62 – Outorgas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Carro-Pipa	Lavagem	Mineração	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	2	0	10
Armação dos Búzios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Arraial do Cabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cabo Frio	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
Cachoeiras de Macacu	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Casimiro de Abreu	2	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	4	0	0	11
Iguaba Grande	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Maricá	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Rio Bonito	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rio das Ostras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Saquarema	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	8
Silva Jardim	1	0	0	7	4	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0	19
TOTAL	**3**	**12**	**6**	**8**	**11**	**3**	**3**	**1**	**2**	**2**	**0**	**0**	**14**	**4**	**4**	**73**
% emitidas/válidas	12%	71%	43%	62%	100%	50%	75%	100%	67%	100%	0%	0%	100%	100%	80%	60%

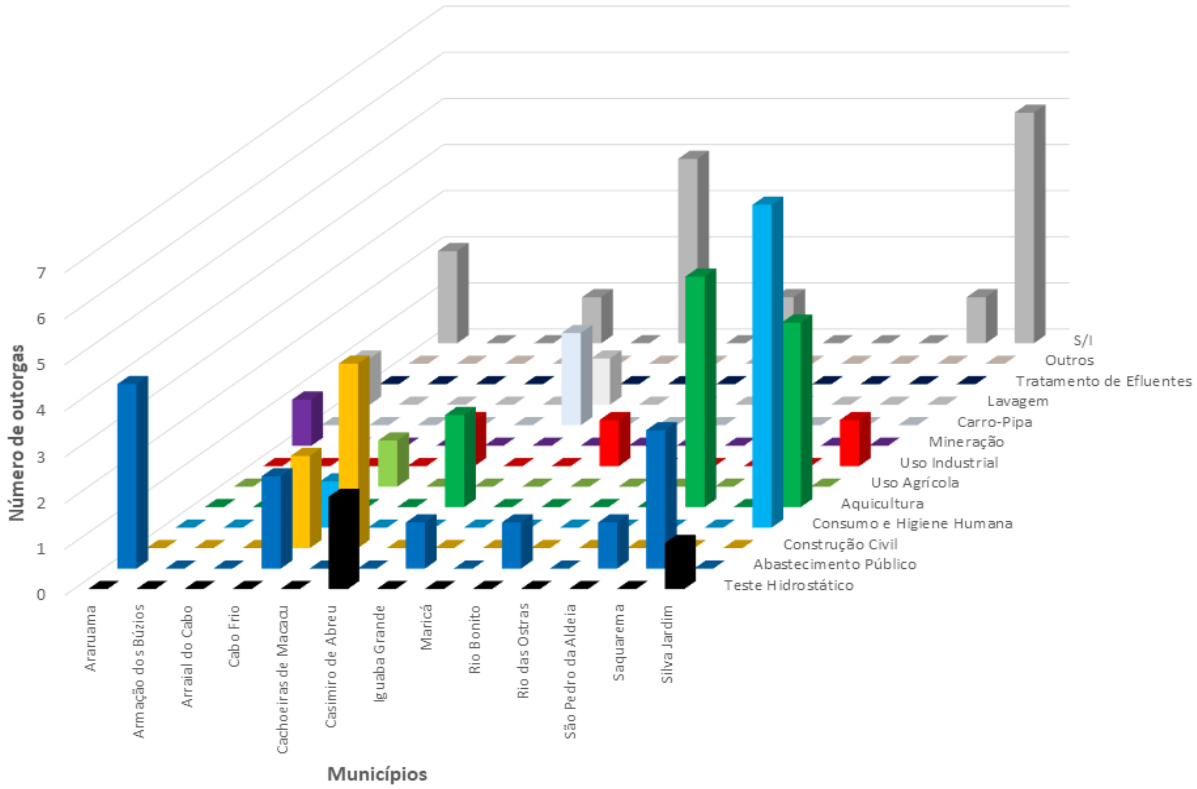


Figura 7.314 – Outorgas de uso de água superficial validadas por município e finalidade.
Fonte: Banco de outorgas do INEA.

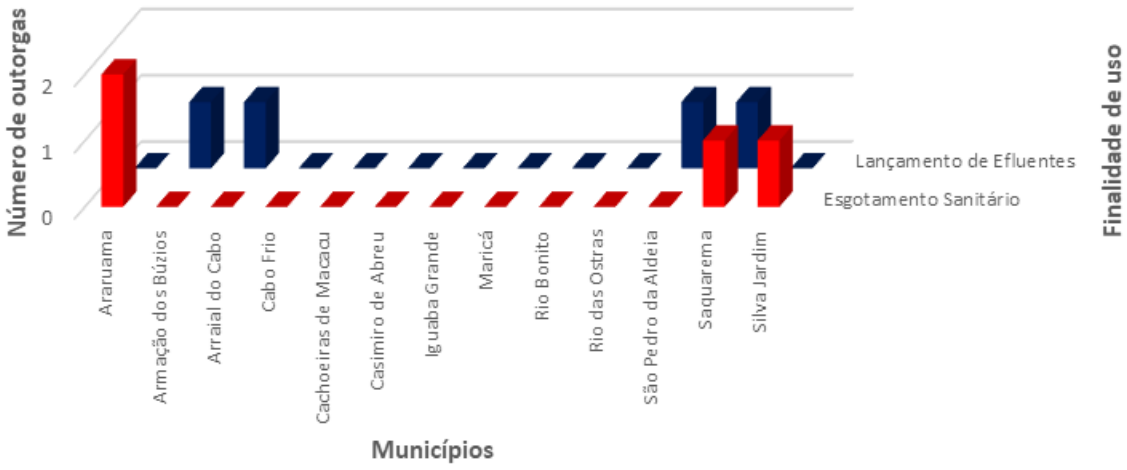


Figura 7.315 – Outorgas de despejo de poluentes em águas superficiais validadas por município: esgotamento sanitário e lançamento de efluentes
Fonte: Banco de outorgas do INEA.

As vazões médias outorgadas de águas superficiais por município e finalidade de uso são sistematizadas na Tabela 7.63, para todas as outorgas emitidas, e na Tabela 7.66, para as que foram validadas. As validadas representam 86% das emitidas algo que sugere que aquelas

vencidas, e que ainda se encontram no banco de dados, referem-se a pequenos usuários que cumulativamente representariam apenas 14% das vazões médias outorgadas no total.

Ao se considerar as distribuições das vazões máximas outorgadas, apresentadas na Tabela 7.65, para todas as outorgas, e na Tabela 7.66, para aquelas validadas, o percentual entre elas aumenta para 91%.

No que se refere às vazões médias (o que também se aplica às máximas) outorgadas, o uso vastamente preponderante é o abastecimento público de Araruama, como é ilustrado na Figura 7.316. Ao se considerar o acumulado das vazões máximas outorgadas, repete-se o destaque do abastecimento público em Araruama, e também as outorgas em Silva Jardim, efeito do reservatório de Juturnaíba. Também se evidencia uma importante participação das outorgas sem finalidade de uso identificada (S/I), como mostra a Tabela 7.66.

Tabela 7.63 – Vazões médias outorgadas (m³/s) de água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Mineração	Carro-Pipa	Lavagem	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	-	3,0140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2100	-	3,2240
Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1000	0,1000
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1000	0,1000
Cabo Frio	-	0,0650	-	0,0178	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,0021	-	-	-	0,2449
Cachoeiras de Macacu	0,0154	-	0,0016	-	-	-	0,0014	-	-	-	-	0,0017	-	-	-	0,0201
Casimiro de Abreu	0,0389	-	0,0010	0,0028	-	-	-	0,0035	-	0,0052	-	-	0,0000	-	-	0,0514
Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	-	0,2667	0,0035	-	-	0,0017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2719
Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro da Aldeia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,1600
Saquarema	-	0,1450	-	-	-	0,0778	-	-	-	-	-	-	0,0556	-	0,0002	0,2786
Silva Jardim	0,1456	-	0,0125	0,0031	0,0004	0,0019	-	-	-	-	-	-	-	0,0200	0,0007	0,1841
TOTAL	**0,1999**	**3,4907**	**0,0186**	**0,0236**	**0,0004**	**0,0813**	**0,0014**	**0,0035**	**-**	**0,0052**	**0,1600**	**0,0038**	**0,0556**	**0,2300**	**0,3609**	**4,6349**

Tabela 7.64 – Vazões médias (m³/s) outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Mineração	Carro-Pipa	Lavagem	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	-	3,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2100	-	3,2100
Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1000	0,1000
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1000	0,1000
Cabo Frio	-	-	-	0,0089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0089
Cachoeiras de Macacu	-	-	0,0016	-	-	-	0,0007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0023
Casimiro de Abreu	-	-	-	-	-	-	-	0,0035	-	0,0019	-	-	0,0000	-	-	0,0054
Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	-	0,1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1500
Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro da Aldeia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,1600
Saquarema	-	0,1033	-	-	-	0,0458	-	-	-	-	-	-	0,0556	-	0,0002	0,2049
Silva Jardim	-	-	-	0,0019	0,0004	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0200	-	0,0223
TOTAL	**-**	**3,2533**	**0,0016**	**0,0108**	**0,0004**	**0,0458**	**0,0007**	**0,0035**	**-**	**0,0019**	**-**	**-**	**0,0556**	**0,2300**	**0,3602**	**3,9638**
% emitidas/válidas	0%	93%	8%	46%	100%	56%	50%	100%	#DIV/0!	37%	0%	0%	100%	100%	100%	86%

Tabela 7.65 – Vazões máximas (m³/s) outorgadas de água superficial emitidas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Mineração	Carro-Pipa	Lavagem	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	-	6,1140	-	-	-	-	-	0,0001	0,0011	-	-	-	0,0001	0,4100	-	6,5253
Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1300	0,1300
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1200	0,1200
Cabo Frio	-	0,0906	0,0008	0,0178	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,0021	-	-	-	0,2712
Cachoeiras de Macacu	0,0154	-	0,0016	-	-	-	0,0014	-	-	-	-	0,0031	-	-	-	0,0215
Casimiro de Abreu	0,2217	-	0,0010	0,0035	0,0328	-	-	0,0035	-	0,0122	-	-	0,0139	-	-	0,2886
Iguaba Grande	-	0,0750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0750
Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	-	0,3000	0,0035	-	-	0,0028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3063
Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro da Aldeia	-	0,1000	-	-	0,0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,2603
Saquarema	-	0,1450	-	-	-	0,1000	-	-	-	-	-	-	0,0686	-	0,0005	0,3141
Silva Jardim	0,4847	-	0,0125	0,0034	0,0008	0,0019	0,0004	-	-	-	-	-	2,5694	0,0200	0,0008	3,0939
TOTAL	**0,7218**	**6,8246**	**0,0194**	**0,0246**	**0,0339**	**0,1046**	**0,0018**	**0,0036**	**0,0011**	**0,0122**	**0,1600**	**0,0052**	**2,6521**	**0,4300**	**0,4113**	**11,4063**

Tabela 7.66 – Vazões máximas (m³/s) outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Teste Hidrostático	Abast. Público	Construção Civil	Consumo e Higiene Humana	Aquicultura	Uso Agrícola	Uso Industrial	Mineração	Carro-Pipa	Lavagem	Tratamento de Efluentes	Outros	S/I	Esgot. Sanitário	Lanç. de Efluentes	TOTAL
Araruama	-	6,1000	-	-	-	-	-	0,0001	0,0011	-	-	-	0,0001	0,4100	-	6,5113
Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1300	0,1300
Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1200	0,1200
Cabo Frio	-	0,0256	0,0008	0,0089	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0352
Cachoeiras de Macacu	-	-	0,0016	-	-	-	0,0007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0023
Casimiro de Abreu	0,1069	-	-	-	0,0328	-	-	0,0035	-	0,0089	-	-	0,0139	-	-	0,1661
Iguaba Grande	-	0,0750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0750
Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Bonito	-	0,1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1500
Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Pedro da Aldeia	-	0,1000	-	-	0,0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1600	0,2603
Saquarema	-	0,1033	-	-	-	0,0681	-	-	-	-	-	-	0,0686	-	0,0005	0,2405
Silva Jardim	0,0694	-	-	0,0022	0,0008	-	0,0004	-	-	-	-	-	2,5694	0,0200	-	2,6623
TOTAL	**0,1764**	**6,5539**	**0,0023**	**0,0111**	**0,0339**	**0,0681**	**0,0011**	**0,0036**	**0,0011**	**0,0089**	**-**	**-**	**2,6521**	**0,4300**	**0,4105**	**10,3530**
% emitidas/válidas	24%	96%	12%	45%	100%	65%	61%	100%	100%	73%	0%	0%	100%	100%	100%	91%

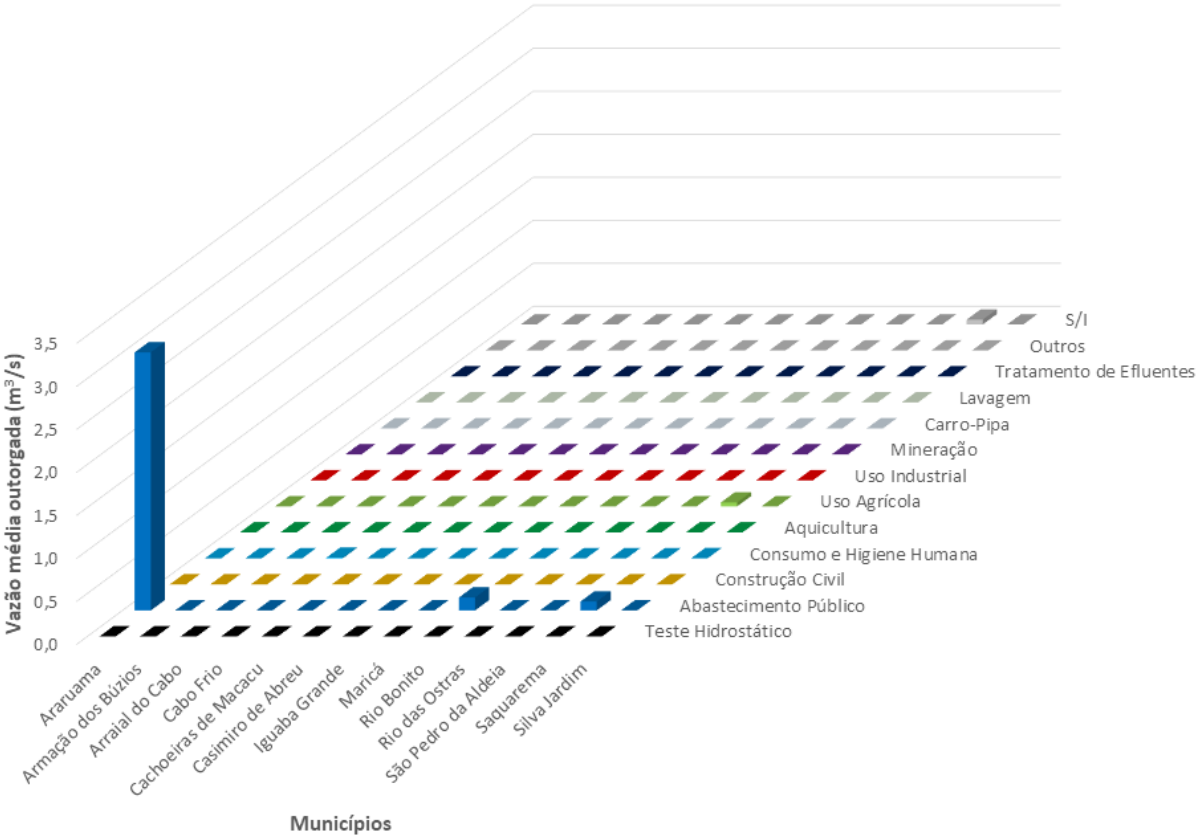


Figura 7.316 – Vazões médias outorgadas de água superficial validadas por município e por finalidade de uso
Fonte: Banco de outorgas do INEA

7.3.1.2 Outorgas de águas subterrâneas

Estas outorgas consideram a tipologia do processo e a finalidade de uso. No que se refere à tipologia do processo, elas são quatro, e as outorgas totais emitidas em cada município são apresentadas na Tabela 7.67, e aquelas validadas na Tabela 7.68. O número de outorgas para usos de pouca expressão prepondera (talvez seja mais correto nomeá-las como cadastro, pois os usos insignificantes não necessitam outorga). Os dados já foram apresentados anteriormente no item 7.1.2.1.1, porém aqui são apresentados com o objetivo de comparar os valores outorgados para águas subterrâneas e águas superficiais.

Tabela 7.67 – Número de outorgas emitidas de águas subterrânea por tipologia do processo(INEA).

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
Araruama	27	0	19	19	65
Armação dos Búzios	8	6	0	1	15
Arraial do Cabo	7	0	3	0	10
Cabo Frio	173	3	10	10	196
Cachoeiras de Macacu	0	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	3	1	3	2	9
Iguaba Grande	0	0	0	0	0

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
Maricá	1	1	8	0	10
Rio Bonito	8	1	5	0	14
Rio das Ostras	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	8	1	0	13	22
Saquarema	53	1	23	12	89
Silva Jardim	11	3	6	1	21
TOTAL	299	17	77	58	451

Tabela 7.68 – Número de outorgas validadas de águas subterrânea por tipologia do processo (INEA).

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
Araruama	25	0	18	1	44
Armação dos Búzios	8	0	0	0	8
Arraial do Cabo	7	0	2	0	9
Cabo Frio	173	0	10	5	188
Cachoeiras de Macacu	0	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	3	0	3	0	6
Iguaba Grande	0	0	0	0	0
Maricá	1	0	6	0	7
Rio Bonito	8	0	5	0	13
Rio das Ostras	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	4	1	0	0	5
Saquarema	52	0	16	5	73
Silva Jardim	11	2	2	0	15
TOTAL	292	3	62	11	368

O acumulado de vazões médias outorgadas por tipologia de processo é informado na Tabela 7.69, para o total no banco de outorgas, e na Tabela 7.70 para as outorgas validadas. Novamente, a preponderância é dos usos de pouca expressão. Cabe ressaltar, que de acordo com a base de dados utilizada, as outorgas para tamponamento e perfuração possuem vazão nula, tendo em vista que são outorgas com finalidade pontual e sem extração de água.

Tabela 7.69 – Vazões médias (m^3/s) de outorgas emitidas de águas subterrânea por tipologia do processo(INEA).

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
Araruama	0,0054	-	0,0007	-	0,0061
Armação dos Búzios	0,0017	-	0,0000	-	0,0017
Arraial do Cabo	0,0011	-	0,2778	-	0,2789
Cabo Frio	0,0427	-	0,0011	-	0,0438
Cachoeiras de Macacu	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	-	0,0006	-	0,0006
Iguaba Grande	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Maricá	0,0000	-	0,0039	-	0,0039
Rio Bonito	0,0020	-	0,0011	-	0,0031
Rio das Ostras	0,0000	-	0,0000	-	0,0000

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
São Pedro da Aldeia	0,0019	-	0,0000	-	0,0019
Saquarema	0,0174	-	0,0321	-	0,0495
Silva Jardim	0,0020	-	0,0073	-	0,0094
TOTAL	0,0743	-	0,3245	-	0,3987

Tabela 7.70 – Vazões médias (m³/s) validadas de águas subterrânea por tipologia do processo (INEA).

Município	Uso Insignificante Subterrâneo	Perfuração	Outorga Subterrânea	Tamponamento	Total
Araruama	0,0051	-	0,0000	-	0,0051
Armação dos Búzios	0,0017	-	0,0000	-	0,0017
Arraial do Cabo	0,0011	-	0,0000	-	0,0011
Cabo Frio	0,0427	-	0,0011	-	0,0438
Cachoeiras de Macacu	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	-	0,0006	-	0,0006
Iguaba Grande	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Maricá	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
Rio Bonito	0,0020	-	0,0011	-	0,0031
Rio das Ostras	0,0000	-	0,0000	-	0,0000
São Pedro da Aldeia	0,0017	-	0,0000	-	0,0017
Saquarema	0,0172	-	0,0229	-	0,0401
Silva Jardim	0,0020	-	0,0000	-	0,0020
TOTAL	0,0735	-	0,0256	-	0,0991

A classificação por finalidade de uso é apresentada na Tabela 7.71 para o número de outorgas e na Tabela 7.72 para o acumulado das vazões médias outorgadas, considerando as validadas. A Figura 7.317 ilustra os resultados, evidenciando a preponderância dos usos lavagem (provavelmente de veículos), consumo e higiene humana (residências), e outros usos.

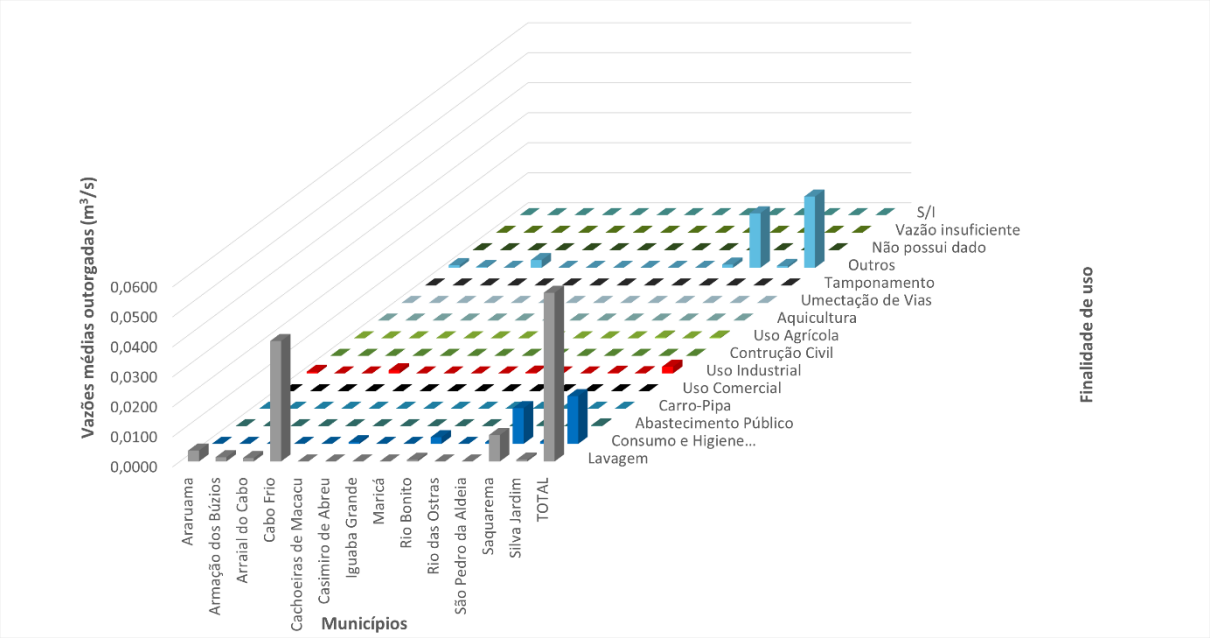


Figura 7.317 – Vazão média acumulada de outorgas validadas de águas subterrânea por município e finalidade de uso.
Fonte: Banco de outorgas do INEA

7.3.1.3 Outorgas de águas superficiais e subterrâneas

Os valores médios e máximos acumulados de outorgas validadas, de águas superficiais e subterrâneas, são mostrados na Tabela 7.73 e na Tabela 7.74, respectivamente, sendo ilustrados na Figura 7.318

Tabela 7.71 – Número de outorgas de águas superficiais validadas por município e finalidade de uso (INEA).

MUNICÍPIO	Lavagem	Consumo e Higiene Humana	Abastecimento Público	Carro-Pipa	Uso Comercial	Uso Industrial	Construção Civil	Uso Agrícola	Aqui-cultura	Umectação de Vias	Tamponamento	Outros	Não possui dado	Vazão insuficiente	S/I	Esgotamento Sanitário	TOTAL
Araruama	18	2	0	0	0	16	0	0	0	0	0	5	0	0	3	0	44
Armação dos Búzios	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
Arraial do Cabo	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9
Cabo Frio	153	15	0	0	1	3	0	0	0	0	2	8	0	0	6	0	188
Cachoeiras de Macacu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Casimiro de Abreu	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6
Iguaba Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maricá	0	2	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Rio Bonito	2	7	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Rio das Ostras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	5
Saquarema	33	8	2	1	0	3	0	1	0	2	5	15	0	0	3	0	73
Silva Jardim	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	15
TOTAL	**226**	**40**	**3**	**2**	**1**	**29**	**4**	**1**	**1**	**2**	**7**	**33**	**0**	**0**	**19**	**0**	**368**

Tabela 7.72 – Vazão média acumulada de outorgas validadas de águas subterrâneas por município e finalidade de uso(INEA).

MUNICÍPIO	Lavagem	Consumo e Higiene Humana	Abastecimento Público	Carro-Pipa	Uso Comercial	Uso Industrial	Construção Civil	Uso Agrícola	Aquicultura	Umectação de Vias	Tamponamento	Outros	Não possui dado	Vazão insuficiente	S/I	Esgotamento Sanitário	TOTAL
Araruama	0,0036	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051
Armação dos Búzios	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017
Arraial do Cabo	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011
Cabo Frio	0,0401	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0438
Cachoeiras de Macacu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casimiro de Abreu	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006
Iguaba Grande	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maricá	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rio Bonito	0,0006	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031
Rio das Ostras	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
São Pedro da Aldeia	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017
Saquarema	0,0088	0,0119	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0182	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0401
Silva Jardim	0,0006	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0020
TOTAL	**0,0562**	**0,0159**	**0,0003**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0022**	**0,0000**	**0,0003**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0238**	**0,0000**	**0,0000**	**0,0004**	**0,0000**	**0,0991**

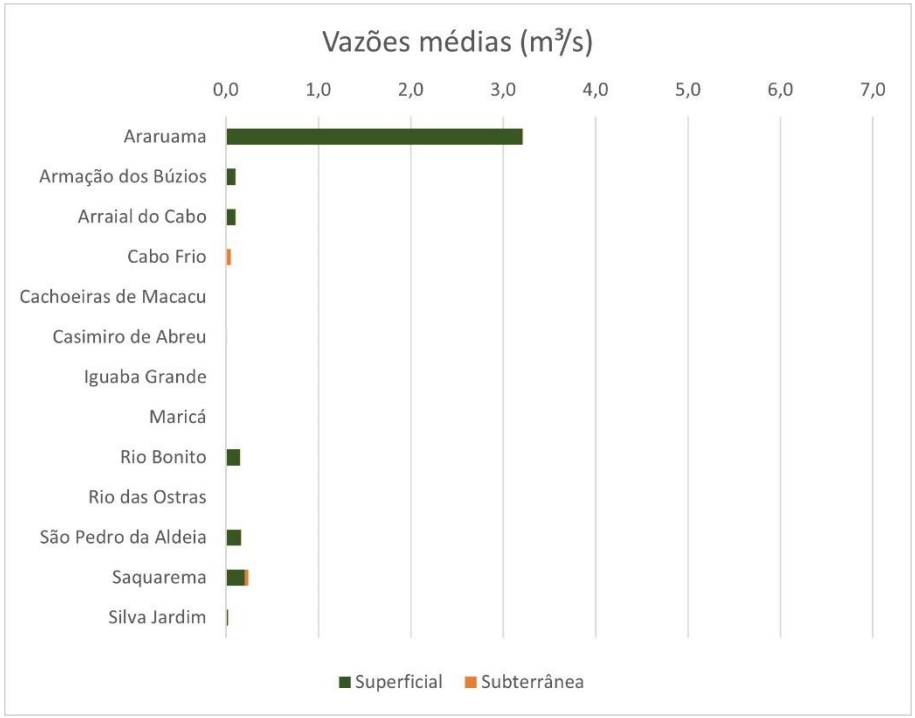
Fica evidenciado que os usos de águas superficiais preponderam, com destaque do município de Araruama, em valores médios, e de Araruama e Silva Jardim (onde se encontra o reservatório de Juturnaíba), em valores máximos acumulados. O valor alto das vazões máximas acumuladas em Silva Jardim decorre de uma única outorga sem identificação de finalidade, no rio Bacaxá, para a Concessionária Águas de Niterói S/A, do Grupo Águas do Brasil, também conhecida como Águas de Juturnaíba, não havendo informação sobre a vazão média outorgada.

Tabela 7.73 – Vazões médias acumuladas considerando as outorgas válidas, por município e manancial (m3/s) (INEA).

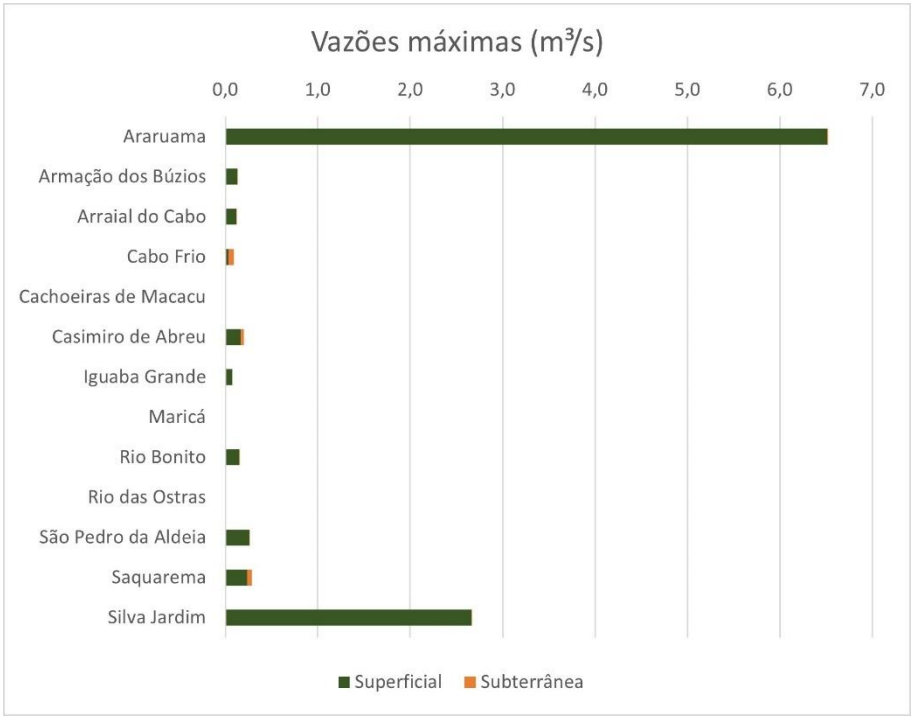
Município	Superficial	Subterrânea	Total
Araruama	3,2100	0,00510	3,21510
Armação dos Búzios	0,1000	0,00167	0,10167
Arraial do Cabo	0,1000	0,00111	0,10111
Cabo Frio	0,0089	0,04379	0,05268
Cachoeiras de Macacu	0,0023	0,00000	0,00225
Casimiro de Abreu	0,0054	0,00056	0,00599
Iguaba Grande	-	0,00000	-
Maricá	-	0,00000	-
Rio Bonito	0,1500	0,00306	0,15306
Rio das Ostras	-	0,00000	-
São Pedro da Aldeia	0,1600	0,00167	0,16167
Saquarema	0,2049	0,04010	0,24504
Silva Jardim	0,0223	0,00204	0,02436
TOTAL	3,9638	0,09909	4,06292

Tabela 7.74 – Vazões máximas acumuladas considerando as outorgas válidas, por município e manancial (m3/s) (INEA).

Município	Superficial	Subterrânea	Total
Araruama	6,5113	0,01100	6,52232
Armação dos Búzios	0,1300	0,00361	0,13361
Arraial do Cabo	0,1200	0,00473	0,12473
Cabo Frio	0,0352	0,05504	0,09026
Cachoeiras de Macacu	0,0023	0,00000	0,00225
Casimiro de Abreu	0,1661	0,03260	0,19866
Iguaba Grande	0,0750	0,00000	0,07500
Maricá	-	0,00000	-
Rio Bonito	0,1500	0,00621	0,15621
Rio das Ostras	-	0,00000	-
São Pedro da Aldeia	0,2603	0,00189	0,26222
Saquarema	0,2405	0,04813	0,28866
Silva Jardim	2,6623	0,00271	2,66499
TOTAL	10,3530	0,16592	10,51890



Vazões médias acumuladas com outorgas validadas (m3/s)



Vazões máximas acumuladas com outorgas validadas (m3/s)

Figura 7.318 – Vazões médias e máximas acumuladas com outorgas validadas, de águas superficiais e subterrâneas.
Fonte: Banco de outorgas do INEA.

7.3.1.4 Conclusão parcial sobre a adequação de utilização do banco de outorgas do INEA

Como foi esclarecido no início do item 7.3, em um banco de outorgas de uso de água podem ocorrer as seguintes desconformidades:

- muitas vezes não são contabilizados os usos de pouca expressão, e que no acumulado podem ser significativos;
- especialmente para grandes usuários, cujas demandas hídricas são crescentes, como o abastecimento público, as solicitações de outorga são estimadas para um horizonte futuro, trabalhando com capacidade ociosa como forma de garantir o suprimento e evitar que com frequência sejam instruídos novos processos de outorga; por isto, elas costumam ser superestimadas em relação a situação presente;
- podem existir usos não outorgados, por motivo de evasões ou desconhecimento do usuário sobre a necessidade de outorga;
- pode haver também equívoco relacionado à localização da captação; por exemplo, uma empresa com diversas captações, solicita outorga, mas indica a localização de sua sede como o local de captação, algo que pode estar ocorrendo com o acúmulo de outorgas em Araruama, por exemplo.

Devido a estas e outras desconformidades em relação à estimativa de uso corrente de água tendo por base as informações de outorga, entende-se que nem sempre sua consideração seria a melhor opção para estas estimativas.

Além das razões acima mencionadas, a análise do banco de outorgas do INEA indicou vários problemas, incluindo as outorgas sem informação sobre vencimento ou sobre a finalidade de uso. Como se observou no município de Silva Jardim, a outorga para a Concessionária Águas de Niterói apresenta a vazão máxima, mas não a vazão média outorgada. Isto se repete para a Concessionária Águas de Juturnaíba em duas outorgas nos municípios de Araruama, e também para a Prolagos, Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto, em outorgas nos municípios de Cabo Frio (2), Iguaba Grande (1) e São Pedro da Aldeia (1). Isso para mencionar apenas as concessionárias de abastecimento público que se sabe ser o maior uso de água na RH-VI.

Também, não fica claro nestas outorgas se o valor está sendo outorgado no ponto de captação, ou na estação de tratamento de água, ou no local de uso. Como o grande manancial de

abastecimento de água na RH-VI é o reservatório de Juturnaíba, chama atenção que nenhuma captação de água para abastecimento seja realizada pelas empresas que operam as Estações de Tratamentos das Águas originadas desta represa: a Prolagos e a Águas de Juturnaíba, a não ser a já mencionada Águas de Niterói (do Grupo Águas do Brasil, como a Águas de Juturnaíba), que apenas tem informações sobre a vazão máxima outorgada.

Por estas considerações, conclui-se que o banco de outorgas do INEA será usado apenas para verificar as estimativas realizadas de forma indireta, realizadas pela ANA, e atualizadas e complementadas pela Consultora, como serão a seguir detalhadas. Adiante serão comparados os valores acumulados de outorgas, médias e máximas, e as estimativas de demandas hídricas, por município.

7.3.2 Estimativa indireta: metodologia da ANA

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) apresenta estimativas das demandas hídricas consuntivas em seu Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), formando a Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água no Brasil - BD-Usos. Segundo esta BD-Usos "a ANA lançou em 2019 o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, consolidando e aprimorando as estimativas de usos setoriais e múltiplo da água, acompanhando a evolução da malha territorial desde 1931 (1.365 municípios) até a atualidade (5.570 municípios) e realizando projeções das demandas futuras. Assim surgiu a primeira versão da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivas da Água – BD-Usos. Como uma forma eficaz de monitoramento indireto dos usos da água, a BD-Usos passa por atualizações periódicas para incorporar novos anos-diagnóstico, novos horizontes de projeção e aprimoramentos em métodos e bases de dados.

A versão atual da BD-Usos atualiza o diagnóstico até 2021 e as projeções até 2040 – horizonte compatível com o Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH 2022-2040. Dentre os aprimoramentos mais recentes foram incorporados os dados do Atlas de Irrigação (ANA, 2021b), do Atlas da Água (abastecimento urbano) (ANA, 2021a) e da Evaporação Líquida de Reservatórios (ANA, 2021c) – estudos atualizados em 2021 e disponíveis no SNRH.

7.3.2.1 Estimativas indiretas dos usos consuntivos em cada município

Para realizar as estimativas de usos consuntivos da água em cada município a ANA considerou as informações que o IBGE apresenta sistematicamente sobre população urbana e rural,

estimadas ou por meio de contagens ou censos populacionais e, também, estimativas dos rebanhos animais. A ANA realiza também estudos voltados à estimativa de áreas irrigadas e uso industrial, obtendo as demandas hídricas setoriais de irrigação e da indústria. Estas estimativas são realizadas por ottobacias1 e acumuladas por município.

As demandas estimadas e projetadas são apresentadas em planilha, por setores usuários de água: vazões de retirada, de consumo e de retorno para população urbana e rural, para a indústria de transformação, para a mineração, para a geração termelétrica, para a dessedentação animal, para a agricultura irrigada e o total.

As demandas hídricas, ou usos consuntivos da água, ao serem projetas até 2040 se conformam ao que pode ser considerado como um Cenário Tendencial. Estas projeções poderão ser aproveitas na Fase de Prognóstico, mas no momento, em que está sendo apresentado o Diagnóstico, pretende-se considerar as projeções para o ano 2023, ou seja, dois anos após as estimativas para o ano 2021, o mais recente considerado na BD-Usos onde ocorreram estimativas (a partir de 2021 tem-se projeções).

A metodologia adotada pela ANA será explicitada nos próximos itens.

7.3.2.2 Demandas hídricas da população

Para estimativa das demandas humanas as populações totais em cada município foram projetadas até 2040. Posteriormente foram desagregadas em urbana e rural, tendo por base as taxas projetadas de urbanização. Finalmente, taxas de uso de água por habitante foram aplicadas, obtendo-se as demandas hídricas correspondentes.

7.3.2.2.1 Projeção da população total

Nos municípios com população total crescente até 2021 foi adotada a curva logística até a população de saturação, quando as projeções passaram a ser feitas com as taxas geométricas calculadas com base nas estimativas o IBGE até 2021, para cada município. A caixa abaixo

1 Ottobacias são áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de classificação de Otto Pfafstetter, apresentado em 1980. Trata-se de um método numérico de codificação de bacias hidrográficas, considerando como insumo principal as áreas de contribuição direta de cada trecho da rede hidrográfica, facilitando seu uso sem Sistemas Geográficos de Informação.

detalha brevemente ambas as abordagens. Nos municípios que apresentam decréscimo de população, adotou-se a projeção geométrica para todo período. Adotou-se também um ajuste final para que totais estaduais projetados fossem idênticos às projeções do IBGE para o respectivo estado em 2040.

Curva Logística e Projeção Geométrica de Crescimento Populacional

As duas abordagens são usualmente adotadas na projeção de populações humanas ou animais, entre outras variáveis temporais. Elas serão brevemente resumidas.

Curva Logística

A Curva Logística foi apresentada por Verhulst, em seus estudos sobre crescimento populacional realizados após Malthus, em 1798. Malthus advogou a possibilidade de crescimento exponencial da população, sem limitações, até o esgotamento dos recursos materiais. Quetelet, em 1835, especulou que existiriam limites graduais para este crescimento, e que evitariam a situação catastrófica hipotetizada por Malthus. Com base nestas especulações, Verhulst apresentou a Curva Logística em 1845 na forma de "S", representando a gradual desaceleração do crescimento devido ao esgotamento dos recursos. Um resumo destas teorias pode ser encontrado em ALMEIDA E OLIVEIRA (2015).

A função logística tem encontrado aplicações em estudos de crescimento populacional, que foram sua origem e, também, na ecologia, química, economia, geociências, sociologia etc. Nela, o estágio inicial de crescimento é aproximadamente exponencial, como previsto por Malthus. Conforme a população aumenta, porém, inicia-se um processo de contenção a este aumento, devido a restrições cada vez mais intensas relacionadas às disponibilidades de espaço, de água, de alimentos, a ocorrência de congestionamentos, à perda de qualidade de vida, entre outros. Isto determina que a velocidade de crescimento se reduza gradualmente. Há um ponto de saturação da população no qual o crescimento é interrompido. A população tende assintoticamente a este valor de saturação, que estabelece um limite superior, que não é ultrapassado. A equação abaixo apresenta matematicamente esta relação:

$$P_t = {P_s}/{(1 + c.e^{K_1.(t-t_0)})}$$

Na equação P_t é população no ano t; to é o ano de origem das projeções; P_s é a População de Saturação; c é a taxa máxima de crescimento populacional por unidade de tempo; K_1 é a declividade da curva, sendo c e K_1, coeficientes a serem ajustados.

Existem equações para estimativa dos parâmetros P, c e K_1. Porém, eles também podem ser estimados por regressão não linear. As condições necessárias para ajuste são: $P_o < P_1 < P_2$ (ou seja, a população é crescente) e $P_0 * P_2 < P_1^2$ (ou seja, a população em um ano intermediário, elevada ao quadrado, deve ser maior que o produto da população em ano anterior e posterior ao considerado). Pode-se demonstrar que o ponto de inflexão na curva, ou seja, em que a taxa de crescimento é máxima, ocorre no tempo:

$t' = t_0 - {Ln(c)}/{K_1}$ com valor populacional igual a $P_{t'} = {P_s}/{2}$.

Este ponto de inflexão tem importância pois estima o momento no qual os investimentos na infraestrutura urbana (água, esgotos, transporte, segurança etc.) começarão a ser menos demandantes de recursos.

Projeção Geométrica

A Projeção Geométrica, como a Curva Logística, apresenta uma estrutura exponencial, não sendo, porém, limitada por uma População de Saturação. Essa simplificação permite que tenha apenas um parâmetro, a taxa geométrica de crescimento. Existem duas formulações equivalentes para esta projeção:

$$P_t = P_{t_0} * (1 + i)^{(t - t_0)}$$

Nesta equação P_t é a população projetada para o ano t, P_{t_0} é a população no ano t_0 anterior e i é a taxa geométrica de crescimento anual.

Na segunda formulação a equação é:

$$P_t = P_{t_0} * e^{k_g * (t - t_o)}$$

Sendo o coeficiente k_g é a taxa geométrica de crescimento anual.

As taxas de crescimento têm a seguinte correspondência:

$$i = e^{k_g} - 1 \; ou \; k_g = ln(1 + i))$$

Na abordagem adotada na atualização do PERH/PE optou-se pela primeira formulação por permitir que a taxa geométrica represente o percentual de aumento populacional interanual.

As taxas anuais de urbanização, dada pela população urbana dividida pelo total, foram projetadas pela Curva Logística, e estimadas as populações urbanas e rurais, tendo por referência a população total projetada em cada ano.

7.3.2.2.2 Projeção das demandas da população urbana

As taxas de utilização de água por habitante, em cada município, foram obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), levantamento de 2021, bem como as perdas físicas na rede de distribuição, em percentagem. Quando no SNIS não era informado a taxa de utilização de água e as perdas, foi aplicada a estimativa apresentada na Tabela 7.75.

Tabela 7.75 – Taxas de utilização de água por habitante urbano de acordo com o total de habitantes (ANA, 2021a).

Faixa Populacional	P<5.000	5.000<P<35.000	35.000<P<75.000	P>75.000
Demanda hídrica (l/hab/dia)	151	159	165	191

Faixa Populacional	P<5.000	5.000<P<35.000	35.000<P<75.000	P>75.000
Perdas (%)	26%	33%	29%	34%

7.3.2.2.3 Projeção das demandas da população rural

As taxas diárias de uso de água da população rural foram adotadas como 125 l/hab/dia.

7.3.2.3 Demandas hídricas da agricultura irrigada

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico apresentou no Atlas Irrigação de 2017 (ANA, 2017a) estimativas das áreas irrigadas por município em 2015, com projeções até 2030. A segunda edição deste Atlas Irrigação foi disponibilizada em 2021 com estimativas das áreas irrigadas em 2019, com projeções até 2040 (ANA, 2021b). Os tipos de irrigação que foram considerados foram: a) arroz irrigado, b) café, c) cana-de-açúcar, d) demais culturas em pivôs centrais e e) demais culturas e sistemas. Nessa última categoria estão incluídos sistemas de pivô central para fruticultura e horticultura, e outros sistemas utilizados na irrigação de soja, milho, feijão, algodão etc., em pequenas propriedades.

Para a RH-VI foi identificada apenas a categoria de "Outras culturas e sistemas", que considera a irrigação de pastagens, flores, hortaliças, legumes, frutas e grãos que, em grande medida, estão associadas com os métodos por aspersão e localizado, com área irrigada estimada em 2021 de apenas 963 hectares, conforme a distribuição da Tabela 7.76.

Tabela 7.76 – Áreas irrigadas na RH-VI (hectares) (ANA, 2021b).

Código	Município	Outras culturas e sistemas
3300209	Araruama	473
3300233	Armação dos Búzios	3
3300258	Arraial do Cabo	-
3300704	Cabo Frio	50
3300803	Cachoeiras de Macacu	69
3301306	Casimiro de Abreu	30
3301876	Iguaba Grande	-
3302700	Maricá	-
3304300	Rio Bonito	-
3304524	Rio das Ostras	13
3305208	São Pedro da Aldeia	4
3305505	Saquarema	300
3305604	Silva Jardim	21
	TOTAL	963

Para projeção das áreas irrigadas a nova versão do Atlas Irrigação adotou as indicações do estudo Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil (Brasil,

2014), e suas atualizações ocorridas em 2019 e 2020. Nelas, foi estimada a Área Adicional Irrigável – AAI do País, utilizando como unidade territorial de análise microbacias (ottobacias). O cálculo da AAI foi semelhante ao utilizado no dimensionamento de projetos de irrigação e considerou: (i) a demanda hídrica das culturas de referência (milho e feijão); (ii) o balanço quantitativo entre usos da água e disponibilidade hídrica superficial; (iii) e a área disponível para atividades agropecuárias. Para a definição de classes territoriais foram ainda analisados outros aspectos, incluindo a dinâmica fundiária, qualidade logística e importância ambiental.

Na atualização do Atlas Irrigação foram adotadas bases de dados mais atualizadas, critérios técnicos mais refinados e simulações mais explícitas de balanço hídrico dos mananciais superficiais e subterrâneos do que foi realizado na primeira edição de 2017.

Para as estimativas apresentadas na segunda edição do Atlas Irrigação (ANA, 2021b) a metodologia partiu da consolidação de mapas de uso da terra, "sendo consideradas passíveis de irrigação apenas usos agropecuários consolidados, ou seja, sem considerar a abertura de novas áreas, mesmo que atendendo à legislação atual". Foi alegado que esse pressuposto é justificado tanto pela sustentabilidade (não prever novas conversões de uso) quanto pela limitação da disponibilidade hídrica – os mananciais locais suportam, com sustentabilidade, a irrigação de apenas parte da área agropecuária atual de 248,6 milhões de hectares: 73,9 milhões de hectares de agricultura e 174,7 milhões de hectares de pastagens (ANA, 2021b).

Foram consideradas duas categorias de expansão da área irrigada: 1) intensificação: irrigação com água superficial sobre áreas de agricultura de sequeiro; 2) expansão: conversão potencial de pastagens para agricultura irrigada. Foram também estimadas as áreas agropecuárias remanescentes (sequeiro + pastagens) que poderiam se expandir com uso de água subterrânea.

A demanda hídrica das culturas de referência (arroz, café, cana-de-açúcar, feijão e milho) "foram estimada nas microbacias a partir do uso consolidado, do balanço hídrico climatológico e de critérios técnicos de conversão em vazão unitária de projeto" (ANA, 2021b). Promoveu-se então balanços hídricos por microbacias hidrográficas, considerando a disponibilidade hídrica como a vazão com 95% de permanência, descontada das demandas já instaladas da irrigação e as demandas atuais e projetadas dos demais usos da água: uso humano urbano e rural, abastecimento animal, indústria, mineração e termeletricidade. Finalmente, foram considerados "outros indicadores que balizam análises complementares de potencial efetivo,

tais como os de aptidão solo-relevo e de infraestrutura (energia, transporte rodoviário e ferroviário e capacidade de armazenamento de produtos agrícolas)" (ANA, 2021b).

A projeção realizada até 2040 adotou uma referência na qual as políticas públicas e as condições de financiamento e fomento à agricultura irrigada não sofrerão alterações expressivas no médio prazo ou que eventuais mudanças mais expressivas não produzirão efeitos de larga escala no horizonte considerado, 20 anos.

Cabe destacar a consideração realizada no Atlas Irrigação (ANA 2021a) de que a área adicional "deve ser observado com cautela, sendo útil para o planejamento geral, zoneamentos e o monitoramento do setor. Particularidades locais, expansão da infraestrutura e obras de infraestrutura hídrica podem alterar a estimativa de área adicional irrigável, especialmente quando a oferta de água é aumentada por meio de transferências de outras bacias. Além disso, a modelagem territorial deve ser aprimorada, em especial quanto às ferramentas de balanço hídrico nos mananciais e quanto às informações de outros usos atuais e projetados da água".

As estimativas de demanda de água na agricultura irrigada devem considerar as áreas irrigadas, o clima, as características das culturas e dos sistemas de irrigação. A primeira edição do Atlas de Irrigação (ANA, 2017a), além do método geral para todas as culturas, incorporou adaptações para a estimativa de demandas do arroz sob regime de inundação e da cana-de-açúcar. As lâminas de irrigação médias foram estimadas para cada município, considerando os sistemas e culturas predominantes.

7.3.2.4 Demandas hídricas da criação animal

Os rebanhos animais são informados pelo IBGE em suas Pesquisas da Pecuária Municipal - PPM, atualizadas anualmente. As demandas de retiradas de água foram estimadas aplicando-se os coeficientes técnicos apresentados na Tabela 7.77. Nas projeções até 2030 foram aplicados os incrementos médios observados no curto (2006-2014) e médio prazo (2000-2014) nas 137 mesorregiões brasileiras, agrupadas em quatro tipologias de rebanhos: bovinos, suínos, galináceos e outros (ANA, 2021a). A partir de 2031 foi adotado um incremento constante considerando o período de 2000 a 2017, onde foi registrado o maior crescimento anual.

Tabela 7.77 – Coeficientes técnicos para estimativa de retirada de água na criação de animais (ANA, 2019a).

Espécie	Conceituação	Coeficiente (l/cab/dia)			Fontes dos coeficientes técnicos
		Mín	Máx	Ado-tado	
Bovino	Total de mamíferos das espécies Bos indicus (boi indiano) ou Bos taurus (boi europeu), independentemente de sexo, idade, raça ou finalidade (corte, leite ou trabalho).	20	80	50	ANA (2013)
Vacas Ordenhadas	Vacas mestiças ou de raça (de corte, de leite ou de dupla aptidão) existentes no município e que foram ordenhadas em algum período no ano de referência da pesquisa, quer seja para autoconsumo, transformação em queijos, manteiga etc. quer seja para venda.	20	150	85	ANA (2013) SUDERHSA (2006)
Suíno	Total de mamíferos da espécie Sus Scrofa (porcos e porcas), independentemente de sexo, idade ou finalidade da produção.	5	30	12,5 / 18,7[1]	ONS (2003; 2005) / SUDERHSA (2006)
Bubalino	Total de mamíferos da espécie Buballus buballis, independentemente de sexo, idade ou finalidade (corte ou leite).	30	90	50	ONS (2003; 2005)
Equinos	Total de mamíferos da espécie Equus caballus (cavalos, éguas, potros e potrancas).	20	60	40	ANA (2013) SUDENE (1980)
Ovino	Total de mamíferos da espécie Ovis aries (ovelhas, carneiros e borregos), independentemente de sexo, idade ou finalidade (lã, corte ou leite).	5	30	10	ONS (2003; 2005)
Caprino	Total de mamíferos da espécie Capra aegagrus hircus (bodes, cabras e cabritos), independentemente de sexo, idade ou finalidade (corte ou leite).	4	30	10	ONS (2003; 2005)
Galináceos	Total de aves da espécie Gallus gallus (galos, galinhas, frangas, frangos, pintos e pintainhas).	0,10	0,50	0,18	PALHARES (2005) SUDERHSA (2006)
Galináceos/ Galinhas	Total de aves fêmeas da espécie Gallus gallus destinadas à produção de ovos, independentemente do destino da produção (consumo, industrialização ou incubação); inclui poedeiras e matrizes.	0,10	0,32	0,18	PALHARES (2005) SUDERHSA (2006)
Codornas	Total de aves da espécie Coturnix coturnix destinadas à produção de ovos e abate, independentemente de sexo ou idade.			0,18	PALHARES (2005)

[1] considera a adoção de um percentual destinado a outras necessidades de criação animal.

As estimativas de rebanhos animais realizadas pelo IBGE na PPM 2021 resultaram nos rebanhos apresentados na Tabela 7.78. O número de animais é modesto: em Arraial do Cabo não existe e em Armação dos Búzios e Iguaba Grande é pequeno.

Tabela 7.78 – Efetivo de rebanhos por categoria nos municípios da RH-VI em 2021(IBGE, 2021).

Município	Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Suínos - Matrizes	Caprinos	Ovinos	Galináceos Total	Galinhas	Codornas
Araruama	49.959	275	4.990	870	320	330	2.050	34.500	22.900	2.000
Armação dos Búzios	1.900	-	1.018	218	23	102	320	5.100	3.900	2.700
Arraial do Cabo	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabo Frio	26.120	-	2.840	318	41	194	1.160	31.840	28.700	2.500
Cachoeiras de Macacu	34.964	28	2.700	500	125	220	3.700	11.650	8.500	-
Casimiro de Abreu	21.100	580	1.587	250	25	35	170	6.600	3.450	-
Iguaba Grande	1.869	-	420	90	35	80	150	2.400	1.800	-
Maricá	6.977	149	-	-	-	183	-	2.800	2.800	2.500
Rio Bonito	35.000	326	1.100	310	46	25	2.000	4.278	3.178	-
Rio das Ostras	14.893	26	915	430	34	12	236	9.253	6.220	-
São Pedro da Aldeia	22.617	-	650	260	48	250	1.600	3.500	3.000	-
Saquarema	8.662	7	900	40	20	100	250	18.000	13.000	12.000
Silva Jardim	53.522	79	920	281	28	-	270	6.450	2.650	-

7.3.2.5 Demandas hídricas do abastecimento industrial

Na atualização do Atlas da Água as estimativas das demandas hídricas industriais a partir de 1931 foram baseadas na adoção de coeficientes técnicos de retirada de água por número de empregados, apresentados em ANA (2017b) e reproduzidos na Tabela 7.79. O número de empregados em cada indústria pode ser obtido nas declarações anuais do Relatório Anual de Informações Sociais – RAIS.

Tabela 7.79 – Coeficientes técnicos para estimativa de retiradas de água pela indústria (ANA, 2017b).

CNAE 2.0	Tipologia industrial	Retirada (l/empregado/dia)
10	Fabricação de produtos alimentícios	4.600
11	Fabricação de bebidas	8.713
12	Fabricação de produtos do fumo	811
13	Fabricação de produtos têxteis	1.873
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	510
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	2.027
16	Fabricação de produtos de madeira	344
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	8.865
18	Impressão e reprodução de gravações	173
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	18.147
20	Fabricação de produtos químicos	1.715

CNAE 2.0	Tipologia industrial	Retirada (l/empregado/dia)
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	529
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	248
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	676
24	Metalurgia	3.781
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	281
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	182
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	167
28	Fabricação de máquinas e equipamentos	203
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	235
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1.270
31	Fabricação de móveis	98
32	Fabricação de produtos diversos	842
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	162

Nota: Os coeficientes médios por Divisão da CNAE 2.0 foram estimados a partir do somatório da vazão e do número de empregados das respectivas classes. Esse valor pode apresentar flutuações interanuais em função da diferente proporção das classes no total da Divisão. A matriz completa está disponível em ANA (2017b).

Na RH-VI as principais indústrias 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.

Nas estimativas originais realizadas para o ano 2015 as demandas hídricas da indústria de transformação foram quantificadas como é apresentado na Tabela 7.80, em cada município, e ilustrado na Figura 7.319.

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.

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.

De acordo com o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2019a) as projeções até 2030 usaram as taxas médias de crescimento geométrico das demandas industriais observadas no curto prazo (2008-2013) e no médio prazo (2002-2013), calculadas para as 137

mesorregiões brasileiras utilizando um agrupamento das tipologias considerando as indústrias predominantemente rurais (CNAE 2.0: 10, 16 e 17) e predominantemente urbanas (demais tipologias). Elas foram aplicadas aos municípios correspondentes. Estes resultados são apresentados em planilha disponibilizada pela ANA em seu Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

A extensão de 2030 a 2040, realizada na atualização do Atlas de Abastecimento Urbano de Água, adotou para projeção da demanda do 6º ano, a taxa média de crescimento das demandas dos 5 anos anteriores. Estas projeções, até 2030 e de 2030 até 2040, foram adotadas neste plano.

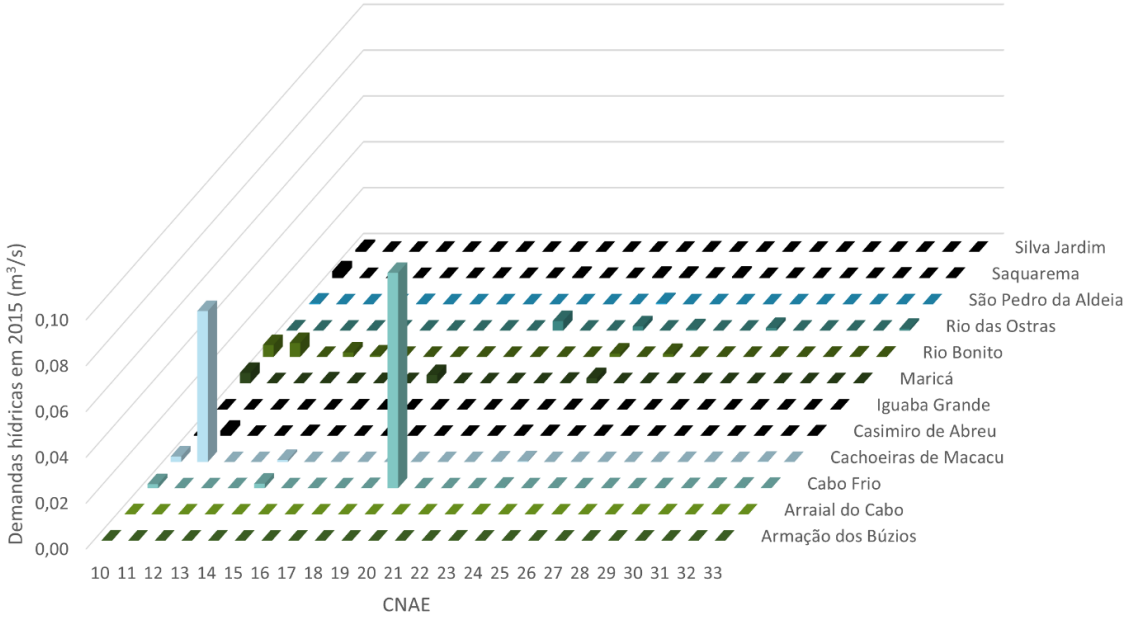


Figura 7.319 - Demandas hídricas da indústria de transformação na RH-VI conforme estimativa de 2015.
Fonte: ANA, 2017b.

Tabela 7.80 – Demandas hídricas da indústria de transformação na RH-VI conforme estimativa de 2015, por CNAE (m3/s) (ANA, 2017b).

CNAE	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	Silva Jardim	TOTAL
10	0,000106	0,000133	0,001802	0,002381	0,000310	0,000033	0,004501	0,005214	0,000126	0,000366	0,002998	0,000857	0,018826
11	-	-	-	0,065871	0,002214	-	-	0,006088	-	-	-	-	0,074173
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	0,000014	-	-	-	0,000354	0,001986	0,000007	-	0,000014	0,000028	0,002403
14	0,000071	-	0,001972	0,000921	0,000254	-	0,000065	0,000649	0,000089	0,000124	0,000077	0,000006	0,004226
15	-	-	-	-	-	0,000036	0,000088	0,000022	0,000022	-	0,000022	-	0,000189
16	-	-	0,000039	0,000023	0,000005	0,000069	0,000043	0,000017	0,000007	-	0,000142	0,000072	0,000417
17	-	-	-	-	-	0,000043	0,003542	-	-	-	0,000024	-	0,003608
18	0,000026	-	0,000062	0,000002	0,000026	-	0,000020	0,000080	0,000050	0,000004	0,000086	0,000002	0,000358
19	-	-	0,093961	-	-	-	-	-	-	-	0,000523	-	0,094483
20	-	-	-	-	0,000011	-	-	-	0,004200	-	0,000077	-	0,004289
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000017	-	0,000017
22	-	-	-	0,000163	0,000216	-	0,000205	-	-	0,000054	0,000593	-	0,001231
23	0,000076	0,000061	0,000301	0,000368	0,000222	0,000149	0,002170	0,001481	0,001868	0,000488	0,000531	0,000175	0,007891
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000037	-	0,000191	-	0,000227
25	0,000021	-	0,000114	0,000022	0,000190	-	0,000095	0,001289	0,000658	0,000034	0,000698	-	0,003121
26	-	-	-	-	-	-	0,000017	0,000004	-	-	0,000008	-	0,000029
27	-	-	0,000006	0,000002	-	-	0,000031	0,000058	-	-	0,000077	-	0,000174
28	-	-	-	0,000005	-	-	0,000054	0,000019	0,001196	0,000012	0,000005	-	0,001290
29	-	-	0,000014	0,000006	-	-	-	0,000083	-	-	-	-	0,000102
30	-	0,000041	0,000030	0,000020	-	-	-	0,000012	-	-	0,000047	-	0,000151
31	0,000035	-	0,000118	-	0,000009	-	0,000017	0,000069	0,000008	0,000019	0,000237	0,000003	0,000516
32	-	-	0,000283	0,000097	-	0,000010	-	0,000234	-	0,000019	0,000039	0,000019	0,000702
33	0,000002	0,000019	0,000159	0,000028	0,000135	0,000002	0,000038	0,000139	0,000791	0,000036	0,000129	-	0,001478
TOTAL	0,000337	0,000254	0,098875	0,069908	0,003592	0,000341	0,011240	0,017445	0,009057	0,001155	0,006535	0,001162	0,219902

7.3.2.6 Demandas hídricas da mineração

A mineração depende de fatores locais, como existência de minério, ao contrário de uma indústria, por exemplo, em que outros fatores poderão ser relevantes, como disponibilidade de logística, de insumos, de mercado consumidor etc. Ou seja, a mineração não tem opção locacional, a não ser junto a fonte do minério. Exatamente por isto essa atividade pode ter interesse local, mesmo que o contexto hídrico da RH-VI demande baixo consumo de água. Os resíduos da atividade também podem comprometer a qualidade de água e, por isto, a mineração deve ser considerada.

Na RH-VI a mineração deve em grande parte estar atrelada à Construção Civil, oferecendo insumos como areia, brita e argila para fabricação de tijolos e material para revestimento de estradas. E ainda existe remanescentes das salinas que deram origem a economia regional.

Na atualização do Atlas foram adotadas as estimativas até 2030 do Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019a) que adotou os coeficientes técnicos apresentados na Tabela 7.81, baseado nas informações sobre produção minerária, obtidas em diferentes fontes e processadas conforme é detalhado no referido Manual.

Tabela 7.81 – Coeficientes técnicos para estimativa de retirada de água na mineração (ANA, 2019a).

Mineral	Retirada (m³/t)
Carvão mineral	6,25
Minério de ferro	1,05
Minerais não ferrosos	
Minério de alumínio	3,42
Minério de estanho	6,25
Minério de manganês	6,25
Minério de metais preciosos	1,64
Outros	1,86
Minerais não-metálicos	
Extração de pedra, areia e argila	0,04
Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	15,55
Extração e refino de sal marinho e sal gema	6,25
Extração de minerais não-metálicos - outros	6,25

A extensão a partir de 2030 na atualização em andamento do Atlas foi realizada adotando-se para projeção da demanda do 6º. ano, a taxa média de crescimento das demandas dos 5 anos anteriores.

Nas estimativas relacionadas ao ano 2023 as demandas hídricas de mineração dos municípios da RH-VI foram estimadas como é disposto na Tabela 7.82. Apenas os municípios litorâneos

de Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Maricá, e os interiores de Rio Bonito e Silva Jardim não apresentam demanda hídrica de mineração.

Tabela 7.82 – Demandas hídricas de mineração estimadas para 2023 na RH-VI (m3/s) (ANA, 2021a).

Código	Município	2023
3300209	Araruama	0,00085
3300233	Armação dos Búzios	-
3300258	Arraial do Cabo	-
3300704	Cabo Frio	-
3300803	Cachoeiras de Macacu	0,00019
3301306	Casimiro de Abreu	0,00159
3301876	Iguaba Grande	0,00001
3302700	Maricá	-
3304300	Rio Bonito	-
3304524	Rio das Ostras	0,00153
3305208	São Pedro da Aldeia	0,00205
3305505	Saquarema	0,00038
3305604	Silva Jardim	-
	TOTAL	0,00661

7.3.2.7 Demandas hídricas das termelétricas

Como não existem termelétricas na RH-VI este uso não foi considerado nas estimativas.

7.3.3 Usos consuntivos de água

O Plano de Recursos Hídricos da RH-VI será atualizado utilizando-se espacialização das ottobacias que foram delimitadas pela ANA no Brasil. Segundo o Catálogo de Metadados da ANA, a Base Hidrográfica foi construída a partir de vetorização de cartas topográficas em escala 1:100.000 do mapeamento sistemático brasileiro, seguida de ajustes topológicos nos trechos de drenagem e procedimentos de ottocodificação. As áreas de contribuição hidrográfica (bacias) foram definidas a partir de um modelo digital de elevação hidrologicamente consistente. São 418 ottobacias inseridas na RH-VI e que serão adotadas na espacialização das análises e nos cálculos de balanço hídrico.

O banco de dados BD-Usos da ANA foi processado considerando as estimativas de demandas hídricas em cada ottobacia, sendo seus valores de demanda acumulados em cada município e submetidos a correções, para considerar a população urbana flutuante e os valores do Censo Demográfico 2022, ambos avaliados nesta base territorial, como será descrito a seguir.

7.3.3.1 Usos consuntivos por município

As informações da ANA que são introduzidas no BD-Usos referem-se ao uso de água da população residente, não levando em consideração a população flutuante, ou seja, que eventualmente ingressa no RH-VI, especialmente nas épocas de maior afluência, como no feriado de Ano Novo e no Carnaval: população em domicílios de uso ocasional ou permanente, e em hotéis e pousadas. Este fluxo costuma ser alto em regiões turísticas, como a da RH-VI, podendo em certas áreas ultrapassar a população residente. Também, devido à pandemia de coronavírus, parte da população que ocupava residência de uso ocasional tornou-a permanente, aumentando o contingente populacional em todas as estações do ano. Este efeito foi em parte capturado pelo Censo Demográfico de 2022, que teve resultados preliminares apresentados pelo IBGE em dezembro deste mesmo ano.

Em função destes dois efeitos foram promovidas alterações nas demandas hídricas da população urbana em cada município, devido às estimativas da população flutuante e do Censo estarem nesta base territorial. As seguintes abordagens foram adotadas:

1. Municípios onde foi considerado o impacto da população flutuante nas demandas hídricas:

- A população flutuante foi obtida por estimativas dos Planos Municipais de Segurança Hídrica de Araruama, Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim, que são abastecidas por mananciais da RH-VI e que têm expressivas flutuações de população. Todos os PMSB foram elaborados em 2013 pela consultora SERENCO (2014), tendo por base os dados do Censo Demográfico de 2010. Considerou-se que a população flutuante apenas impactaria a população urbana – ou seja, o aumento populacional nos eventos de grande afluência afetaria apenas as áreas urbanas, onde são encontrados os atrativos regionais. Foi adotado um multiplicador para considerar o efeito do aumento populacional na demanda hídrica, supondo que as mesmas taxas de uso de água por habitante residente fossem aplicáveis. Como as estimativas nesta fase foram realizadas com a população municipal total, as taxas foram estabelecidas como a média ponderada pela população urbana residente em cada distrito. A Tabela 7.83 apresenta os resultados.

Tabela 7.83 – Estimativa da população flutuante em 2023 (SERENCO, 2013; ANA, 2021a).

Município	Código distrito/município	Distrito	População Censo 2010			Inc. pop. Flutuante (%)
			Total	Urbana	Rural	
Araruama	330020905	Araruama	76.468	76.073	395	
	330020908	Iguabinha	10.326	10.264	62	
	330020910	Morro Grande	8.987	6.361	2.626	
	330020912	Praia Seca	3.523	3.523	-	
	330020915	São Vicente de Paula	12.704	10.265	2.439	
	3300209	TOTAL		106.486		99,9%
Armação dos Búzios	330023305	Armação dos Búzios	27.560	27.560	-	155,5%
Arraial do Cabo	330025805	Arraial Cabo	27.715	27.715	-	182,3%
Cabo Frio	330070405	Cabo Frio	140.269	140.269	-	107,8%
	330070420	Tamoios	45.958	45.741	217	107,7%
	3300704	TOTAL		213.725		107,8%
Casimiro de Abreu	330130605	Casimiro de Abreu	18.115	16.554	1.561	
	330130610	Barra de São João	13.284	9.135	4.149	s/cons
	330130618	Professor Souza	2.222	1.566	656	
	330130620	Rio Dourado	1.726	1.266	460	
	3301306	TOTAL		28.521		
Iguaba Grande	330187605	Iguaba Grande	22.851	22.851	-	144,8%
	3302700	TOTAL		125.491		41,0%
São Pedro da Aldeia	330520805	São Pedro da Aldeia	87.875	82.148	5.727	78,0%
Saquarema	330550505	Saquarema	26.999	26.999	-	
	330550510	Bacaxá	35.515	33.829	1.686	
	330550515	Sampaio Correia	11.720	9.628	2.092	
	3305505	TOTAL		70.456		123,6%
Silva Jardim	330560405	Silva Jardim	19.456	15.535	3.921	
	330560410	Correntezas	568	135	433	
	330560415	Gaviões	410	54	356	
	330560420	Aldeia Velha	915	397	518	
	3305604	TOTAL		16.121		19,9%

Cabem também os seguintes esclarecimentos:

- Casimiro de Abreu tem população flutuante expressiva no Distrito de Barra de São João, no litoral, área conurbada com a sede de Rio das Ostras, sendo abastecidas por captação no Rio Macaé na RH-VIII Macaé- Ostras; os demais distritos e a sede são abastecidos com captações na RH-VI Lagos São João e tem população flutuante menos expressiva que no litoral. Não foi encontrado PMSB deste município, que está em elaboração. Em função disto, foram consideradas as populações flutuantes dos distritos da sede (5%), Professor Souza (0%) e Rio Dourado (25%) conforme estimadas no Censo 2000 e apresentadas por LINS E BARROS (2010). Devido a população menor deste município

e a população flutuante pouco significativa, pouco efeito haverá no balanço hídrico ao se considerar informações do Censo Demográfico de 2000.

- Maricá e Rio das Ostras, que também tem populações flutuantes importantes (a primeira no distrito de Barra de São João, no litoral), são abastecidas por mananciais fora da RH-VI. Barra de São João e Rio das Ostras por captação no Rio Macaé, na RH VIII – Macaé-Ostras, e Maricá no Rio Ubatiba e poços, na RH V Baía de Guanabara;
- Cachoeiras de Macacu além de ter a sede fora da RH-VI, não apresenta população flutuante significativa. E Rio Bonito, mesmo tendo sede na RH-VI não apresenta população flutuante importante.

Correção pelo Censo Demográfico 2022: foi comparada a população total (urbana e rural) estimada pela ANA (2021b) projetada para 2022 com a população total do Censo neste mesmo ano, informada em dezembro de 2022. O erro das estimativas da população total da ANA foi aplicado à população urbana supondo que ele incidiria apenas nesta população.

A justificativa é que além dos erros inevitáveis de projeção da população estimada pela ANA em 2022, tendo como base o Censo 2010, o Censo 2022 capturou o movimento de transformação da população flutuante de residência ocasional (também denominada veranistas) em população residente pós-Covid, o que ocorreu de forma mais intensa na população urbana. Além disto se observa que a população rural tem tendência ou à estabilização ou até a redução, enquanto as alterações ocorrem com maior intensidade na população urbana. A Tabela 7.84 apresenta as correções adotadas para cada município, destacando-se as situações de Maricá (que não é abastecida na RH-VI) e Armação dos Búzios, com expressivas subestimativas e Cabo Frio e Casimiro de Abreu, com expressivas superestimativas, sempre em relação às avaliações do Atlas da Água da ANA.

Tabela 7.84 – Correção da população em função do Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022c; ANA, 2021a)

Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022			Atlas da Água (ANA, 2021a)			
Código	Município	População Total	Pop. total estimada	Erro (%)	Pop. urbana/ pop. total	Correção população urbana (%)
3300209	Araruama	126.726	140.489	9,80%	99,42%	89,68%
3300233	Armação dos Búzios	39.033	35.905	-8,71%	100,00%	108,71%
3300258	Arraial do Cabo	31.030	31.362	1,06%	100,00%	98,94%
3300704	Cabo Frio	214.057	240.042	10,83%	75,39%	67,23%
3300803	Cachoeiras de Macacu	53.887	60.829	11,41%	88,55%	78,44%
3301306	Casimiro de Abreu	45.570	46.892	2,82%	78,64%	76,43%

Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022			Atlas da Água (ANA, 2021a)			
Código	Município	População Total	Pop. total estimada	Erro (%)	Pop. urbana/ pop. total	Correção população urbana (%)
3301876	Iguaba Grande	27.651	30.020	7,89%	100,00%	92,11%
3302700	Maricá	223.938	171.083	-30,89%	99,97%	130,85%
3304300	Rio Bonito	55.068	62.067	11,28%	82,10%	72,84%
3304524	Rio das Ostras	149.562	161.095	7,16%	94,28%	87,53%
3305208	São Pedro da Aldeia	102.290	110.380	7,33%	94,94%	87,98%
3305505	Saquarema	88.755	94.525	6,10%	93,31%	87,62%
3305604	Silva Jardim	21.509	21.988	2,18%	82,53%	80,74%
	TOTAL	1.179.076	1.206.677			

Os valores destas correções foram aplicados às estimativas de demandas da população urbana municipal realizadas pela ANA (2021b) adotando-se a hipótese de que as taxas de uso de água nesta categoria permaneceriam as mesmas.

Os dados apresentados na BD-Usos da ANA (por ottobacias e acumulados em cada município) foram processados e obtidos os valores para o ano 2023. Eles são apresentados para as ottobacias que se inserem em cada município da RH-VI, sem as correções da população flutuante ou do Censo Demográfico 2022 na Tabela 7.85 foram inseridas as correções relacionadas às populações flutuantes e ao Censo Demográfico 2022, apenas no que se refere às demandas da população urbana. Entendeu-se, como já foi comentado, que as taxas de uso de água por habitante permaneceriam as mesmas e que os demais usos de água não são afetados seja pela população flutuante, seja pelos resultados do Censo 2022.

A Figura 7.320 ilustra o efeito da inserção das correções nas demandas hídricas da população urbana. A Figura 7.321 ilustra o efeito da inserção da correção na demanda hídrica total. As correções são destacáveis nos municípios nos litorâneas marinhos e lagunares.

Tabela 7.85 – Estimativas de usos consuntivos de água na área dos municípios que estão inseridas na RH-VI em 2023, sem consideração da população flutuante e do Censo Demográfico 2022 (CBHLSJ, 2005; ANA,2021)

Municípios		Inserção na RH		Sede RH	Áreas (km2)			Ab. Hum. Urb	Ab. Hum. Rur	Ind. Transf	Mineração	Animal	Irrigação	Total
Cód	Nome	Total	Parcial		Total	Na RH	% RH							
3300209	Araruama	x		x	635,40	635,40	100%	0,362	0,001	0,005	0,001	0,030	0,074	0,472
3300233	Arm. dos Búzios	x		x	69,50	69,50	100%	0,131	-	0,000	-	0,002	0,001	0,134
3300258	Arraial do Cabo	x		x	158,10	158,10	100%	0,075	-	0,001	-	-	-	0,076
3300704	Cabo Frio	x		x	404,00	404,00	100%	0,500	0,084	0,092	0,001	0,018	0,005	0,700
3300803	Cach. do Macacu		x		958,20	53,00	5,5%	-	0,001	-	-	0,001	0,000	0,002
3301306	Cas. de Abreu		x	x	462,90	364,00	78,6%	0,078	0,013	0,004	0,000	0,018	0,005	0,113
3301876	Iguaba Grande	x		x	36,20	36,20	100%	0,080	-	0,000	-	0,002	-	0,082
3302700	Maricá.		x		363,30	15,00	4,1%	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
3304300	Rio Bonito		x	x	463,30	258,00	55,7%	0,077	0,011	0,010	0,000	0,018	-	0,173
3304524	Rio das Ostras		x	x	230,30	155,00	67,3%	0,109	0,001	0,003	-	0,001	0,000	0,019
3305208	S. Pedro Aldeia	x		x	358,00	358,00	100%	0,213	0,008	0,001	0,001	0,015	0,000	0,239
3305505	Saquarema	x		x	356,10	355,60	100%	0,111	0,009	0,004	0,000	0,006	0,060	0,191
3305604	Silva Jardim	x		x	940,70	940,70	100%	0,020	0,005	0,001	0,000	0,042	0,001	0,069
TOTAL	TOTAL				5.436,00	3.802,50	70,0%	1,764	0,133	0,123	0,003	0,153	0,146	2,272

Tabela 7.86 – Estimativas de usos consuntivos de água na área dos municípios que estão inseridas na RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022 (CBHLSJ, 2005; ANA,2021; IBGE, 2022c; SERENCO, 2013)

Municípios		Inserção na RH		Sede RH	Áreas (km2)			Ab. Hum. Urb	Ab. Hum. Rur	Ind. Transf	Mineração	Animal	Irrigação	Total
Cód	Nome	Total	Parcial		Total	Na RH	% RH							
3300209	Araruama	x		x	635,40	635,40	100%	0,409	0,001	0,005	0,001	0,030	0,074	0,519
3300233	Arm. dos Búzios	x		x	69,50	69,50	100%	0,421	-	0,000	-	0,002	0,001	0,425
3300258	Arraial do Cabo	x		x	158,10	158,10	100%	0,245	-	0,001	-	-	-	0,246
3300704	Cabo Frio	x		x	404,00	404,00	100%	0,580	0,084	0,092	0,001	0,018	0,005	0,780
3300803	Cach. do Macacu		x		958,20	53,00	5,5%	-	0,001	-	-	0,001	0,000	0,002
3301306	Cas. de Abreu		x	x	462,90	364,00	78,6%	0,065	0,013	0,004	0,000	0,018	0,005	0,106
3301876	Iguaba Grande	x		x	36,20	36,20	100%	0,138	-	0,000	-	0,002	-	0,140
3302700	Maricá.		x		363,30	15,00	4,1%	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,009
3304300	Rio Bonito		x	x	463,30	258,00	55,7%	0,077	0,011	0,010	0,000	0,018	-	0,116

Municípios		Inserção na RH		Sede RH	Áreas (km2)			Ab. Hum. Urb	Ab. Hum. Rur	Ind. Transf	Mineração	Animal	Irrigação	Total
Cód	Nome	Total	Parcial		Total	Na RH	% RH							
3304524	Rio das Ostras		x	x	230,30	155,00	67,3%	0,109	0,001	0,003	-	0,001	0,000	0,114
3305208	S. Pedro Aldeia	x		x	358,00	358,00	100%	0,247	0,008	0,001	0,001	0,015	0,000	0,272
3305505	Saquarema	x		x	356,10	355,60	100%	0,129	0,009	0,004	0,000	0,006	0,060	0,209
3305604	Silva Jardim	x		x	940,70	940,70	100%	0,017	0,005	0,001	0,000	0,042	0,001	0,066
TOTAL	TOTAL				5.436,00	3.802,50	70,0%	2,445	0,133	0,123	0,003	0,153	0,146	3,005

*elaboração própria, com informações sobre áreas obtidas em CBHLSJ, (2005) e sobre demandas hídricas em ANA (2021), corrigidas pela inserção da população flutuante dos PMSBs e pelo Censo Demográfico 2022.

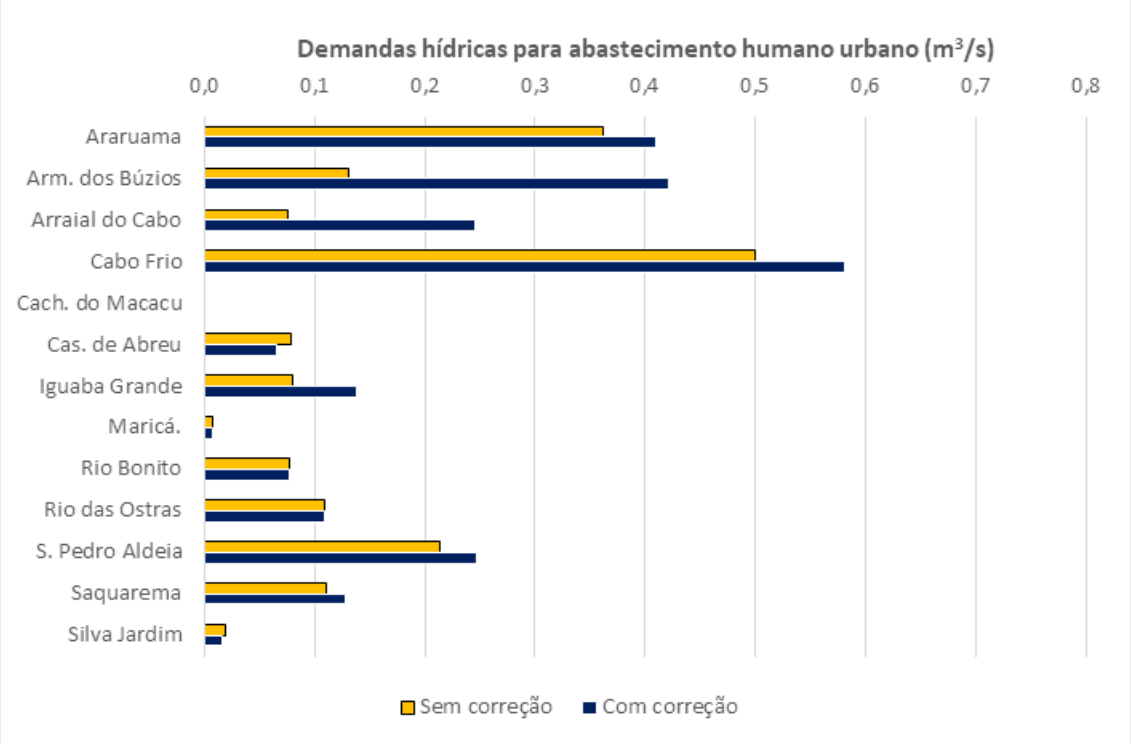


Figura 7.320 – Comparação das demandas hídricas municipais para abastecimento humano urbano em 2023, sem e com consideração da população flutuante e da correção do Censo Demográfico 2022.

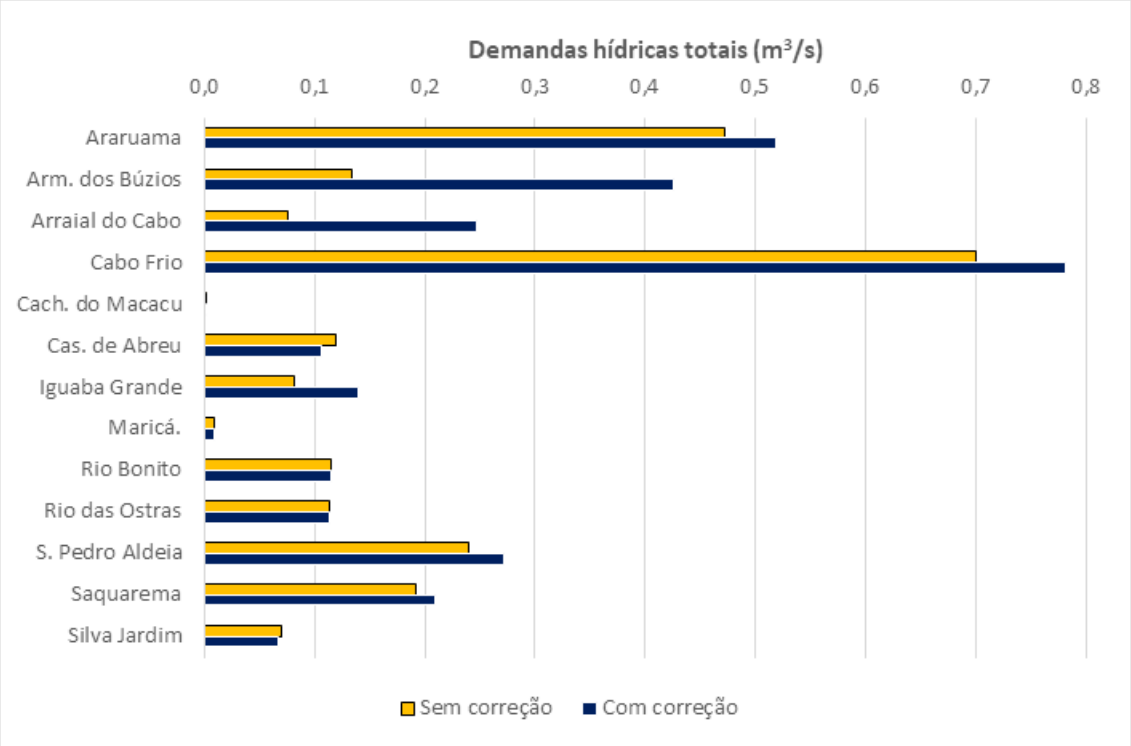


Figura 7.321 – Usos consuntivos de água na parte de cada município que se insere na RH-VI em 2023 considerando população flutuante e o Censo Demográfico 2022.

Fica evidenciada a dominância das demandas dos municípios de Cabo Frio, Armação dos Búzios e Araruama; Maricá e Rio das Ostras têm demandas consideráveis quanto aos totais municipais; como acham-se parcialmente ou suas sedes são abastecidas fora da RH-VI, quando se considera os valores na parte que nela se insere, os valores de uso de água ficam menos expressivos.

Também se pode constatar que o grande uso consuntivo de água é para abastecimento humano urbano. Na Figura 7.322 os usos consuntivos totais na RH-VI são apresentados pelos percentuais do uso total em 2023. O abastecimento humano urbano responde por 83% dos usos, enquanto os demais (abastecimento humano rural, irrigação, criação de animais, indústria de transformação) de acham-se em torno de 4%. A mineração usa apenas 0,09% do total, e não é apresentada na figura.

Da Figura 7.323 à Figura 7.335 são apresentadas as distribuições percentuais das demandas hídricas em cada município da RH-VI. Aqueles em que as sedes municipais são abastecidas por recursos hídricos da RH-VI apresentam dominância do Abastecimento Humano Urbano. Alguns municípios como Arraial do Cabo, Armação dos Búzios e Iguaba Grande têm praticamente apenas esta categoria de uso de água.

Aqueles que são abastecidos com águas captadas fora da RH-VI, Maricá e Rio das Ostras, têm suas demandas para Criação de Animais, Abastecimento Humano Rural ou Mineração com dominância dos usos de água.

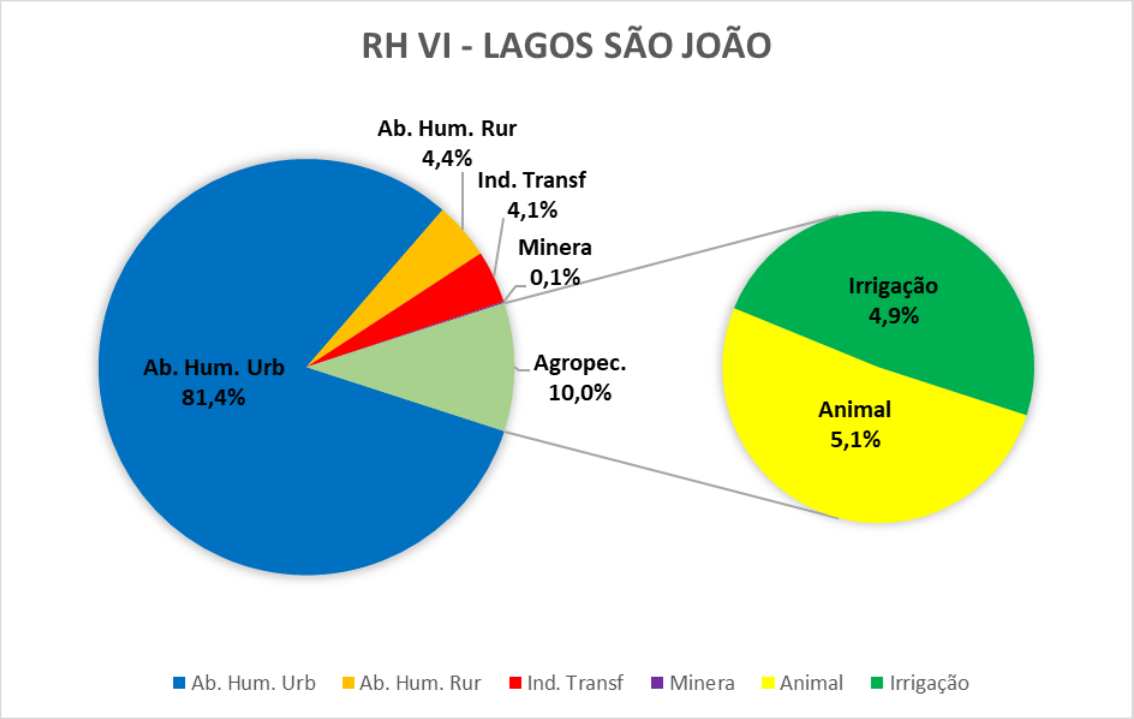


Figura 7.322 – Distribuição dos consuntivos por categoria na Região Hidrográfica VI Lagos São João em 2023

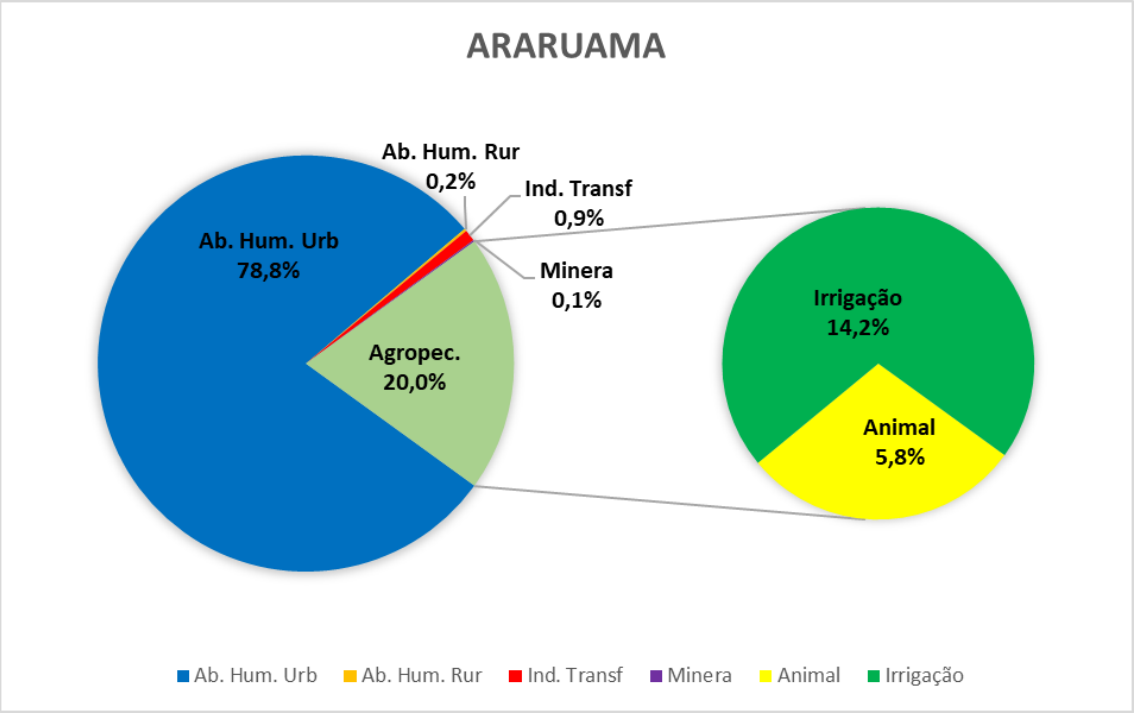


Figura 7.323 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Araruama que se insere na RH-VI em 2023

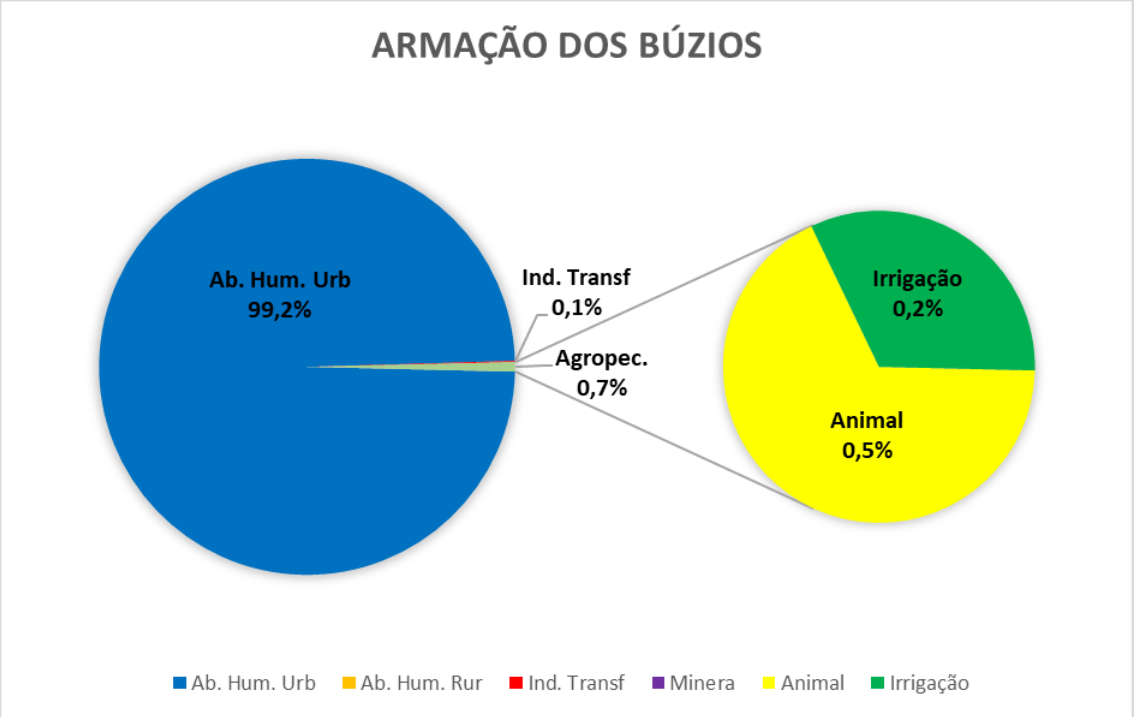


Figura 7.324 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Armação de Búzios que se insere na RH-VI em 2023

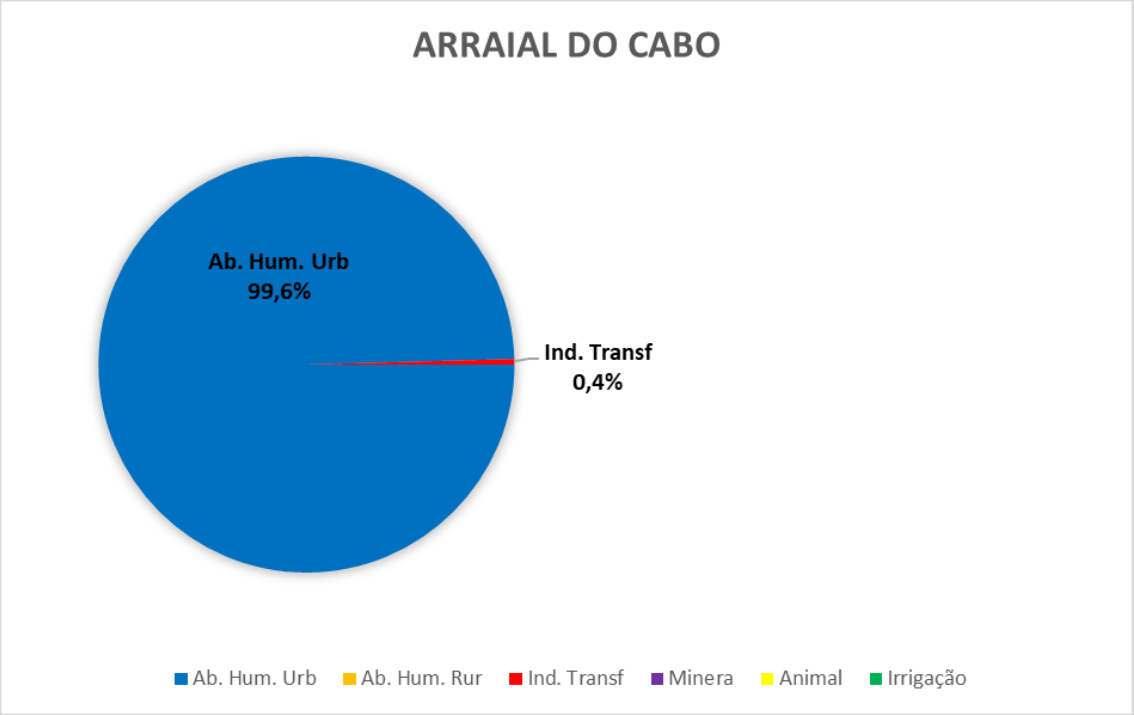


Figura 7.325 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Arraial do Cabo que se insere na RH-VI em 2023

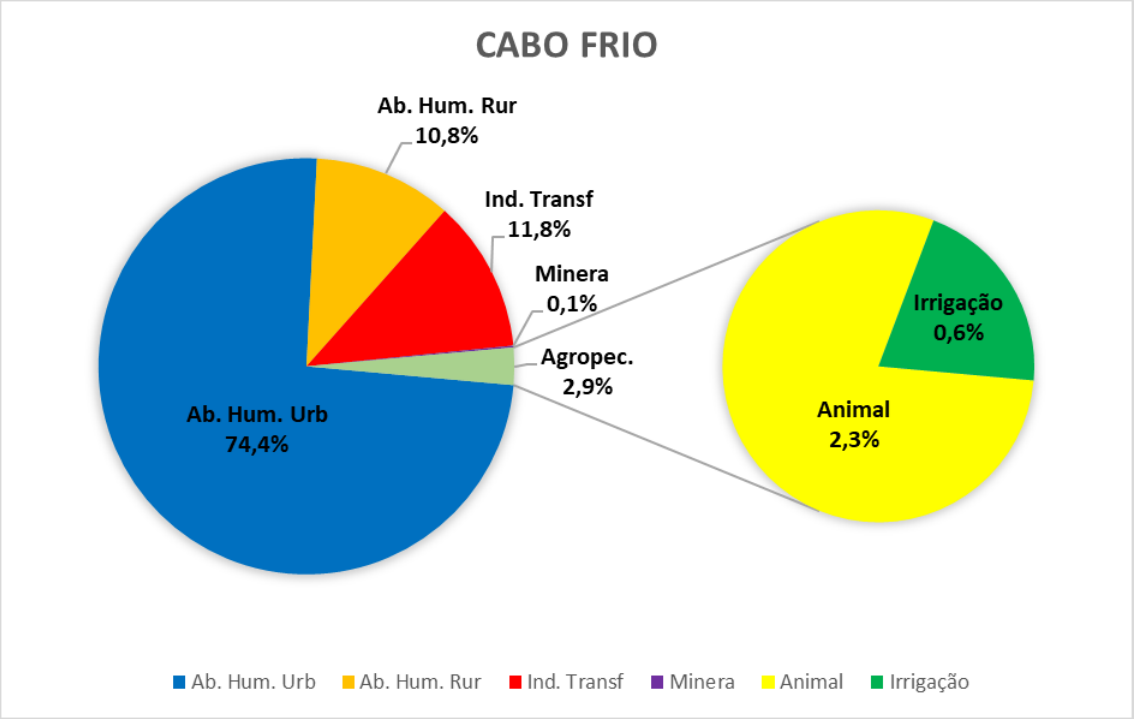


Figura 7.326 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Cabo Frio que se insere na RH-VI em 2023

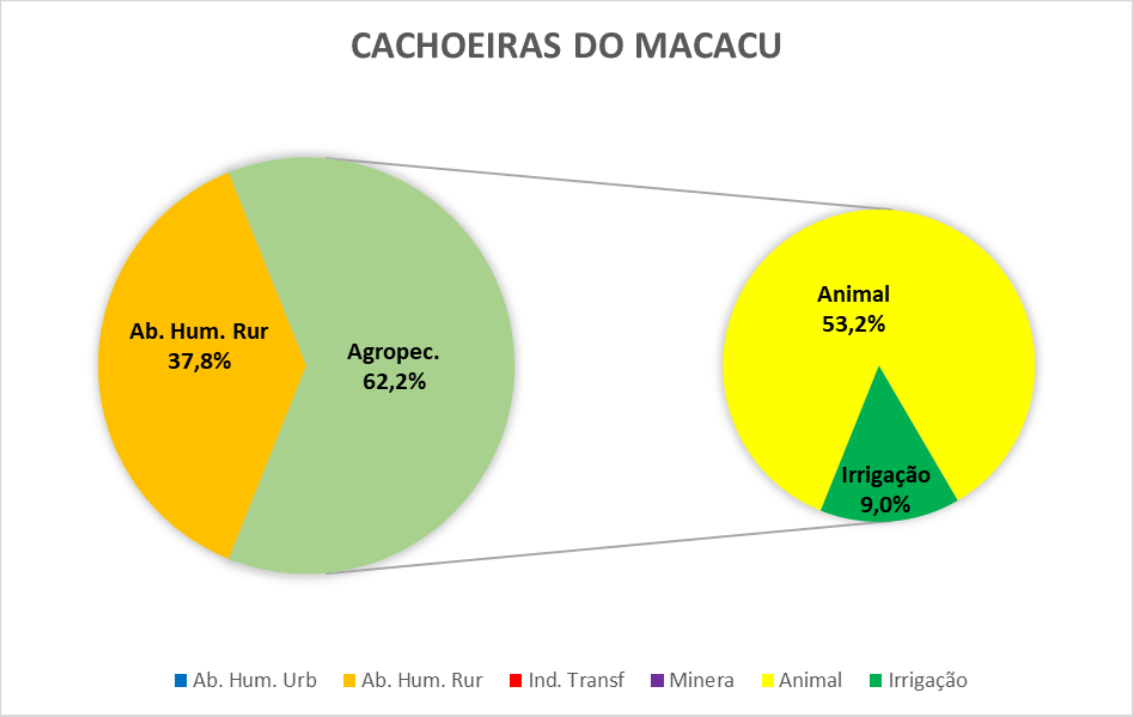


Figura 7.327 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Cachoeiras do Macacu que se insere na RH-VI em 2023

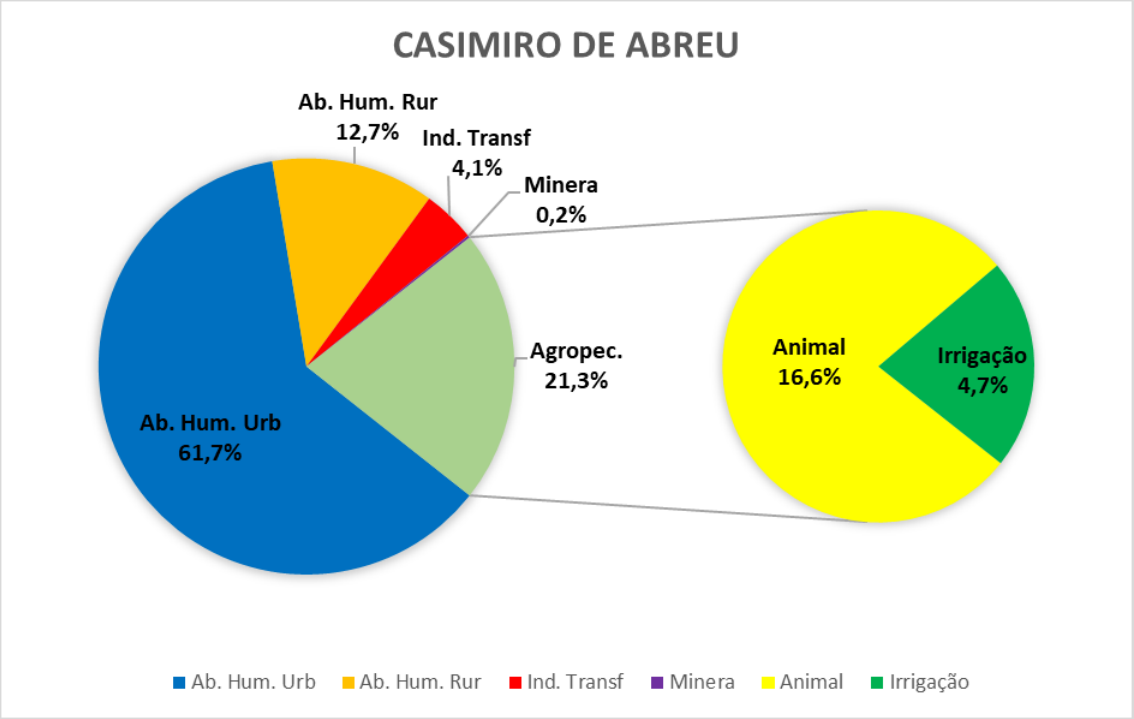


Figura 7.328 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Casimiro de Abreu que se insere na RH-VI em 2023

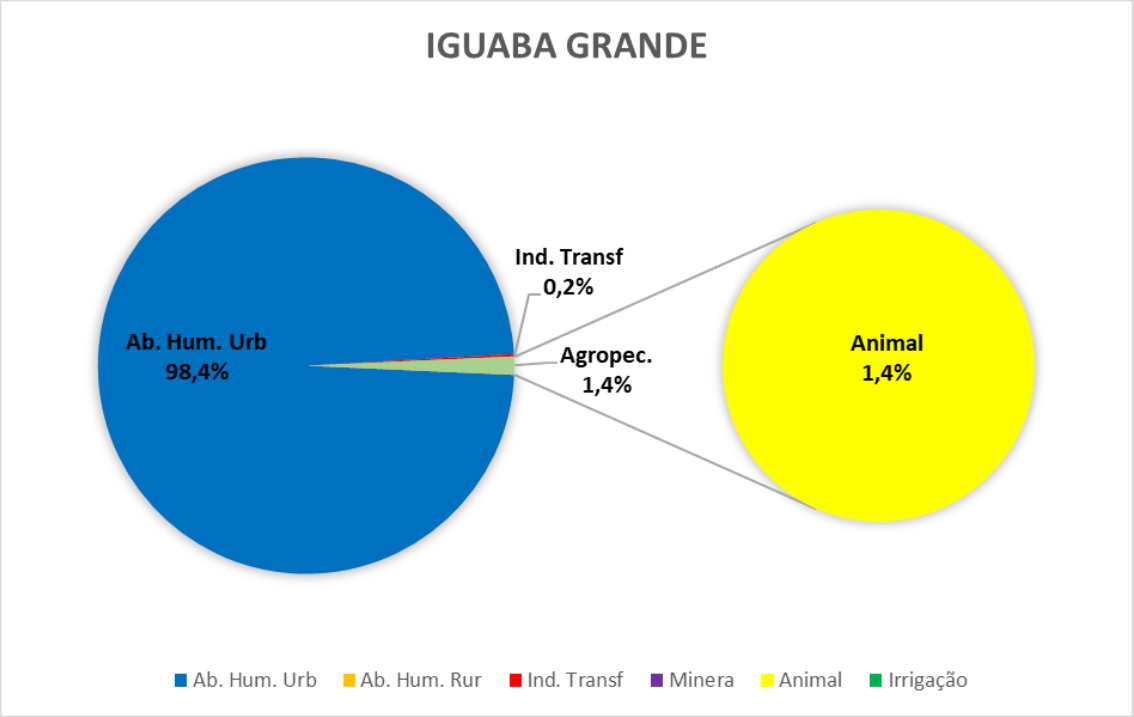


Figura 7.329 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Iguaba Grande que se insere na RH-VI em 2023

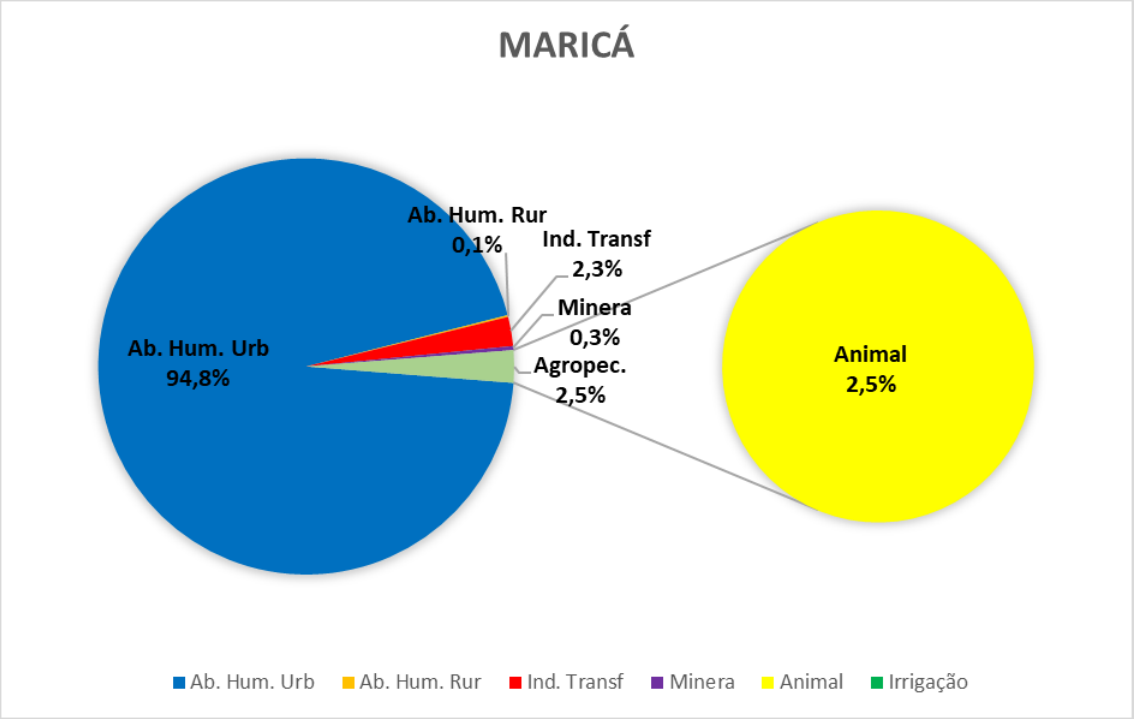


Figura 7.330 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Maricá que se insere na RH-VI em 2023

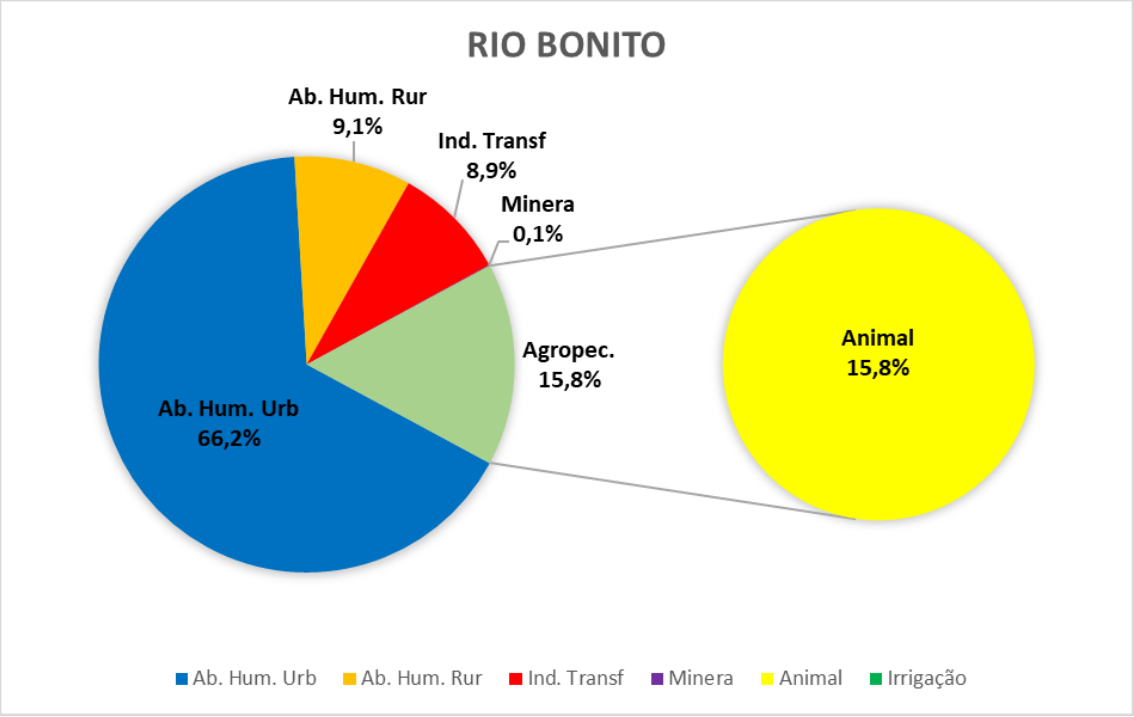


Figura 7.331 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Rio Bonito que se insere na RH-VI em 2023

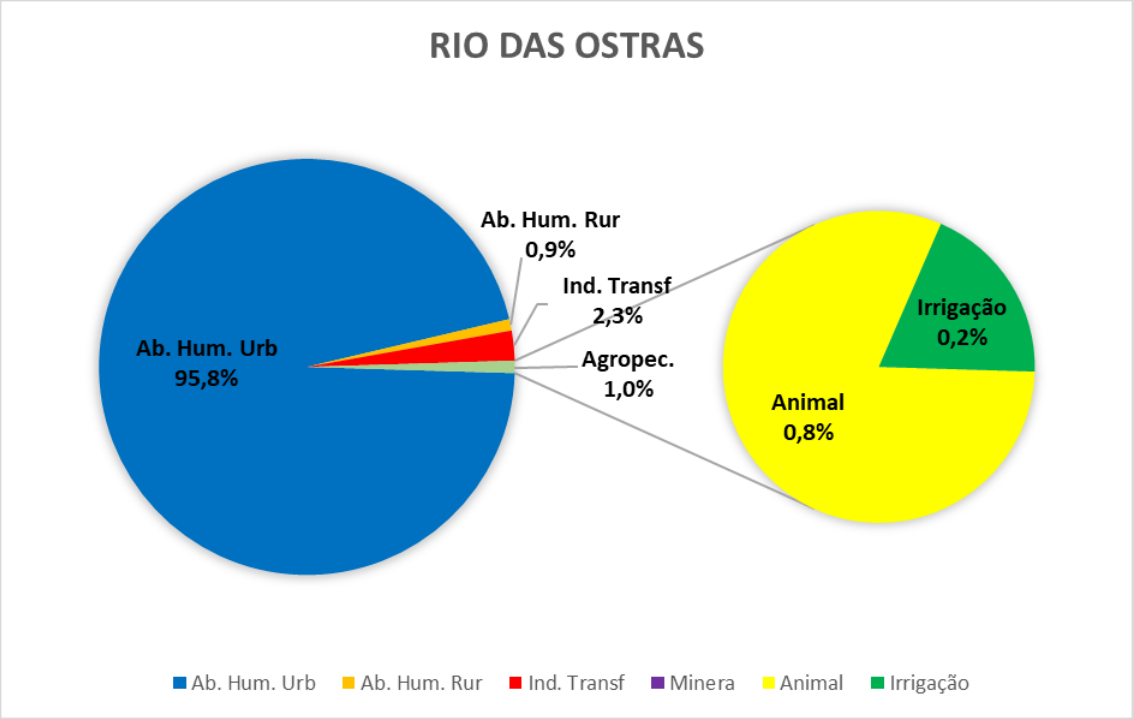


Figura 7.332 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Rio das Ostras que se insere na RH-VI em 2023

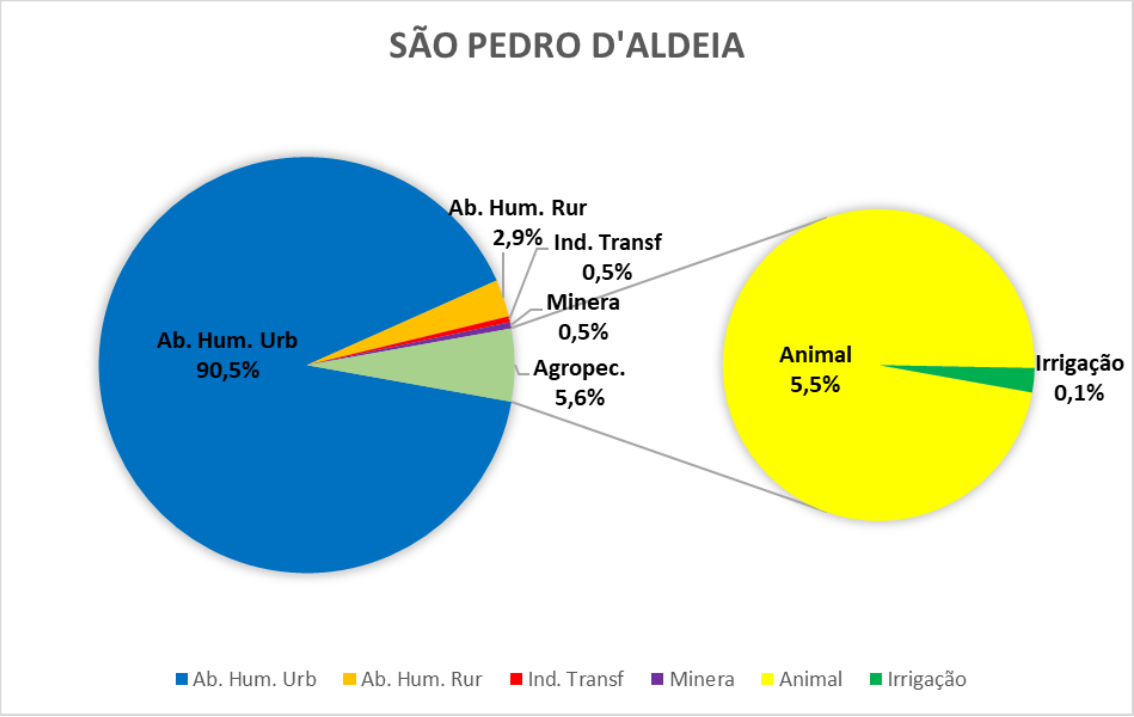


Figura 7.333 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de São Pedro da Aldeia que se insere na RH-VI em 2023

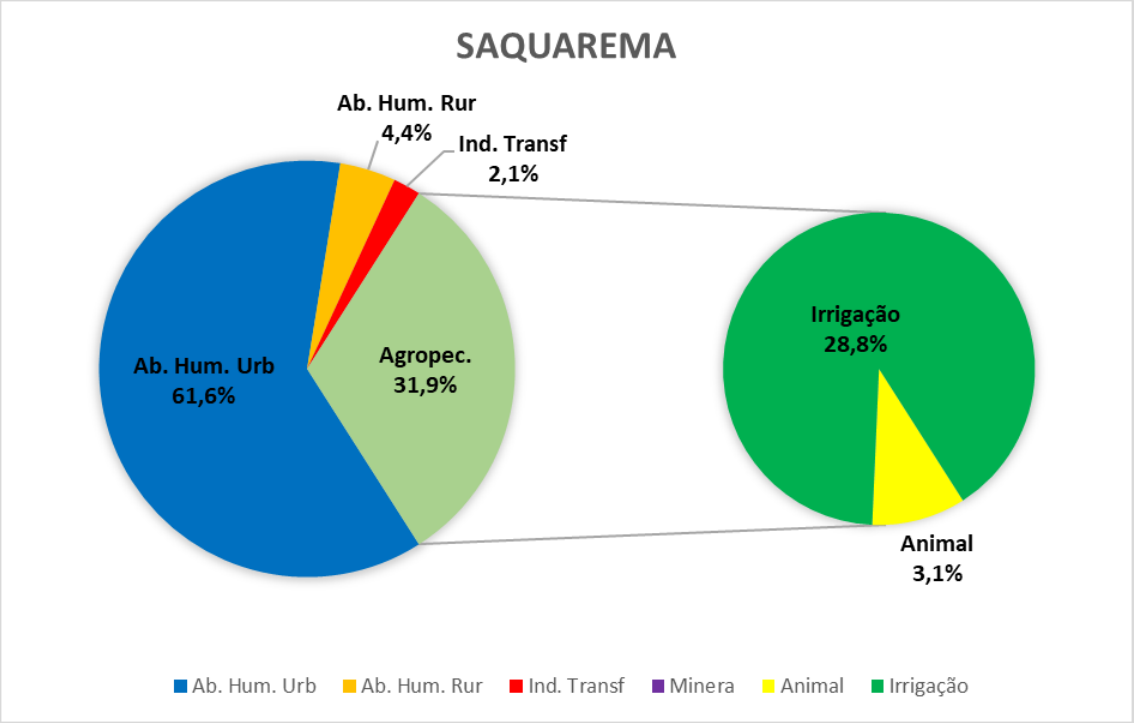


Figura 7.334 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Saquerema que se insere na RH-VI em 2023

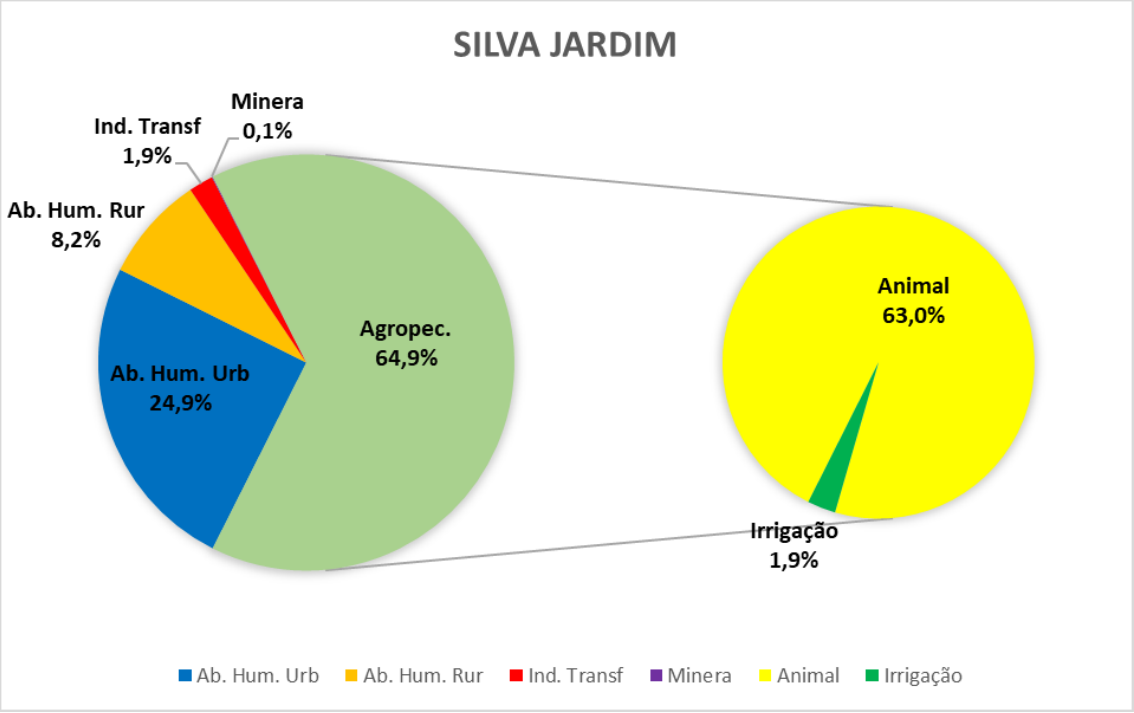


Figura 7.335 – Distribuição percentual dos usos consuntivos de água na parte do município de Silva Jardim que se insere na RH-VI em 2023

7.3.3.2 Usos consuntivos por ottobacias

Como foi previamente comentado o Banco de Dados de Uso de Água da ANA – BD – Usos – apresenta as estimativas por município a as projeta nas ottobacias, de acordo com critérios relacionados às imagens satelitárias. Com isto tem-se estimativas de demandas para cada uso consuntivo nas 448 células (ottobacias) delimitadas na RH-VI.

Estas estimativas por ottobacias apresentam maior resolução do que as realizadas por município ou por Unidade Hidrológica de Planejamento, e permitem melhor visualização da distribuição espacial das demandas hídricas consuntivas na RH-VI. Da Figura 7.336 a Figura 7.341 são apresentadas as distribuições espaciais das demandas hídricas na RH-VI. A Figura 7.342 totaliza estas demandas, sempre referentes ao ano 2023.

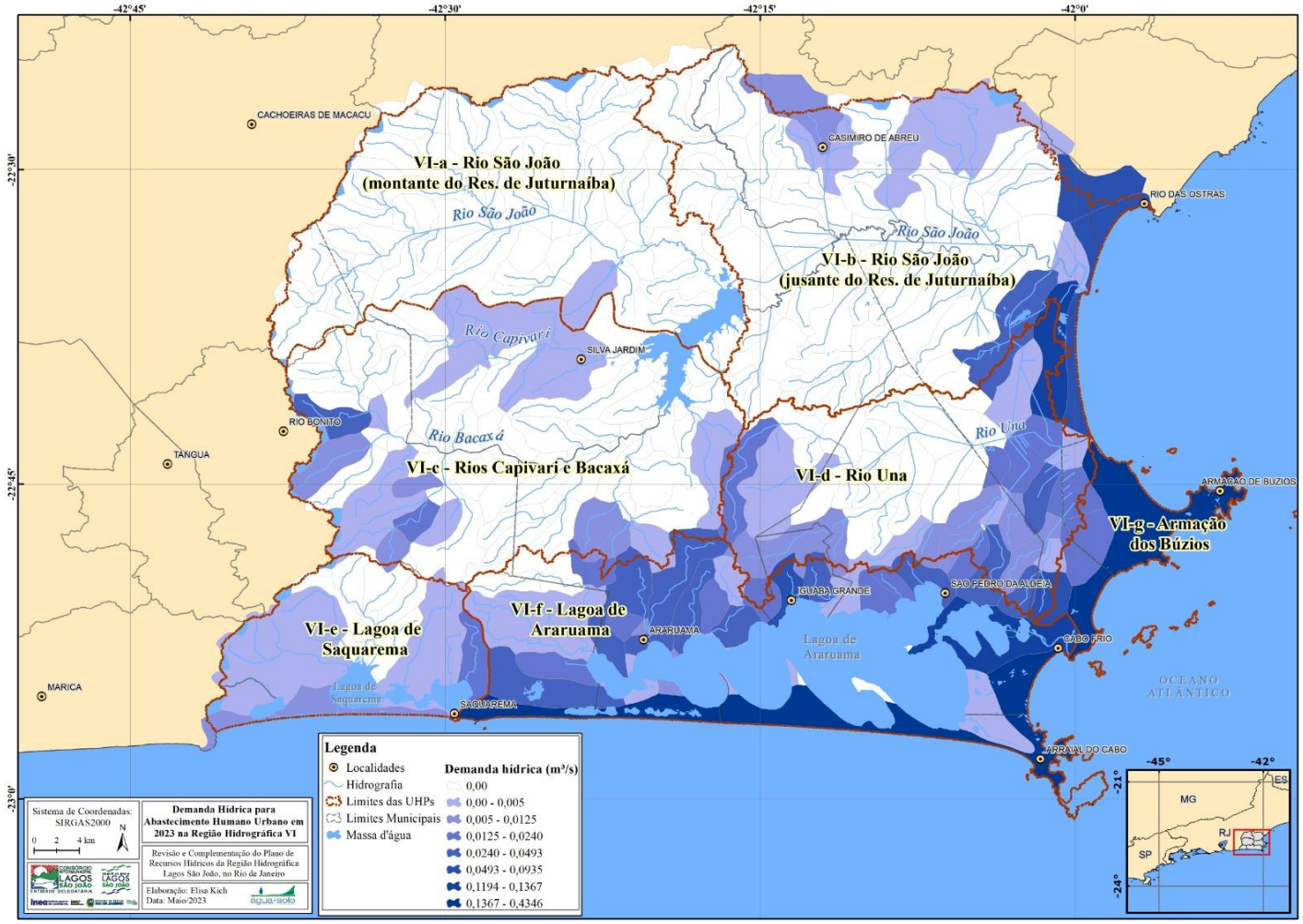


Figura 7.336 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Urbano em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

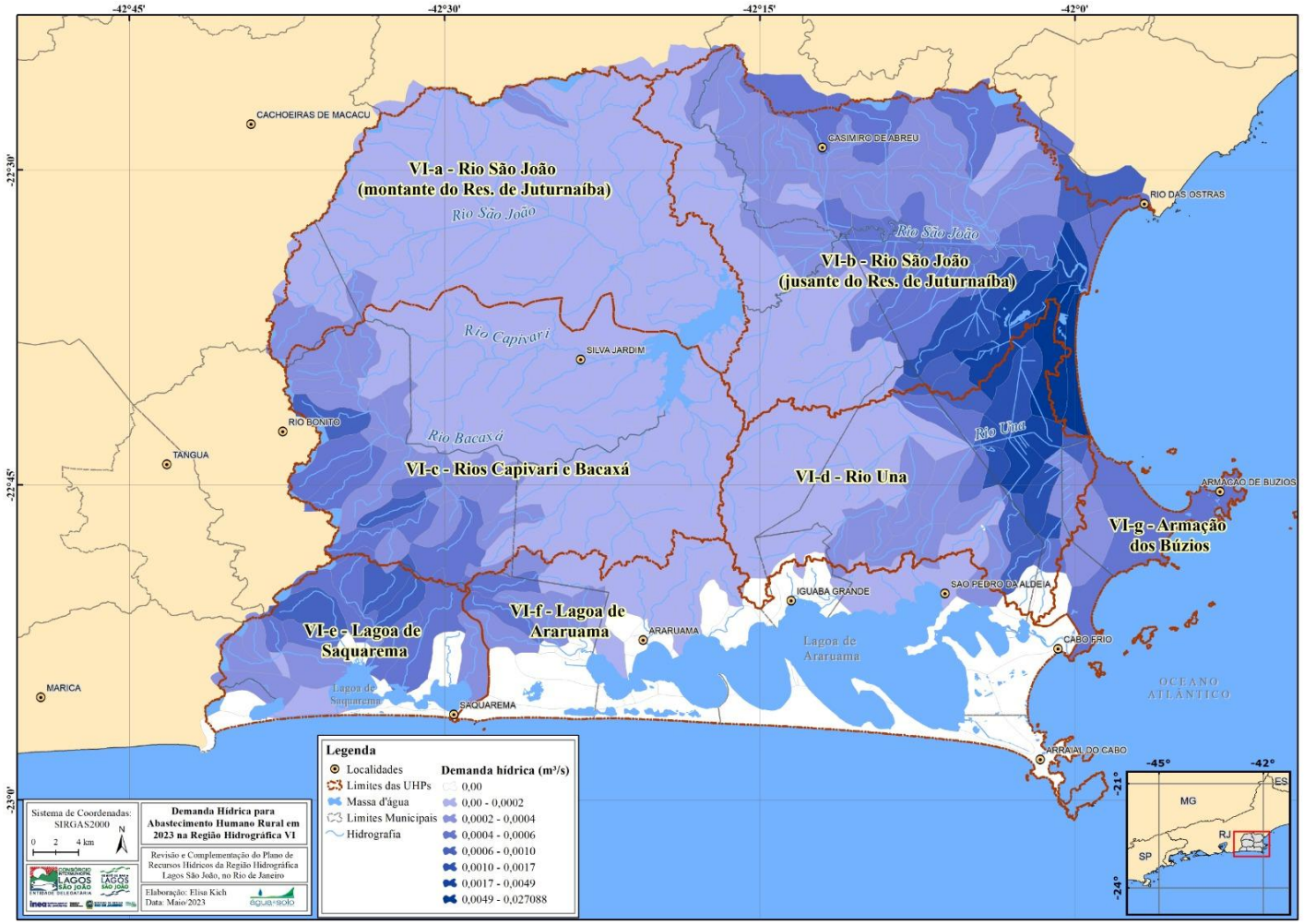


Figura 7.337 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano Rural em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

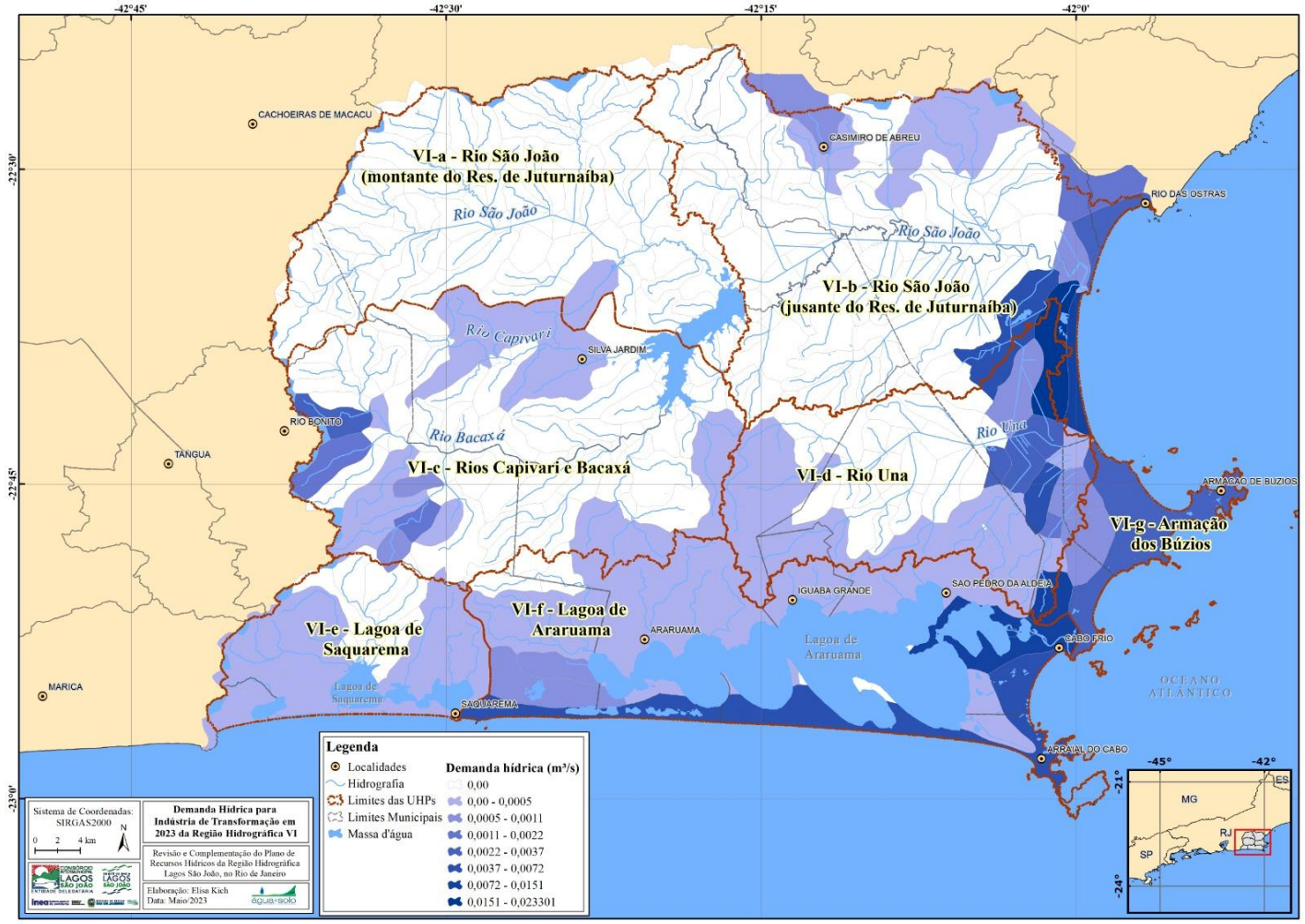


Figura 7.338 – Demanda Hídrica para Indústria de Transformação em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

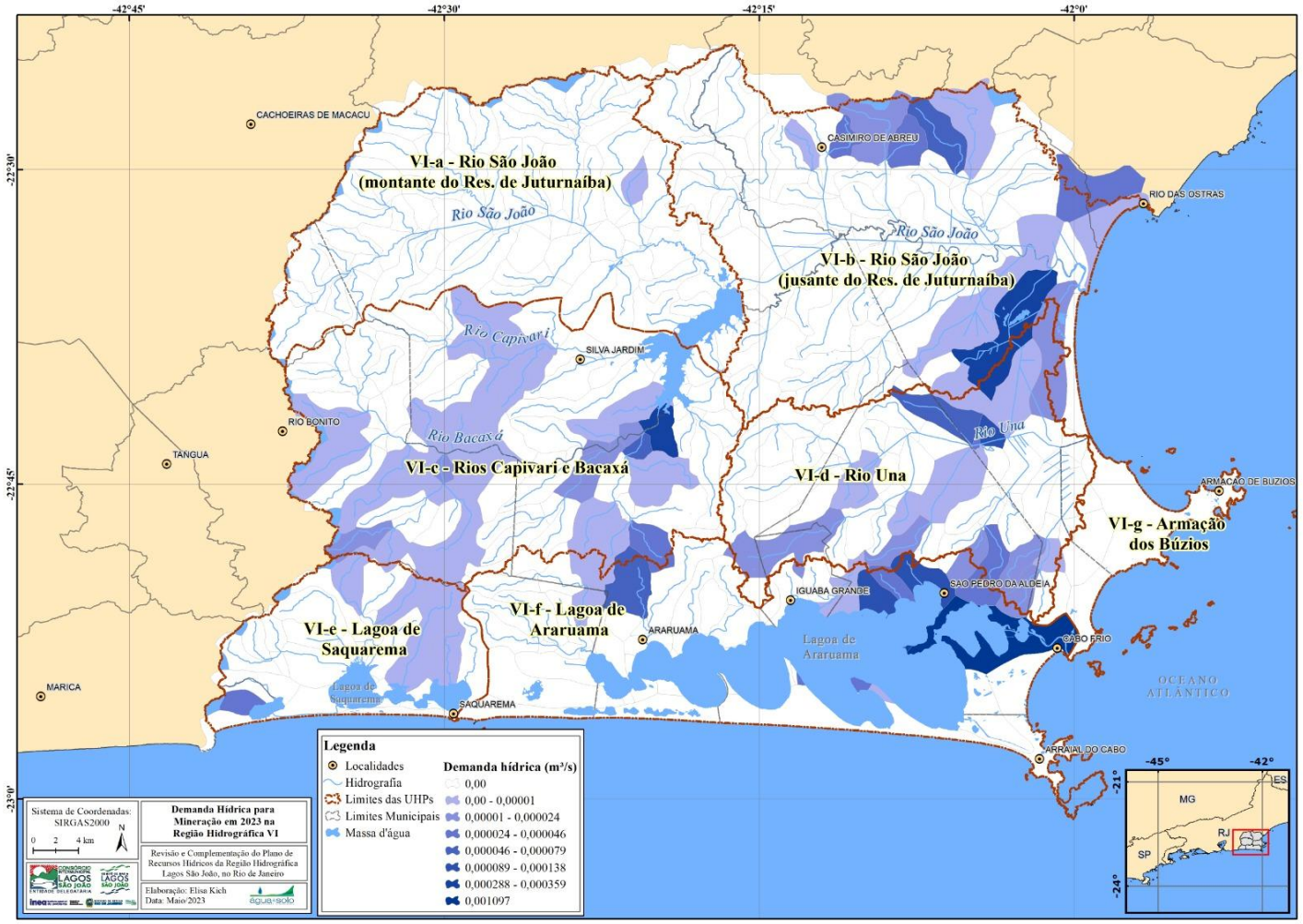


Figura 7.339 – Demanda Hídrica para Indústria Extrativa (mineração) em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

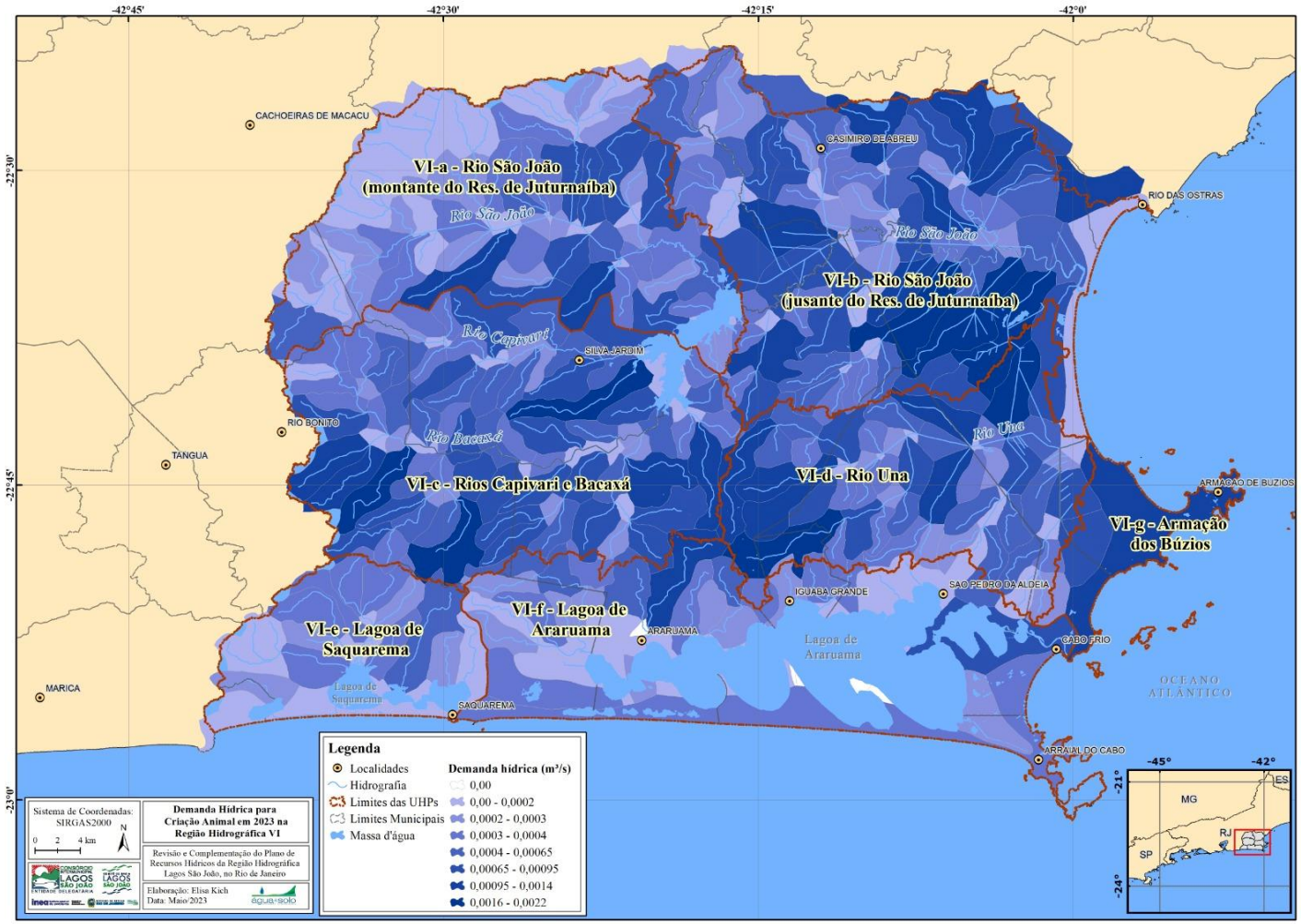


Figura 7.340 – Demanda Hídrica para Criação de Animais em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

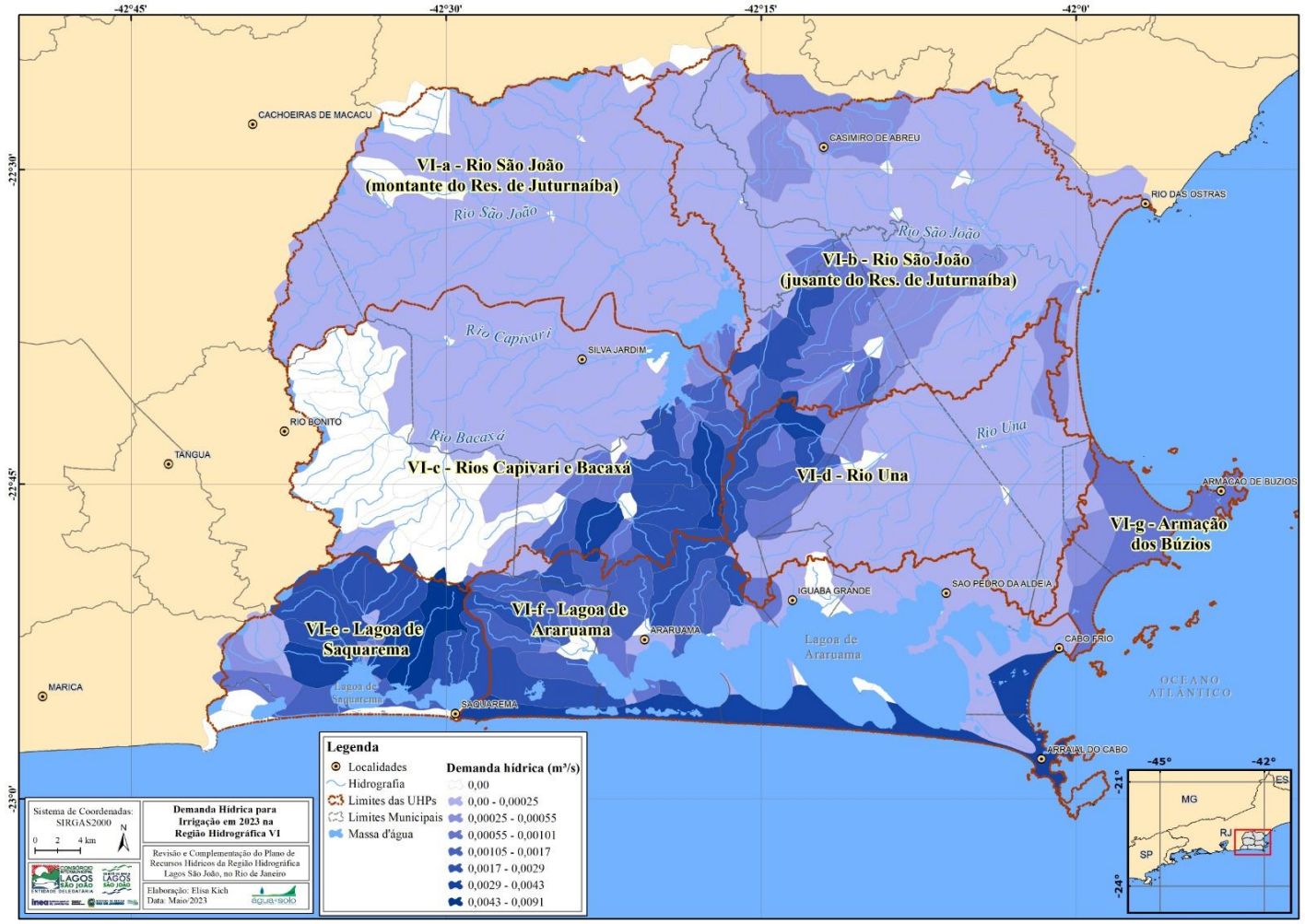


Figura 7.341 – Demanda Hídrica para Irrigação em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

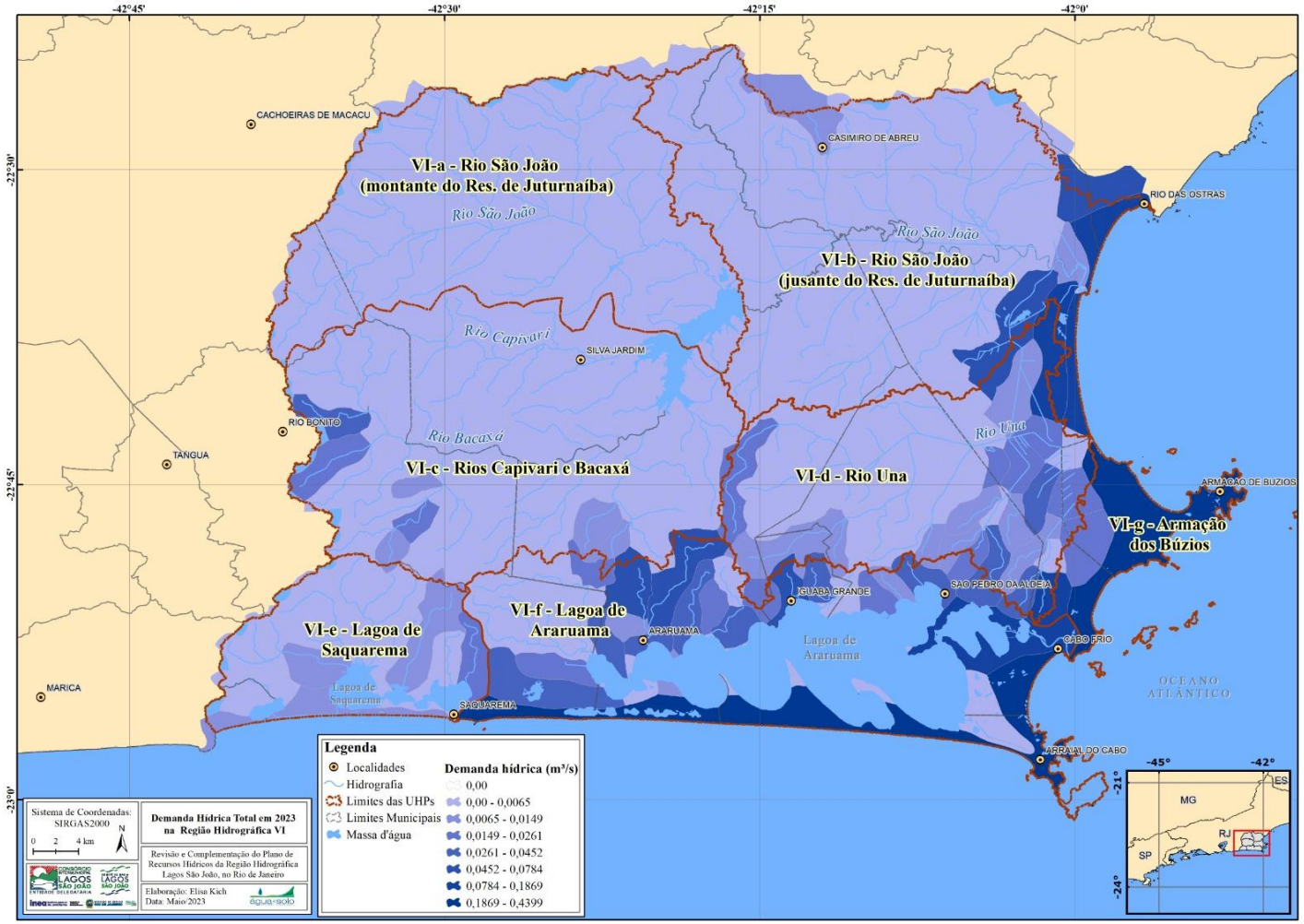


Figura 7.342 – Demanda Hídrica Total em 2023.
Fonte: Elaboração Própria.

Deve ser enfatizado que as cores dos mapas seguem uma escala que é própria da demanda hídrica que é representada no mapa. Sendo assim, uma cor mais escura, no mapa de demandas de abastecimento urbano, por exemplo, refere-se ao intervalo de 0,1367 a 0,4346 m3/s, enquanto esta cor, no caso do Abastecimento Humano Rural se refere ao intervalo de demandas de 0,0049 a 0,027088 m3/s. Portanto, eles devem ser considerados isoladamente, informando a variabilidade espacial das demandas hídricas e nunca comparados mapas que representam variáveis distintas.

Os mapas apresentados permitem realizar as seguintes identificações:

- Demandas humanas urbanas (Figura 7.336): estas demandas estão concentradas nas zonas litorâneas lagunares (especialmente na Lagoa de Araruama) e marítimas, e nas áreas nos seus entornos. Também são identificadas algumas concentrações no entorno das sedes dos municípios de Rio Bonito, à leste, e Casimiro de Abreu, ao norte;
- Demandas humanas rurais (Figura 7.337): a maior concentração destas demandas ocorre entre as fozes dos rios São João e Una, próximo à zona urbanizada. Demandas rurais também ocorrem no entorno das demais zonas urbanizadas, possivelmente devido aos critérios de identificação das populações urbanas e rurais por parte do IBGE;
- Demandas da indústria de transformação (Figura 7.338): novamente a maior concentração é encontrada na zona costeira entre as fozes dos Rios São João e Una; como a demanda da população rural, estas demandas acham-se próximas às concentrações urbanas;
- Demanda da indústria extrativa (mineração) (Figura 7.339): ocorrem em manchas dispersas na RH-VI, com concentração no litoral nordeste da Lagoa de Araruama e no divisor de águas entre as UHP b – Rio São João, jusante do reservatório de Juturnaíba e UHP d – Rio Una; outras são encontradas no divisor de água entre a RH-VI e a RH-VIII (Macaé e das Ostras), e a montante do Reservatório de Juturnaíba, se espraiando para a parte superior da UHP VI f – Lagoa de Araruama.
- Demanda da criação de animais (Figura 7.340): dispersa em toda RH-VI, em especial ao norte das Lagoas de Saquarema e Araruama.
- Demanda de irrigação (Figura 7.341): além de serem detectadas na região litorânea marítima, entre Saquarema e Cabo Frio, ocorre em a partir da margem norte da Lagoa

de Saquarema, passando à margem oeste da Lagoa de Araruama e dali se dirigindo para nordeste, pelo divisores de água entre as UHP VI c – Rios Capivari e Bacaxá e VI d – Rio Una, adentrando na UHP VI b – Rio São João, jusante do Reservatório de Juturnaíba.

- Demanda total (Figura 7.342): as demandas hídricas se concentram no litoral marítimo e da Lagoa de Araruama, principalmente.

7.3.3.3 Usos consuntivos por UHP

Os valores estimados de usos consuntivos de água na RH-VI estimados nas ottobacias foram acumulados em cada UHP. Os resultados são apresentados na Tabela 7.87 e ilustrados na Figura 7.343.

Tabela 7.87 – Estimativas de usos consuntivos de água nas UHPs da RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022. (ANA,2021; IBGE, 2022c; SERENCO, 2013).

UHP	Ab. Hum.	Ab. Hum. Rur	Ind. Transf	Irriga-ção	Mine-ração	Ani-mal	Total (m³/s)
VI-a: Rio São João Montante	0,0004	0,0037	0,0000	0,0020	0,0000	0,0231	0,0293
VI-b: Rioi São João Jusante	0,4179	0,0814	0,0505	0,0208	0,0005	0,0405	0,6117
VI-c: Rios Capivari e Bacaxá	0,1167	0,0120	0,0118	0,0281	0,0006	0,0452	0,2145
VI-d: Rio Una	0,2593	0,0248	0,0184	0,0126	0,0003	0,0266	0,3419
VI-e: Lagoa de Saquarema	0,0565	0,0071	0,0017	0,0463	0,0000	0,0046	0,1163
VI-f: Lagoa de Araruama	1,0324	0,0028	0,0210	0,0350	0,0019	0,0101	1,1032
VI-g: Armação dos Búzios	0,5621	0,0014	0,0198	0,0014	0,0000	0,0034	0,5880
Total	2,4452	0,1332	0,1233	0,1464	0,0034	0,1535	3,0050

O maior uso de água ocorre na UHP VI-g Lagoa de Saquarema e a menor na UHP VI-a Rio São João a montante do Reservatório de Juturnaíba. O uso para abastecimento humano urbano prepondera em todas as UHP com a exceção desta mesma UHP VI-a, onde o uso rural (abastecimento humano, criação de animais e irrigação) preponderam. A bacia hidrográfica do Rio São João, após o Reservatório de Juturnaíba, incrementa significativamente a população urbana e seus usos de água, mas mantendo ainda uma significativa participação rural e da indústria de transformação.

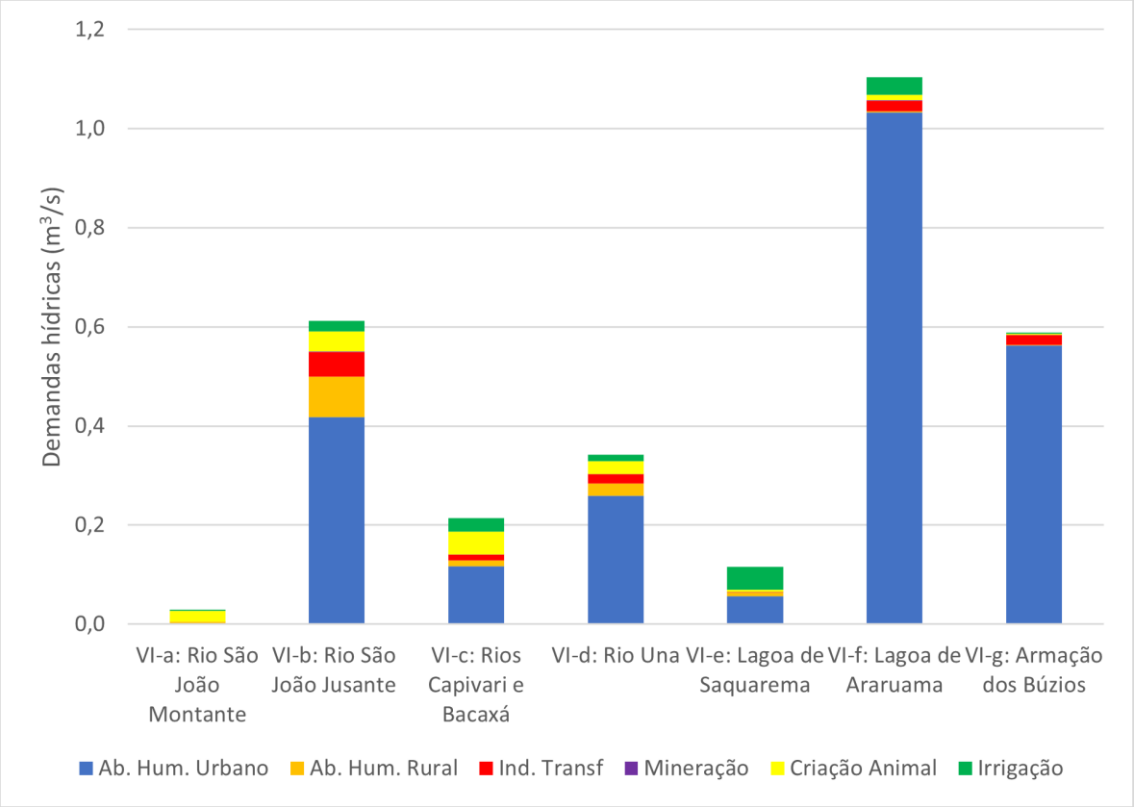


Figura 7.343 - Estimativas de usos consuntivos de água nas UHPs da RH-VI em 2023, com as correções relacionadas à população flutuante e às estimativas do Censo 2022.

As UHP no entorno da Lagoa de Saquarema (UHP VI-f) e nas UHPs do Rio Una e da Armação dos Búzios (UHP VI-g) há uma grande dominância dos usos da população urbana. A UHP VI-e Lagoa de Saquarema apresenta um significativo uso de água para irrigação, que chega próximo à vazão destinada ao abastecimento humano urbano.

7.3.3.4 Comparação entre outorgas e estimativas de demandas consuntivas

A Figura 7.344 compara os valores médios e máximos de outorga, seja de águas superficiais ou subterrâneas, conforme Banco de Outorgas no INEA, com os valores estimados pela ANA (2021b) de demandas hídricas, com as correções referentes à população flutuante e aos dados preliminares recentes do Censo Demográfica de 2022, acumulados por município. Verifica-se uma grande discrepância entre os três valores acumulados. As outorgas, sejam médias ou máximas, superam significativamente as estimativas de demandas hídricas em Araruama. Em Silva Jardim as outorgas máximas superam as estimativas de demanda hídrica, que por usa vez superam as vazões médias outorgadas.

Em Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio e São Pedro da Aldeia as estimativas de demandas hídricas superam os valores outorgados de vazões médias e máximas.

Ocorre adicionalmente uma significativa diferença entre as categorias outorgadas pelo INEA e as categoria de uso de água considerada pela ANA.

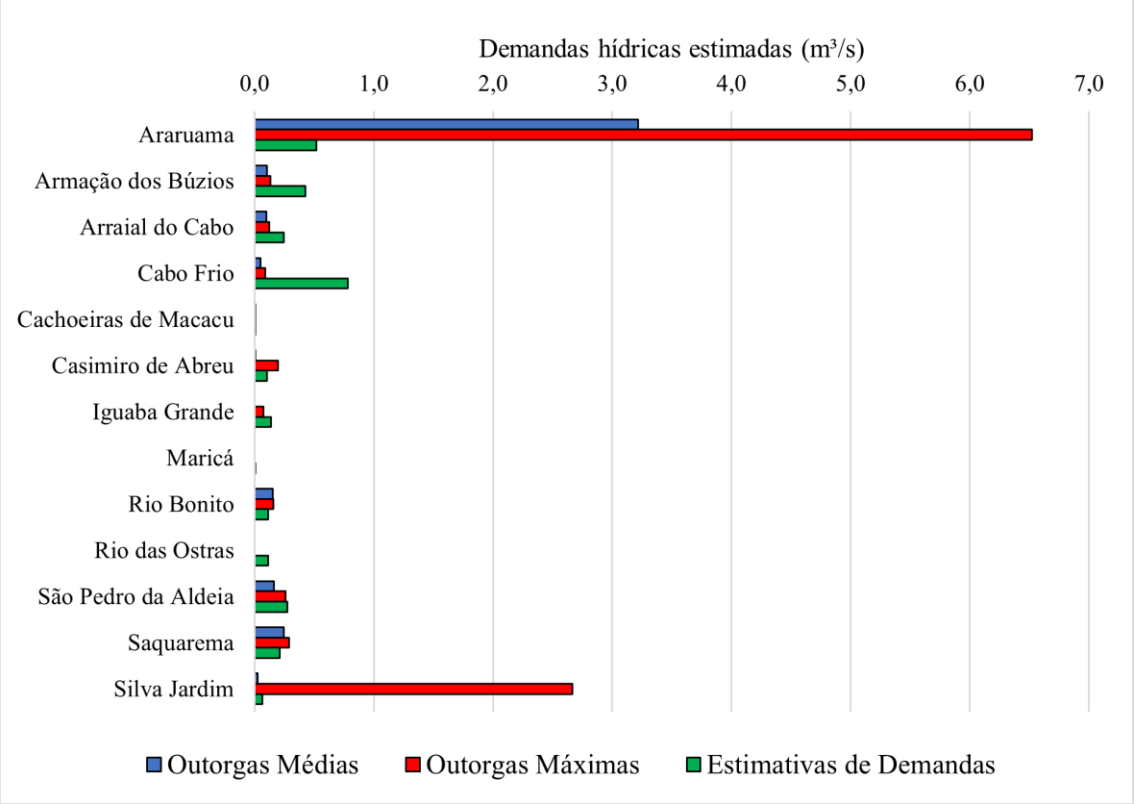


Figura 7.344 – Comparação entre valores médios e máximos acumulados das outorgas de águas superficiais e subterrâneas com as estimativas de demandas hídricas consuntivas, por município.
Fonte: Para outorgas, Banco de Outorgas do INEA; para estimativas de demandas hídricas, a base é ANA (2021b) com ajustes para população flutuante e correções do Censo 2022.

7.3.4 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).

7.4 Balanço Hídrico Quantitativo

A partir da relação entre a disponibilidade hídrica e as demandas por água é possível realizar o balanço hídrico quantitativo. Desta forma, pode-se identificar os principais problemas da bacia em termos de comprometimento hídrico. Nos itens a seguir será abordada a metodologia aplicada.

7.4.1 Síntese metodológica

O balanço hídrico foi realizado para as UHPs a partir dos resultados de disponibilidade hídrica, provenientes dos resultados 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.

7.4.2 Descrição do modelo de balanço hídrico

O pacote de ferramentas WARM-GIS consiste em um sistema de apoio à decisão para gerenciamento de bacias hidrográficas. Desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ UFRGS, esse pacote de ferramentas é utilizado internamente em um software de SIG.

A partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), é realizada a simulação quantitativa que possibilita a verificação dos impactos dos usos sobre a disponibilidade da água. O modelo opera em regime permanente, ou seja, sem variação no tempo, permitindo um retrato

da bacia hidrográfica em um determinado momento, geralmente em um cenário definido de pouca disponibilidade hídrica, podendo ser caracterizado estatisticamente como como uma vazão de referência (normalmente a vazão de 90% ou 95% de permanência – esta adotada no estado do Rio de Janeiro). A Figura 7.345 apresenta um esquema do modelo de balanço hídrico do WARM-GIS.

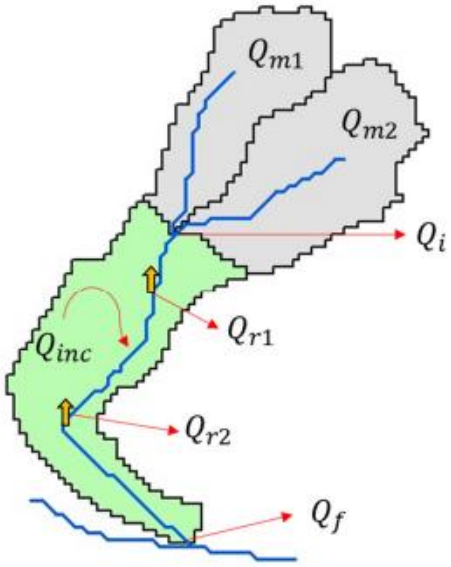


Figura 7.345 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS.

Onde: Q_{m1}, Q_{m2}, …, Q_{mn} são as vazões remanescentes das minibacias de montante; Q_i é a vazão inicial da minibacia; Q_{inc} é a vazão incremental da minibacia; Qr_1, Qr_2, …, Qr_n são os pontos de retirada localizados em qualquer local no interior da minibacia; e Q_f é a vazão remanescente final da minibacia;

O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Estresse Hídrico (*IEH*), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio (Kayser e Collischonn, 2017).

$$IEH = \frac{Q_{disp} - Q_f}{Q_{disp}} * 100$$

onde Q_{disp} é a vazão disponível, representada pela vazão natural acrescida do efeito dos reservatórios e transposições.

7.4.3 Dados de entrada do modelo de balanço hídrico

O balanço hídrico calculado pelo modelo WARM-GIS foi obtido através dos seguintes arquivos de entrada:

- Topologia da bacia: correspondem aos arquivos vetoriais da drenagem, das minibacias e do arquivo MINI.GTP, os mesmos gerados na etapa de pré-processamento da modelagem hidrológica, utilizando o plugin IPH-Hydro Tools.
- Dados de vazão: os dados de vazão inseridos são obtidos pelo arquivo de saída do modelo MGB, que possui os resultados das vazões obtidas para cada trecho de rio. Podendo-se definir diferentes cenários de disponibilidade hídrica.
- Pontos de retirada de água: os dados referentes aos usuários de água da bacia foram inseridos a partir do carregamento de uma tabela pré-configurada contendo as coordenadas e os valores de retiradas.

Para o cálculo do balanço da RH-VI considerou-se dois diferentes cenários de vazões de disponibilidade hídrica obtidas a partir dos resultados da modelagem hidrológica. Em um cenário foi considerado a vazão Q95 (vazão com 95% de permanência no tempo) e para outro, 40% da vazão Q95. Estas vazões foram analisadas pois, para o estado do Rio de Janeiro de acordo com a Resolução INEA nº 171/2019, “o cálculo de disponibilidade hídrica dos corpos hídricos tem como referência a vazão “Q95” e a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q95”.

A metodologia para determinação da demanda hídrica na bacia foi apresentada no 7.3.2. Para o cálculo do balanço hídrico foram utilizados os valores calculados para cada ottobacia.

7.4.4 Resultado do balanço hídrico quantitativo

Os resultados para o balanço hídrico quantitativo são apresentados através da distribuição dos valores do Indice de Comprometimento Hídrico (ICH) em classes de valores de 0% a 100%, que representam respectivamente, o menor nível e o maior nível de comprometimento. Representando o percentual de vazão utilizada pelas demandas em relação ao total.

7.4.4.1 Balanço hídrico quantitativo por UHP

O cálculo do balanço hídrico por UHP teve por objetivo central providenciar uma visão global do comprometimento hídrico para cada unidade. Deste modo foram consideradas as disponibilidades obtidas em cada exutório (Q95), conforme detalhamento apresentado no item

7.1.1 e as demandas totais de cada UHP, conforme apresentado no item 7.3.3.3. Esses valores, assim como o resultado do balanço hídrico estão apresentados na Tabela 7.88.

Tabela 7.88 - Valores utilizados e resultado do balanço hídrico quantitativo por UHP.

UHP	Q95 (m³/s)	Demanda total (m³/s)	IEH (%)
UHP VI-a Rio São João Montante	7,57	0,02932	0,39%
UHP VI-b Rio São João Jusante	22,47	0,61174	2,72%
UHP VI-c Rios Capivari e Bacaxá	14,26	0,21447	1,50%
UHP VI-d Rio Una	2,23	0,34194	15,33%
UHP VI-e Lagoa Saquarema	1,29	0,1163	9,02%
UHP VI-f Lagoa de Araruama	1,68	1,10322	65,67%
UHP VI-g Armação de Búzios	1,29	0,58798	45,58%

7.4.4.2 Resultados do balanço hídrico quantitativo por trechos de rio

Neste item são apresentados os resultados do balanço hídrico por trechos de rio, considerando os dados das demandas de água por ottobacia, para o cenário considerando a vazão de referência Q95 (Figura 7.346) e 40% da Q95 (Figura 7.347).

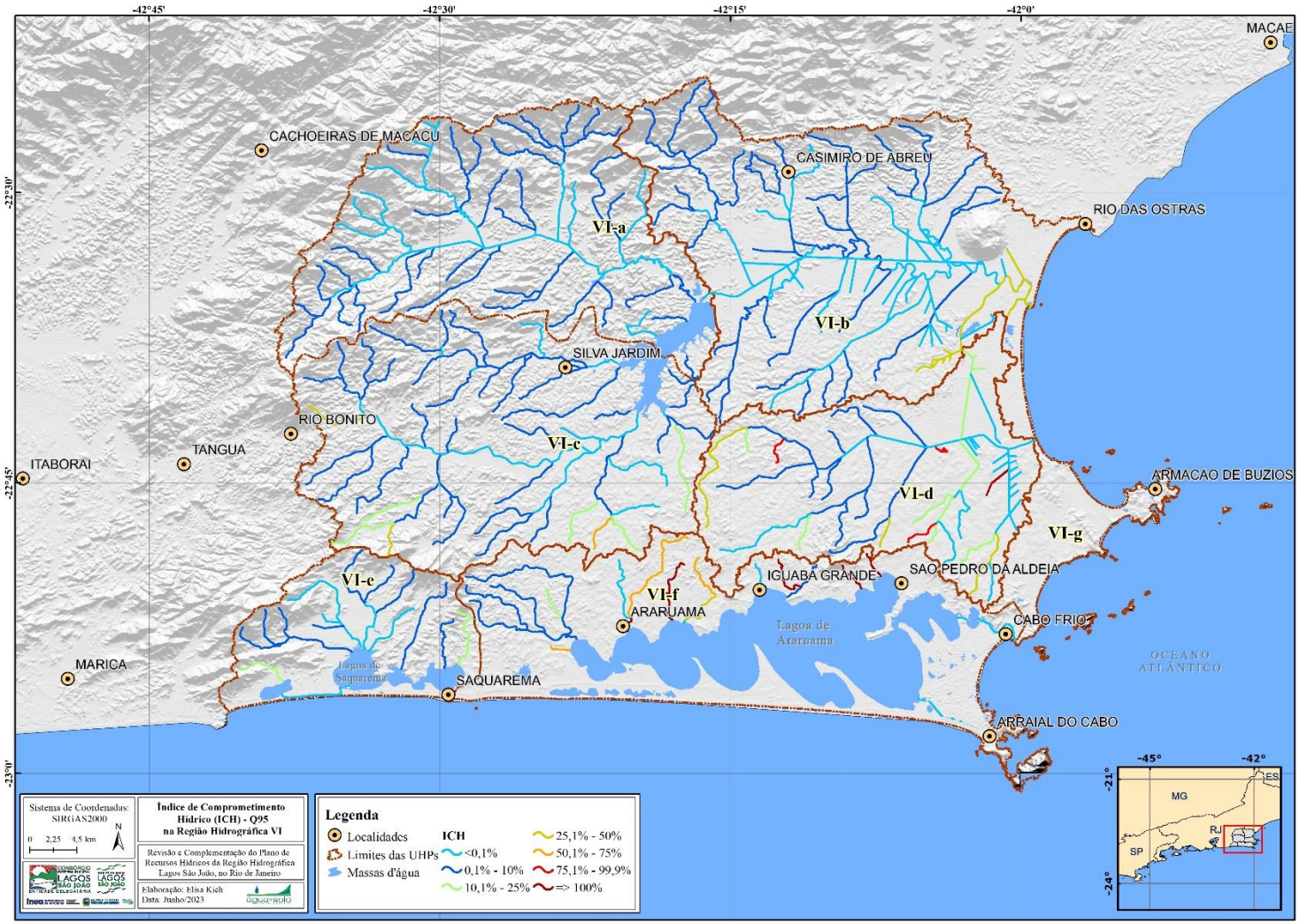


Figura 7.346 Balanço hídrico por trechos de rio considerando a vazão Q95 como disponibilidade hídrica.
Fonte: Elaboração própria.

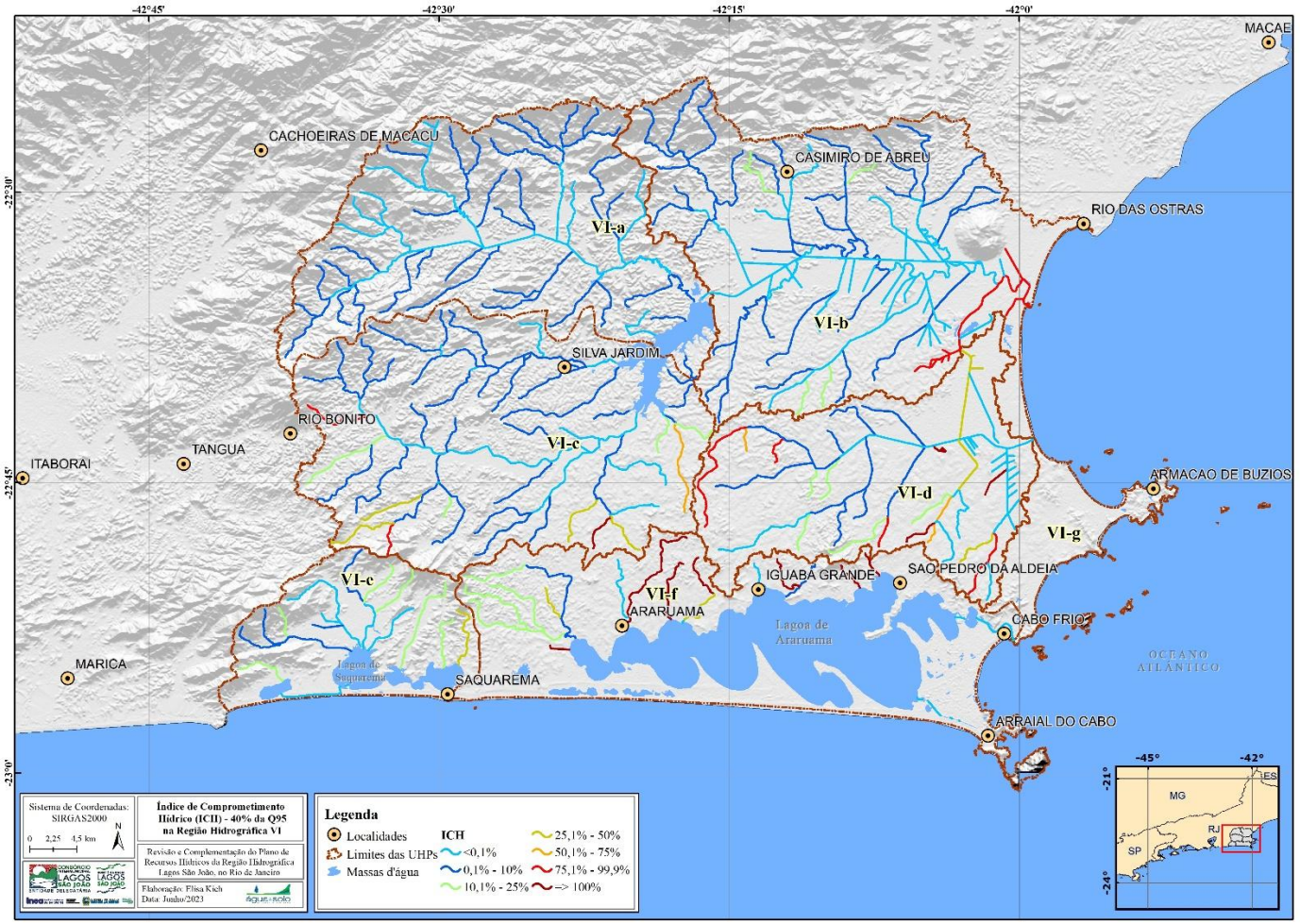


Figura 7.347 Balanço hídrico por trechos de rio considerando 40% da Q95 como disponibilidade hídrica.
Fonte: Elaboração própria.

7.4.5 Análises e considerações

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.

Na sub-bacia UHP VI-g por não haver drenagem aparente, não foi possível realizar o balanço por trechos de rio, desta forma essa análise não foi realizada.

8 QUADRO INSTITUCIONAL E LEGAL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

8.1 Premissas

Algumas premissas a serem adotadas para propor um arranjo institucional para o Gerenciamento de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica 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 8.1 – 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.

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.

8.2 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 8.1. Esta definição é necessária porque programas não são auto executáveis nem entidades são auto orientadas para resultados.

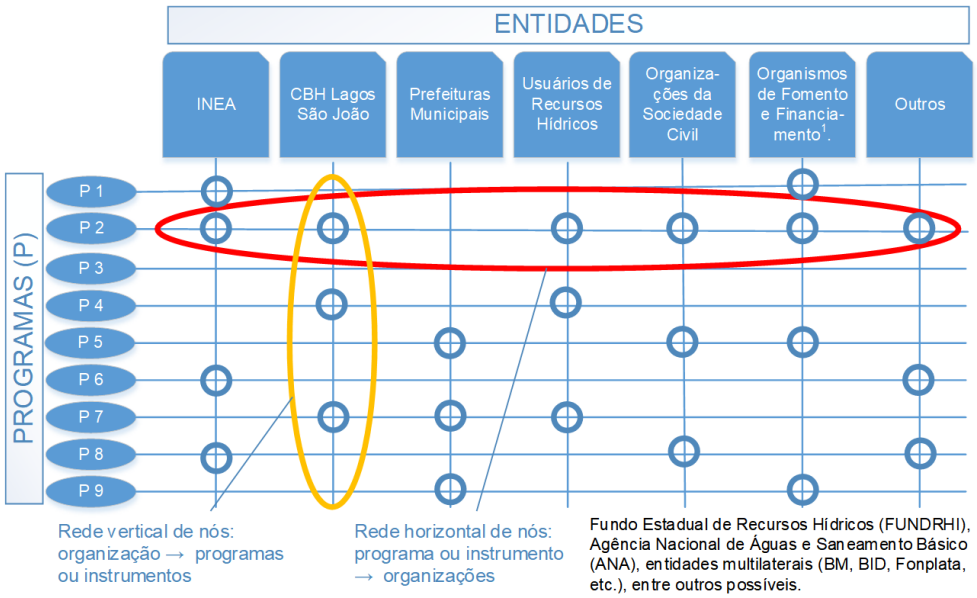


Figura 8.1 - Alinhamento matricial: exemplo hipotético.
Fonte: Elaboração Própria.

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 8.1 ilustra estes alinhamentos matriciais no conjunto em linha vermelha e no em linha amarela respectivamente.

No hipotético do alinhamento horizontal da Figura 8.1 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.

8.3 O Sistema de gerenciamento de recursos hídricos

O arranjo institucional atual do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica VI – Lagos São João pode ser esquematizado estaticamente pelo organograma da Figura 8.2. 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.

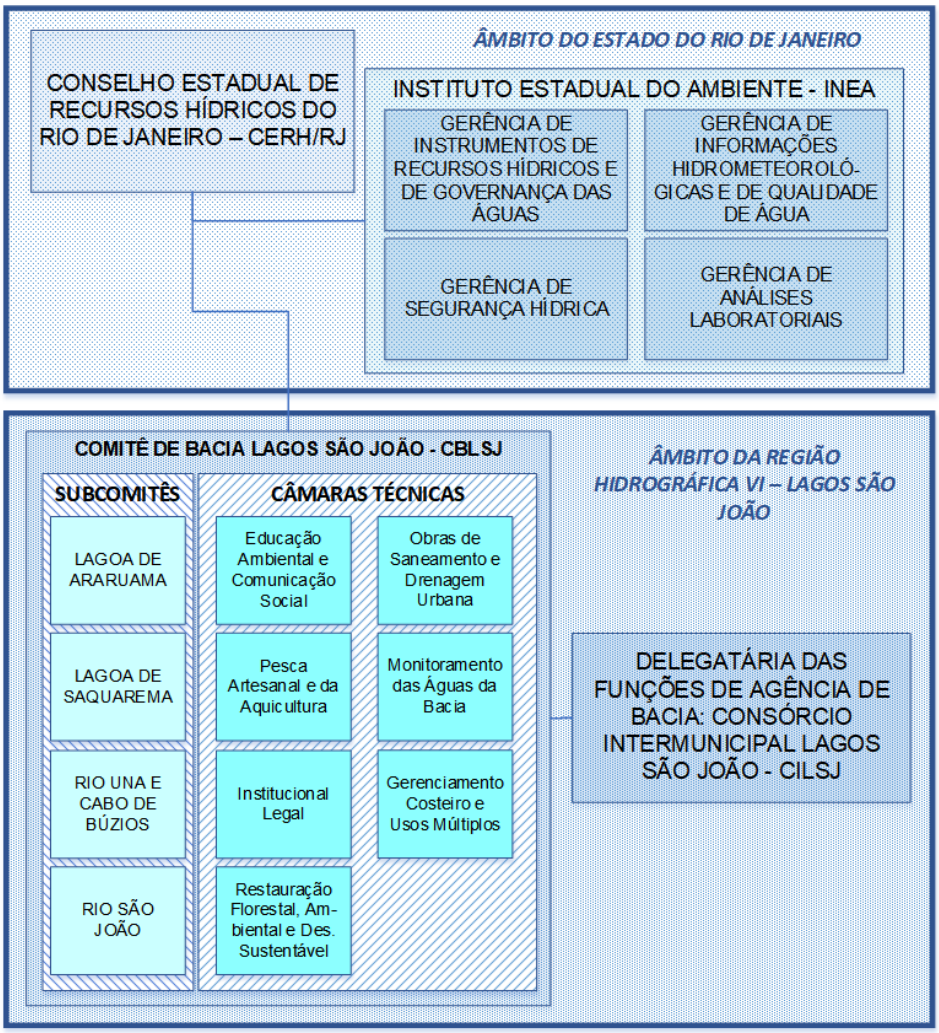


Figura 8.2 - Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica VI - Lagos São João.
Fonte: Elaboração Própria.

8.3.1 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).

8.3.2 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.

8.3.3 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 8.2.

8.3.4 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 (entenda-se 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 nãogovernamentais. 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.

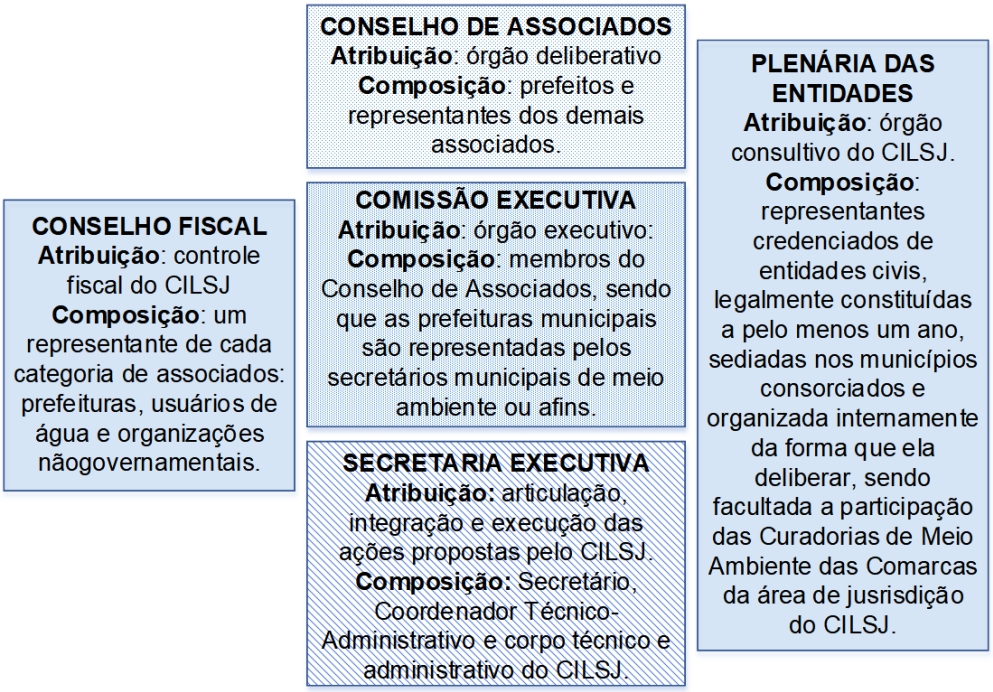


Figura 8.3 - Esquema da organização do CILSJ.
Fonte: Estatuto Sexta Alteração Estatutária do Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos do Rio São João e Zona Costeira.

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 8.2.

8.3.5 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 8.3.

Na Tabela 8.4 os valores são acumulados por categoria de usuários de água e o gráfico da Figura 8.4 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 8.2 - 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.

Tabela 8.3 - Valores cobrados pelo uso de água em 2023 na Região Hidrográfica 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

Razão Social	No CNARH	Finalidade	Valor (R$/ano)
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
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

Tabela 8.4 - 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

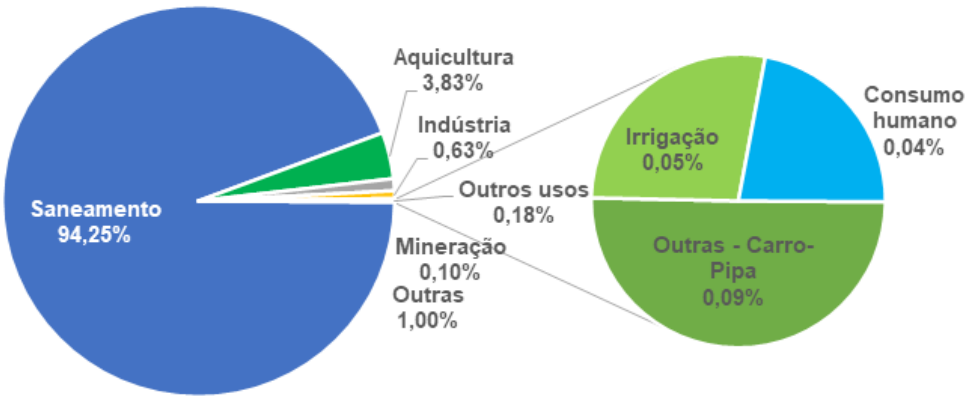


Figura 8.4 - Distribuição dos valores cobrados em 2023 entre as categorias.
Fonte: INEA (2023c).

8.3.6 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 8.5. Na Tabela 8.6 está a situação da contratação, segundo a página do CILSJ consultada em março de 2023.

Tabela 8.5 – 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 Região Hidrográfica 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 Região Hidrográfica 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.

Tabela 8.6 – Projetos em andamento na Região Hidrográfica 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	Monitoramento da Qualidade da Água	Lagoa de Araruama	Contratação	150.000,00	150.000,00	0	0
127		Lagoa de Jacarepiá	Contratação	70.000,00	0	0	0
130		Lagoa de Saquarema	Contratação	150.000,00	0	0	0

#	Projetos		Status resumido	Valor solicitado em carta	Valor recebido em conta	Valor Contratado	Valor desembolsado pelo projeto
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

8.3.7 Políticas, Planos, Programas e Projetos Setoriais

Esta identificação, conforme a demanda do Termo de Referência, será realizada considerando as atividades nos âmbitos públicos federal, estadual e municipal, e privado. Também, serão destacadas aquelas que se referem âmbito regional, relacionadas à Lagoa de Araruama e Região costeira e praias.

8.3.7.1 Âmbito federal

Estes programas são oferecidos genericamente ao país, e geralmente atuam no âmbito estadual, como recursos da União. A maior deles são programas oferecidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, com exceção do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, oferecido pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MDR. Com o novo governo federal ainda não existe clareza sobre a continuidade deste último programa, que foi elaborado no governo anterior. A Tabela 8.7 resume os programas nacionais oferecidos, muitos dos quais têm envolvido o INEA.

Todos os programas se aplicam genericamente a todo estado, e à RH-VI, incluindo a Lagoa de Araruama e a Região costeira e praias.

8.3.7.2 Âmbito estadual

Os programas de interesse são oferecidos pelo INEA e são resumidos na Tabela 8.8, no qual são destacados os projetos na RH-VI Lagos São João.

8.3.7.3 Âmbito municipal

Os Planos Municipais de Saneamento Básico são os destaques das atuações dos municípios no que se refere ao abastecimento público de água e saneamento básico. A situação dos municípios no que se refere às suas elaborações foi apresentada no item 6.1. Apenas Casimiro de Abreu e Rio das Ostras não tem os seus PMSB aprovados.

Os municípios de Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande, Araruama e Saquarema, que confrontam a Lagoa de Araruama tem seus PMSB vinculados à proteção deste corpo hídrico. Além deles, Maricá à sudeste, e Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Armação dos Búzios e Rios das Ostras, ao norte, com seus PMSBs igualmente geram efeitos positivos na região costeira e das praias.

Tabela 8.7 – Programas do âmbito federal.

Programa	Objeto
Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (INEA, 2019b)	Estabelece metas mínimas a serem cumpridas com a divisão das unidades da federação em três grupos, sendo o mais estruturado com metas mais exigentes. O RJ pertence ao segundo grupo, que corresponde às unidades da federação que já operam redes, mas que precisam aumentar a capacidade de operação dos pontos da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas (RNQA), especialmente no que se refere à capacitação dos seus técnicos e laboratórios.
Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Procomitês) (ANA, 2019b)	Contribuir para o aperfeiçoamento da capacidade operacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) e prevê o aporte de recursos financeiros, em parcelas anuais, que dependerão do cumprimento de metas acordadas entre representantes da ANA, da União, CBHs e órgãos gestores de recursos hídricos dos estados.
Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão) (ANA, 2017d)	Incentivo financeiro aos sistemas estaduais com aplicação de recursos exclusivamente em ações de fortalecimento institucional e de gerenciamento de recursos hídricos, mediante o alcance de metas definidas a partir da complexidade de gestão escolhida pela unidade da federação.
Produtor de Água (ANA, 2023a)	Incentivar o produtor rural a investir em ações que ajudem a preservar a água usando o conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que estimula os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.
Despoluição de Bacias Hidrográficas – Prodes (ANA, 2023b)	Concessão de estímulo financeiro pela União – sem financiamento de obras ou equipamentos – aos prestadores de serviço de saneamento que investirem na implantação e operação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE); o pagamento é feito de acordo com os resultados alcançados, pelo esgoto efetivamente tratado.
Revitalização de Bacias Hidrográficas (MDR, 2023)	Formular diretrizes e estratégias, assim como viabilizar um conjunto de ações integradas de preservação, conservação e recuperação das bacias hidrográficas para promover o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais e o aumento da disponibilidade hídrica, em quantidade e qualidade, para os mais diversos usos.

Tabela 8.8 – Programas do âmbito estadual

Programa	Objeto	Atividades na RH-VI
Pacto das Águas (INEA, 2021a)	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.	Projetos nas Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM: bacias hidrográficas contribuintes situadas a montante dos pontos de captação de abastecimento público. A Tabela 8.9 identifica as AIPM na RH-VI
Pagamento por Serviços Ambientais	Recompensar e incentivar a provisão de serviços ambientais, melhorando a rentabilidade das atividades de proteção e uso sustentável de recursos naturais.	Programa do Fundo de Boas Práticas Socioambientais em Microbacias, executado em Silva Jardim com participação do CBH Lagos São João, Associação Mico-Leão Dourado, WWF, PM Silva Jardim, Seappa e Funasa
Conversão de Multas Ambientais (RIO DE JANEIRO, 2021)	Previsão de descontos no valor atualizado da multa que variam entre 50% a 10% e possibilidades de parcelamento, mediante a celebração de Termo de Compromisso ou de Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para a execução dos serviços de interesse ambiental ou obras de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do ambiente.	Diversos programas de interesse geral para o Estado, que podem incluir a Lagoa de Araruama e a Região costeira e praias.

Programa	Objeto	Atividades na RH-VI
Segurança Hídrica (Prosegh) (INEA, 2023e)	Diminuir a vulnerabilidade hídrica e assegurar a disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, para as necessidades humanas, ambientais e econômicas.	Revisão do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Lagos São João; Sistema de Informações de Recursos Hídricos RH VI – SIGA; Restauração Florestal de Áreas Degradadas: Nascentes do Rio São João; Mananciais na Bacia do Rio São João – Macacu; Mananciais na Bacia do Rio São João - Silva Jardim; Revitalização do Leito do Rio UNA – Reflorestamento; Recuperação Ambiental da Lagoa de Araruama: projeto executivo que visa a melhoria da navegabilidade do canal, bem como a melhoria da qualidade da água da Lagoa de Araruama, a partir do aumento na troca hídrica realizada através do Canal do Itajurú; Programa de Monitoramento na RH-VI; Monitoramento de Qualidade da Água da Lagoa de Araruama.
Autocontrole de Efluentes Líquidos (Procon Água) (INEA, 2021b)	Empresas poluidoras ou potencialmente poluidoras devem reportar ao Inea as características qualitativas e quantitativas de seus efluentes líquidos por meio do Relatório de Acompanhamento de Efluentes Líquidos (RAE).	Programa de interesse geral para o Estado, que pode incluir a Lagoa de Araruama e a Região costeira e praias.

Tabela 8.9 – Áreas de Interesse para Proteção e Recuperação de Mananciais – AIPM na RH-VI

AIPM	Curso de água	Sistema de Abastecimento	Local Atendido	Área (ha)
1	Rio Mato Grosso	SAA de Jaconé – ETA Jaconé	Sampaio Correia - Saquarema	1.948,79
2	Rio Monte Azul	SAA Lavras	Rio Bonito - Sede	367,91
3	Rio Bacaxá	SAA Rio Bonito		4.844,07
4	Rio Mole	SAA de Rio Bonito - Rio Mole - SAA de Rio Bonito - UT Boa Esperança Nova	Boa Esperança - Rio Bonito	64,41
5	Córrego das Vertentes	SAA de Rio Bonito - Córrego das Vertentes - SAA de Rio Bonito - UT Boa Esperança Velha		96,11
6	Reservatório de Juturnaíba	Sistema Prolagos	Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Iguaba Grande, Sao Pedro da Aldeia, Cabo Frio	134.143,04
7		Sistema Juturnaiba (futura captação a ser implantada)	Silva Jardim, Itaboraí	
8			Maricá, Niterói, São Gonçalo	
9		Sistema águas de Juturnaiba - ETA Araruama /Juturnaiba (Araruama)	Araruama, Silva Jardim, Saquarema	
10	Córrego Roncador	Captação do Roncador de Baixo 2	Casimiro de Abreu	103,25
11		Captação do Roncador de Baixo 1	Professor Souza - Casimiro de Abreu	43,68
12		Captação do Roncador de Dentro		35,96

AIPM	Curso de água	Sistema de Abastecimento	Local Atendido	Área (ha)
13		Captação do Roncador de Cima		30,15
14	Rio Dourado	Captação Santa Helena	Rio Dourado - Casimiro de Abreu	179,80

8.3.7.4 Âmbito da iniciativa privada

Neste âmbito o maior destaque são os vários condomínios e loteamentos que têm se instalado ou são planejados na RH-VI, especialmente nas regiões das costas lagunares e marítimas, na franja da Lagoa de Araruama e na Região costeira e praias. Esta densificação da população oferece uma considerável pressão sobre os sistemas de saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação de resíduos sólidos e drenagem urbana. E evidencia que o gerenciamento de recursos hídricos, para ser efetivo, deve se articular e, também, orientar os planos diretores municipais de ordenamento territorial.

Também pela iniciativa privada, envolvendo a comunidade de pescadores artesanais da região, existe o projeto "Pescando tradições e compartilhando saberes" realizado pela Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Pitória (APAAPP). Sua meta é promover a integração e desenvolvimento do Turismo de Base Comunitária (TBC) da pesca artesanal da Lagoa de Araruama, envolvendo cinco associações de pescadores da Região dos Lagos, por meio da:

1. Promoção do intercâmbio com pescadores de Ilhabela, que praticam o TBC para comutar experiências e ampliar as perspectivas dos grupos envolvidos;
2. Promoção de 3 cursos para Habilitação de 40 pescadores e pescadoras na Capitania dos Portos, em turismo de base comunitária e na confecção de artesanato e biojóias;
3. Aquisição de equipamentos e materiais para realizar o TBC;
4. Adequação de 45 embarcações dos pescadores à legislação da Capitania dos Portos para atender ao turismo (dupla classificação: pesca e transporte de passageiros).

Com isto pretende-se alcançar os seguintes objetivos:

1. Melhoria da renda e fixação dos pescadores artesanais, com base no uso sustentável dos recursos naturais regionais;
2. Contribuição para a melhoria da infraestrutura local;
3. Divulgação nas mídias sociais do projeto "Pescando tradições e compartilhando saberes" de atividade do TBC pesca artesanal.

O resultado esperado é o alcance de 45 embarcações preparadas e equipadas para o TBC na laguna, e 40 pescadores e pescadoras familiares habilitados para atender aos visitantes, em

parceria com uma operadora de turismo de base comunitária para a venda dos roteiros dos passeios (percursos) e do artesanato.

Finalmente cabe a referência ao Terminal Portuário de Ponta Negra - TPPN. Trata-se de um complexo portuário de uso múltiplo com terminal para granéis líquidos, terminal de contêineres e serviços auxiliares, com acesso ao gasoduto Rota 3 que atende ao Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – Comperj, localizado em Itaboraí, de iniciativa da Petrobrás (atualmente Gaslub). É considerado o maior porto *onshore* do país, absorvendo cargas que os terminais da Baía de Guanabara e de Angra dos Reis não têm capacidade para movimentar. O TPPN reduzirá os custos operacionais e fornecerá maior segurança logística para as refinarias de petróleo nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, podendo se responsabilizar por praticamente toda a movimentação diária de petróleo do pré e pós-sal.

O TPPN se localizará na Praia de Jaconé, município de Maricá, no extremo sudeste da RH-VI Lago São João, como mostra a Figura 8.5 – Localização do Terminal Portuário de Ponta Negra. As atividades econômicas que o TPPN atrairá poderão estabelecer significativo crescimento da população de municípios vizinhos, como o de Saquarema, além de drástica alteração da economia regional, que poderá ter no setor industrial uma componente relevante. Isto deverá ser considerado nas projeções de demandas hídricas.

Figura 8.5 – Localização do Terminal Portuário de Ponta Negra
Fonte: ARCADIS/DTA, (2014).

8.4 Atores relevantes para os recursos hídricos

Para caracterização dos atores relevantes foram adotados critérios vinculados às suas participações:

1. Como membro do Conselhos de Associados da CILSJ;
2. Como membro da Plenária de Entidades do CILSJ;
3. Como usuário de água sobre o qual incide a cobrança pelo uso de água;
4. Como membros do CBHLSJ.

Por estes critérios julga-se permitir a identificação dos atores mais relevantes para contribuições à elaboração do Plano de Recursos Hídricos.

8.4.1 Conselho de Associados

Neste conselho estão presentes os prefeitos que representam os 13 municípios da RH-VI: 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. Além de serem eleitos pela população municipal, e, portanto, representá-la, os municípios detêm a titularidade dos serviços de saneamento básico. Com o Novo Marco Legal de Saneamento houve o incentivo para criação de estruturas de titularidade compartilhada, que assumem a gestão dos serviços para um conjunto maior de municípios. Algo do que as concessionárias Prolagos, Águas de Juturnaíba e Águas do Rio 1 já assumem, como será adiante indicado.

Participam também do Conselho de Associados as seguintes empresas privadas, de acordo com a página-web do CILSJ, pesquisada em março de 2023:

- CAJ - Concessionária Águas de Juturnaíba S/A: empresa do Grupo Águas do Brasil, um dos maiores do Brasil na área de saneamento, com atuação nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais; a CAJ atua nos seguintes municípios da RH-VI: Araruama, Saquarema e Silva Jardim; página-web: https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/aguas-juturnaiba/;
- Prolagos - Concessionária de Serviços de Água e Esgotos Prolagos: empresa da Aegea, maior concessionária privada de saneamento básico no Brasil, atendendo 22 milhões de clientes em 171 municípios; a Prolagos atende a municípios da Região dos Lagos: Cabo

Frio, Armação dos Búzios, Iguaba Grande, Arraial do Cabo e São Pedro da Aldeia; página-web: www.prolagos.com.br;

- Construtora Incorporadora Mil / Villa Rio Empreendimentos: voltada à construção e venda de empreendimentos imobiliários; página-web: www.villarioempreendimentos.com.br;
- Dois Arcos Transporte e Tratamento de Resíduos Sólidos Ltda: tratamento e disposição final de resíduos sólidos municipais e de grandes geradores, operando um aterro sanitário na região; página-web: doisarcos.com.br;
- Tosana Agropecuária S/A: empresa agropecuária, com criação de bovinos, equinos, asininos e muares principalmente; página-web: www.tosana.com.br.

8.4.2 Plenária das Entidades

Nesta plenária encontram-se as representações das Organizações da Sociedade Civil com atuação nas áreas ambientais e de recursos hídricos. Em pesquisa na internet foi possível caracterizar algumas delas:

- Associação de Defesa da Lagoa de Araruama - Viva Lagoa: criada em 1999 tendo sede em São Pedro da Aldeia;
- OADS - Organização Ambiental pelo Desenvolvimento Sustentável: fundada em 2003 com sede localizada em Araruama, atua na região dos Lagos e em todo território nacional. É uma ONG técnica cujos membros são multidisciplinares e especializados na área ambiental e social (biólogos, biólogos marinhos, oceanógrafos, geólogos, engenheiros florestais, químico, arquitetos, consultores do Banco Mundial, sociólogos, entre outros), inclusive de nível internacional, que procuram através de projetos resolver ou mitigar problemas ambientais. Página-web: oadsbrasil.wordpress.com;
- IPEDS - Instituto de Pesquisas e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: fundado em 2003, com sede em Iguaba Grande por um grupo de professores universitários. Promove a pesquisa e educação para o desenvolvimento sustentável. Página-web: ipeds.org.br/;
- MOMIG – Movimento das Mulheres de Iguaba Grande;

- AMEAS - Associação de Mulheres Empreendedoras Acontecendo em Saquarema, aberta em 2008, em Saquerema, adota como pauta de atuação o empreendedorismo da mulher. Fonte: http://www2.ibam.org.br/pntem/informe.asp?id=72&m=3&a=2021;
- Apaapp - Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia de Pitória, localizada em São Pedro da Aldeia, foi constituída em 2001 e tem por objetivo promover a assistência comunitária, por meio de recursos técnicos, financeiros, educacionais, visando o desenvolvimento de seus associados, primordialmente no setor específico da pesca não predatória e dos meios de produção. Para isto, instituiu cursos e escola própria, para atender não só associados e familiares, mas a comunidade em geral; procura congregar esforços de todos os associados e demais pescadores artesanais da Praia da Pitória e adjacentes, para o desenvolvimento autossustentável da pesca artesanal em nível profissional socioambiental, cultural e desportivo, assim como executar serviços de interesse dos associados e seus familiares e da respectiva comunidade. Fonte: https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/tdr-023-2021---consultor_araruama_modelo-de-negocios-2021-(1).pdf;
- Aspaprab – Associação dos Pescadores Artesanais da Praia da Baleia: criada em 1999 em São Pedro da Aldeia.

8.4.3 Usuários de água sobre os quais incide a cobrança

Este é o coletivo com maior número de integrantes e que, como usuários de água, têm interesses relacionados à sua provisão em quantidade e em qualidade. Sendo as entidades ou pessoas físicas que geram a arrecadação que permite o cumprimento das atribuições do CBHLSJ e o custeio das atividades do CILSJ na RH-VI, elas devem ser consideradas em suas relevâncias. Para tanto, serão consideradas nas categorias com que foram outorgadas, sendo que suas atividades foram reveladas pelos seus Cadastros Nacionais de Pessoas Jurídicas, e em pesquisa na internet.

8.4.3.1 Saneamento

- Concessionária Águas de Juturnaíba S/A e Prolagos S/A Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgotos: já foram consideradas previamente por fazerem parte do Conselho de Entidades;

- Águas do Rio 1 S/A: concessionária de serviços de água e esgotos, pertence à empresa Aegea, como a Prolagos, atende aos municípios de Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu (Distrito de Barra de São João), Maricá, Rio Bonito e Saquarema (3º distrito); página-web: aguasdorio.com.br;
- Saae Casemiro de Abreu: também denominada como Águas de Casimiro, é uma Autarquia Municipal, responsável pelo tratamento de água e esgoto do município de Casimiro de Abreu; página-web: www.aguasdecasimiro.rj.gov.br;

8.4.3.2 Aquicultura

- Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu;
- Serafin Domingo P. Q. Cespo.

Aparentemente, a Prefeitura de Casimiro de Abreu tem um empreendimento de piscicultura abrigado na Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca; e existe também um produtor privado com esta atividade.

8.4.3.3 Outras

- Água de Canaã - Comercio e Transporte Ltda: distribuidora de água potável por meio de caminhões-pipa, localizada em Saquarema;
- Armando Favoreto: aparentemente se trata de uma empresa distribuidora de água em caminhões, localizada em Saquarema;
- Autopista Fluminense S/A: concessionária de rodovias brasileira, responsável pela gestão da Rodovia BR-101, entre a Ponte Rio-Niterói, até a divisa dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo; também tem usos de água na categoria consumo humano; página-web: www.arteris.com.br/nossas-rodovias/fluminense/apresentacao/;
- Beba Brasil Indústria de Bebidas Ltda: com sede em Saquarema, é uma indústria de refrigerantes, que aparentemente deveria ser classificada na categoria industrial;
- Itograss Agricola Ltda: localizada em Saquarema produz e comercializa grama para jardins; página-web: itograss.com.br;
- Paper Box Saq Indústria de Embalagens Ltda: como diz o nome, é uma indústria de embalagens, que deveria estar categorizada como indústria; página-web: paperbox.ind.br;

- Posto Nunes e Costa Ltda: posto de gasolina em Saquarema;
- Tosana Agropecuária Ltda: agropecuária localizada em Cabo Frio, que já foi comentada como membro do Conselho de Associados; página-web: www.tosana.com.br.

8.4.3.4 Indústria

- Agrisa - Agroindustrial São João S/A: como nome fantasia Lagos Bioenergia é uma destilaria que produz atualmente etanol hidratado no município de Cabo Frio; página-web: https://www.linkedin.com/company/lagosbioenergia/;
- Artelagos Artefatos de Concreto Ltda: indústria de artefatos de cimento para a construção civil, localizada em Araruama;
- Guaralagos Distribuidora de Produtos Alimentícios Ltda.: fabricação de concentrados de sucos de frutas, hortaliças e legumes, localizada em Saquarema;
- Passagem Indústria e Comércio de Gelo Eireli: fábrica de gelo localizada em Cabo Frio;
- Talcep Mineradora Indústria e Comércio Ltda – ME: fábrica de águas envasadas, localizada em Silva Jardim.

8.4.3.5 Mineração (Indústria extrativa)

- São Lázaro Mineração Ltda.: localizada em Casimiro de Abreu, se dedica a fabricação de águas envasadas, provavelmente água mineral, razão de estar classificada como mineradora.

8.4.3.6 Outras - Carro-Pipa

- Rancho Águas Vivas Ltda: localizada em Casimiro de Abreu.

8.4.3.7 Irrigação

- Biovert Florestal e Agrícola Ltda: produção de mudas nativas do bioma Mata Atlântica e projetos de arborização urbana e recuperação de áreas degradadas, possuindo o maior viveiro de mudas nativas do Estado do Rio de Janeiro, localizado no município de Silva Jardim; página-web: http://www.biovert.com.br;
- King Grass Agrícola Ltda., produção de mudas de gramas em Saquarema, página-web: kinggrass.com.br;

- Marcelo Lara Matte: trata-se aparentemente da empresa Green Grass Comercial de Gramas e Serviços Ltda., de propriedade da pessoa física indicada na outorga, localizada em Saquarema, envolvida na produção de gramas; página-web: greengrass.com.br;
- Renato de Souza Barbalho: neste nome existe a empresa Jardim Lagos Assistencial Ltda., de serviços funerários em Araruama, sendo possivelmente um cemitério-jardim;
- Sartori Árvores Nativas e Reflorestamento Ltda. – ME: projetos de implantação e manutenção de áreas verdes. Atua no comércio de mudas nativas, adubação e sementes, em Silva Jardim; página-web: sartorireflorestamento.com.br

8.4.3.8 Consumo humano

- Autopista Fluminense S/A: já analisado na categoria Outras;
- José Carlos Scarambone: trata-se, aparentemente, do Centro de Abastecimento de São Pedro da Aldeia, que é anunciado como o maior centro privado de abastecimento do Brasil, em São Pedro da Aldeia; página-web: ceasp.com.br.

8.4.4 Membros do CBHLSJ

Os membros do CBH eleitos para a gestão 2023 a 2025 são identificados na Tabela 8.10. Esta categoria conta com um representante da União, 4 do Estado do Rio de Janeiro e 10 dos municípios da RH-VI.

Tabela 8.10 - Membros representantes dos poderes públicos no CBHLSJ.

#	Entidade
1	Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade - ICMBio
2	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural Estado RJ - EMATER-RIO
3	Fundação Insituto de Pesca do Rio de Janeiro - FIPERJ
4	Instituto Estadual do Ambiente - INEA
5	Sec. do Estado de Defesa Civil - SEDEC
6	Pref. Mun. Araruama - Sec. Ambiente, Agricultura, Abastecimento e Pesca
7	Pref. Mun. Armação dos Búzios - Sec. Municipal Ambiente, Pesca e Urbanismo
8	Pref. Mun. Arraial do Cabo - Sec. do Ambiente e Saneamento
9	Pref. Mun. Cabo Frio - Sec. de Meio Ambiente
10	Pref. Mun. Casimiro Abreu - Sec. Municipal Meio Ambiente e Des. Sustentável
11	Pref. Mun. Iguaba Grande - Sec. Municipal de Meio Ambiente
12	Pref. Mun. Rio Bonito - Sec. Municipal de Meio Ambiente
13	Pref. Mun. Rio das Ostras - Sec. de Meio Ambiente, Agricultura e Pesca
14	Pref. Mun. S. Pedro da Aldeia - Sec. de Meio Ambiente, Lagoa e Saneamento
15	Pref. Mun. Silva Jardim - Sec. Municipal de Meio Ambiente

A representação dos usuários de água, apresentada na Tabela 8.11, sendo organizada em categorias na Tabela 8.12.

Tabela 8.11 - Membros representantes dos usuários de água no CBHLSJ

#	Entidade
1	Associação Livre dos Aquicultores das Águas do São João - ALA
2	Associação de Pescadores Artesanais e Amigos da Praia da Pitória
3	Associação dos Pescadores Artesanais da Praia da Baleia
4	Clube Náutico de Araruama
5	Colônia de Pescadores de Cabo Frio – Z-4
6	Colônia de Pescadores Z-24 de Saquarema
7	Colônia de Pescadores de Iguaba Grande - Z29
8	Concessionária Águas de Juturnaíba - CAJ
9	Cooperativa dos produtores de areia da BHLSJ - COOPASÃOJOÃO
10	Dois Arcos Construções e Gestão de Resíduos LTDA
11	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN
12	Itograss Agrícola Ltda
13	Prolagos S.A Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto
14	Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Cabo Frio
15	Tosana Agropecuária Ltda

Tabela 8.12 - Organização em categorias dos representantes dos usuários de água no CBHLSJ

Categoria	Subcategoria	No.	Subtotal
Pesca	Colônia de pescadores	3	5
	Pescadores artesanais	2	
Produtores rurais	Agropecuária	2	4
	Aquicultura	1	
	Trabalhadores rurais	1	
Saneamento básico	Águas e esgotos	2	3
	Resíduos	1	
Indústria	Extrativa (mineração)	1	2
	de Transformação	1	
Lazer e turismo			1
TOTAL			15

A representação das Organizações da Sociedade Civil consta da Tabela 8.13, sendo 10 organizações não governamentais (ONGs), e uma associação profissional e 1 entidades de ensino e pesquisa.

Tabela 8.13 - Membros representantes das Organizações da Sociedade Civil no CBHLSJ

#	Entidade
1	Associação Agroecológica Fazenda Fleixeira
2	Assoc. de Defesa da Lagoa de Araruama - Viva Lagoa
3	Assoc. das Mulheres Empreendedoras Acontecendo em Saquarema - AMEAS
4	Associação Observação de Araruama
5	Associação dos Pescadores Artesanais do Distrito de Fiqueira Entreposto de Pescados Osório Ferreira I
6	Associação dos Pescadores Artesanais no Parque das Graças Integradas
7	Associação Raízes
8	Instituto Albatroz
9	Instituto de Pesquisas e Educação para Desenvolvimento Sustentável - IPEDS
10	Movimento de Mulheres de Iguaba Grande - MOMIG
11	Ordem dos Advogados do Brasil - 62 Subseção de Iguaba Grande
12	Universidade Veiga de Almeida - Campus Cabo Frio

Na constituição atual o CBHLSJ tem 15 representantes dos poderes públicos, 15 dos usuários de água e 12 das Organizações da Sociedade Civil.

8.4.5 Classificação dos demais atores relevantes

Além dos atores identificados por suas atuações diretas com relação aos recursos hídricos da RH-VI, existem outros mais, cujas atividades afetam as águas, de fato ou potencialmente, seja de forma institucional – as entidades públicas ou concessionárias de serviços públicos -, seja de forma colateral. Elas serão na sequência analisadas.

8.4.5.1 Atores sociais no âmbito federal

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA: assume as atribuições previstas na Lei no. 9.433/1997: presidência do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Art. 36 I);

- Secretaria Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais e Desenvolvimento Rural Sustentável Departamento de Revitalização de Bacias Hidrográficas, Acesso à Água e Uso Múltiplo dos Recursos Hídricos: Departamento que por suas vinculações aos recursos hídricos caberá ao seu titular a Secretaria Executiva do CNRH (Art. 36 II Lei no. 9.433/1997);
- ANA - Agência Nacional de Água e Saneamento Básico: órgão gestor de recursos hídricos de domínio da União, mas que, através de diversos programas, como o Progestão, o Procomitês o Produtor de Água pode aportar recursos para aperfeiçoamentos da gestão de recursos hídricos;
- Ibama - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis: órgão ambiental da União;
- Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade – ICMBio: órgão vinculado às Unidades de Conservação da União;
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos: órgão colegiado com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, responsável pela promoção e pela implementação das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos.

MDR - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO NACIONAL: embora suas atribuições na área de recursos hídricos tenham passado para o MMA, ainda executa alguns programas de interesse à gestão de recursos hídricos:

- Programa Águas Brasileiras: tem como objetivo ampliar a quantidade e a qualidade da água disponível para consumo e para o setor produtivo, de forma a fomentar o desenvolvimento regional e garantir mais qualidade de vida para a população. Conta com a participação dos Ministérios da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Controladoria-Geral da União (CGU), em parceria com estados e municípios.
- Secretaria Nacional de Saneamento – SNS: executor da Política Nacional de Saneamento Básico.

MINISTÉRIO DO TURISMO.

8.4.5.2 Atores sociais no âmbito estadual

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE - SEAS: coordenadora do Sistema Estadual de Meio Ambiente;

- INEA – Instituto Estadual do Ambiente: executa as políticas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e recursos florestais; órgão estadual gestor de recursos hídricos, por meio da:
    - Diretoria de Segurança Hídrica e Qualidade Ambiental (Dirseq);
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERHI: órgão colegiado com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, responsável pela promoção e pela implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PESCA E ABASTECIMENTO - SEAPPA

- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro - EMATER-RIO: responsável pela assistência técnica e extensão rural no Estado do Rio de Janeiro.

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL – SEDEC, coordenadora do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil (SIEDEC-RJ) responsável por elaborar a estratégia para o desencadeamento de todas as ações e atividades de Defesa Civil, com objetivo principal de redução dos riscos de desastres, nas suas mais variadas formas, contemplando desde o planejamento de ações que possam promover a segurança global das populações em conjunto com os Municípios, até o assessoramento técnico ao Chefe do Poder Executivo Estadual, no estabelecimento de critérios técnicos a fim de minimizar possíveis danos e prejuízos resultantes de desastres.

8.4.5.3 Atores sociais no âmbito municipal

PREFEITURAS MUNICIPAIS

- Secretarias Municipais de Meio Ambiente ou que se envolvam com o uso, controle ou proteção das águas;
- Conselhos Municipais (de Defesa) do Meio Ambiente – Condemas.

São cobrados pelo uso de água o Saae Casemiro de Abreu, como abastecimento e a Prefeitura Municipal de Casimiro de Abreu, na categoria de aquicultura.

8.4.5.4 Atores sociais no âmbito da iniciativa privada

São considerados os membros do Comitê da Bacia Hidrográfica Lagos São João, incluídos na categoria de usuários privados, na gestão 2023-2025, listados na Tabela 8.11 e classificados na Tabela 8.12.

Como foi indicado no item 8.4.3, os atores sociais da iniciativa privada que são cobrados pelo uso de recursos hídricos, são listados por categoria de uso na Tabela 8.14.

Tabela 8.14 - Atores sociais da iniciativa privada que são cobrados pelo uso de recursos hídricos

Categoria	Ator social	Membro do CBHLSJ?
Saneamento	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	x
	Prolagos S/A	x
	Águas do Rio 1 S/A;	
Aquicultura	Serafin Domingo P. Q. Cespo;	
Outras	Água de Canaã - Comercio e Transporte Ltda;	
	Armando Favoreto;	
	Autopista Fluminense S/A;	
	Beba Brasil Indústria de Bebidas Ltda;	
	Itograss Agricola Ltda;	x
	Paper Box Saq Indústria de Embalagens Ltda;	
	Posto Nunes e Costa Ltda;	
	Tosana Agropecuária Ltda;	x

Categoria	Ator social	Membro do CBHLSJ?
Indústria	Agrisa - Agroindustrial São João S/A;	
	Artelagos Artefatos de Concreto Ltda;	
	Guaralagos Distribuidora de Produtos Alimentícios Ltda;	
	Passagem Indústria e Comércio de Gelo Eireli;	
	Talcep Mineradora Indústria e Comércio Ltda – ME;	
Mineração	São Lázaro Mineração Ltda;	
Outras - Carro-Pipa	Rancho Águas Vivas Ltda;	
Irrigação	Biovert Florestal e Agrícola Ltda;	
	King Grass Agrícola Ltda;	
	Marcelo Lara Matte;	
	Renato de Souza Barbalho;	
	Sartori Árvores Nativas e Reflorestamento Ltda. – ME;	
Consumo humano	Autopista Fluminense S/A, cobrado também na categoria Outras;	
	José Carlos Scarambone. Centro de Abastecimento de São Pedro da Aldeia	

8.4.5.5 Atores das organizações da sociedade civil

As Organizações da Sociedade Civil são distribuídas entre as organizações não governamentais, profissionais e as organizações técnicas de ensino e pesquisa. Foram consideradas as que integram o CBH LSJ, na gestão 2023-2025, e a integraram na gestão anterior; também foram consideradas as que participam da plenária das entidades. A Tabela 8.15 lista estas organizações.

Tabela 8.15 – Organizações da Sociedade Civil da RH-VI

Categoria	Entidade	Participação		
		Plenária Entidades	CBH 2023-25	CBH 2021-23
Organizações não governamentais	Associação Agroecológica Fazenda Fleixeira		X	
	Associação de Defesa da Lagoa de Araruama - Viva Lagoa	X	X	X
	Ameas - Associação das Mulheres Empreendedoras Acontecendo em Saquarema	X	X	X
	Associação Observação de Araruama		X	
	Associação Raízes		X	X
	Instituto Albatroz		X	X
	Momig - Movimento de Mulheres de Iguaba Grande	X	X	
	OADS - Organização Ambiental pelo Desenvolvimento Sustentável	X		
	Ipeds - Instituto de Pesquisas e Educação para o Desenvolvimento Sustentável	X	X	X
	Instituto Escola do Mar - IEMAR			X
Organizações profissionais	Ordem dos Advogados do Brasil - 62 Subseção de Iguaba Grande		X	X
	Associação dos Pescadores Artesanais do Distrito de Fiqueira Entreposto de Pescados Osório Ferreira I		X	
	Associação de Pescadores Artesanais no Parque das Garças Integradas		X	
	Apaapp - Associação dos Pescadores Artesanais e Amigos da Praia de Pitória	X	X*	
	Aspaprab – Associação dos Pescadores Artesanais da Praia da Baleia		X*	
	Colônia de Pescadores Z-4 de Cabo Frio		X*	X
Entidades de Ensino e Pesquisa	UVA - Universidade Veiga de Almeida - Campus Cabo Frio		X	X
	Instituto Federal Fluminense - IFF Campus Cabo Frio			X
	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ Campus Arraial do Cabo			X

*Participam como representantes de usuários de água no CBH.

8.4.6 Principais Conflitos Identificados

O principal conflito de uso de água se refere à capacidade limitada do ambiente da RH-VI na assimilação de águas servidas pelas diferentes atividades exercidas na região. Especialmente as que provêm do abastecimento humano, com ênfase no ambiente urbano. Esta insuficiência de capacidade de assimilação de poluentes afeta as atividades que demandem água em qualidade: recreação de contato primário, pesca, contemplação cênica, além de comprometer a integridade ecológica regional do sistema lagunar regional. Este conflito corre principalmente na Lagoa de Araruama.

Também existem notícias de ocorrência de eutrofização no reservatório de Juturnaíba, que abastece parte substancial da população da RH-VI. Entre as causas deste processo de eutrofização devem estar o baixo nível de coleta e tratamento de esgotos de Silva Jardim, que lança seus esgotos no Rio Capivari e, também, os aportes de poluentes via rios São João e Bacaxá, seja de áreas urbanas e das atividades agropecuárias nas bacias de contribuição ao reservatório. Isto pode comprometer o uso das águas para abastecimento humano e, também, para a pesca esportiva, atividade relevante para o município de Silva Jardim.

Na foz do Rio São João também foram reportados problemas de poluição derivados da ocupação urbana. Soluções para destinação das águas servidas têm sido propostas, geralmente com a coleta e tratamento dos esgotos, e destinação dos efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos - ETE para locais onde possam ser acomodados sem impactos relevantes.

Com relação aos conflitos de qualidade na Lagoa de Araruama, uma das alternativas seria a destinação dos efluentes das ETEs ao rio Una; estudos realizados informam que devido à escassez de água doce neste corpo de água, os efluentes tratados poderiam aumentar sua disponibilidade que poderia ser usada para irrigação da agricultura localizada em suas margens. Isto faria com que os efluentes, previamente dissolvidos nas águas deste rio, e posteriormente destinados à irrigação, teriam reduzidos ainda mais os seus poluentes (VON SPERLING, 2008). Porém, existem preocupações relacionadas ao impacto nas praias de Armação de Búzios ocasionado pelo lançamento final das cargas no oceano, que a elas poderiam atingir, em função das correntes oceânicas. Estudos realizados (ROSMAN, 2020) asseguram ser uma ocorrência com baixo risco de concretização, o que não tem afastado as preocupações dos grupos vinculados à proteção destas praias.

A alternativa de lançamento por emissário submarino tem sido rechaçada pelo seu custo, de acordo com avaliações realizadas pela Concessionária PROLAGOS, que se entende ser excessivo, e pelo risco de comprometer qualitativamente as águas receptoras, e impactar a atividade de pesca oceânica.

A expansão da ocupação urbana na RH-VI, que ocasiona os conflitos acima comentados, também ocasiona o problema de ocupação de área protegidas, especialmente pelo avanço nas áreas lagunares não exploradas, ou pela ocupação urbana das antigas salinas. Também ocorrem problemas de ocupação das Unidades de Conservação. SANTIAGO E DESLANDES (2011) destacaram este problema fazendo referência ao relatório denominado "Favelização em Áreas de Conservação", elaborado em 2005 pela Comissão de Defesa do Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ): "A ocupação ilegal de terras públicas pela especulação imobiliária, com a conivência do poder público municipal e estadual, é, sem dúvida, o principal e o mais grave problema ambiental da região". O relatório se refere especificamente à Restinga de Massambaba, localizada entre a Lagoa de Araruama e o oceano, que sofre com a situação fundiária irregular das reservas ecológicas ali existentes, com desmatamentos, retirada de areia das dunas, aterros e loteamentos ilegais.

Conflitos quantitativos também ocorrem, de fato ou potencialmente, nos suprimentos hídricos de núcleos urbanos que não fazem suas captações no reservatório de Juturnaíba. Eles dependem para seus abastecimentos de captações em lagoas, poços e corpos hídricos regionais, com capacidades de atendimento limitadas que poderão ser comprometidas. Atenção para a sede municipal de Casimiro de Abreu, que no Atlas das Águas (ANA, 2021a) aparece com seu manancial com média vulnerabilidade, demandando expansão.

Em termos potenciais, existe também o conflito quantitativo de uso das águas do reservatório de Juturnaíba, das quais boa parte dos sistemas de abastecimento de água da RH-VI dependem, para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Esta possibilidade tem sido estudada no Plano de Segurança Hídrica do estado, em fase de elaboração, e deverá ser confirmada ou não.

Problemas de excesso hídrico, não de escassez, ocorrem na cidade de Silva Jardim, ocasionado pelas cheias do rio Capivari, já existindo estudos para as suas prevenções e mitigação.

Em função destas avaliações, e como já foi previamente comentado, a causa raiz dos problemas de recursos hídricos da RH-VI reside na carência das articulações entre o ordenamento territorial e o gerenciamento dos recursos hídricos. Sendo uma região que oferece grandes

atrativos naturais tendo por base a água, a sustentabilidade de sua economia reside na provisão deste recurso em quantidade e em qualidade adequadas. A pressão que a ocupação do território por atividades antrópicas exerce sobre este recurso apresenta o risco de repetição da fábula da galinha dos ovos de ouro. É necessário que as políticas públicas de ocupação do território reconheçam que existem limites para que os sistemas de saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e destinação de resíduos sólidos e drenagem urbana) atendam às suas demandas crescentes. E que o necessário ordenamento territorial considere os limites de provisão destes serviços, sob o risco da galinha de ovos de ouro perecer.

8.5 Esboço de congruências

No item 8.2 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, listados na Tabela 8.5, com os atores identificados no item 8.4. Isto é esquematizado na Tabela 8.16.

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 8.16 – 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

8.6 Proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional

O arranjo institucional existente. que foi ilustrado na Figura 8.2. e detalhado na Figura 8.3 no que se refere à Entidade Delegatária das atribuições de uma Agência de Água para a Região Hidrográfica 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[2]) 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[3], 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.

---

[2] **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.

[3] 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.

8.6.1 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.

8.6.2 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 8.6-1

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

8.6.3 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[4]. Geralmente. os

[4] 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.*

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 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.

9 CONCLUSÕES

Ao finalizar a etapa de Diagnóstico da Região Hidrográfica Lagos São João é possível descrever a região a partir de seus elementos principais do ponto de vista da gestão de recursos hídricos:

- A divisão em UHPs mostrou-se positiva para o planejamento da região, uma vez que as características hidrológicas, antrópicas e econômicas são também muito distintas entre elas, o que irá facilitar a realização de cenários e revisão do plano de ações;
- Há uma atuação muito significativa do CILSJ na solução de diversos problemas da bacia, em especial os relacionados com o saneamento básico nos seus quatro componentes (abastecimento, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana). O número de municípios com PMSB elaborado é alto na Região Hidrográfica. Essa atuação passada e como agência delegatária da Região Hidrográfica colocam o CILSJ como um ator institucional e regional diferenciado;
- A grande percentagem de área da bacia ocupada por Unidades de Conservação dos três níveis de governo, implantadas ou a serem efetivadas, com ou sem plano de manejo, cria limitantes a um aumento excessivo do uso da água ou a alterações significativas do uso do solo, dando uma condição de estabilidade na Região Hidrográfica, mesmo que existam solos com capacidade de uso agrícola;
- Os usos de água estimados pela ANA e os efetivamente outorgados pelo INEA apresentam discrepâncias importantes;
- Os usos de água efetivamente cobrados mostram uma predominância do abastecimento urbano na RH-VI. Isso, aliado com as características do turismo regional, muito vinculado ao ambiente hídrico, lagunar ou marinho, gera uma pressão maior nos meses de verão, coincidente com uma maior demanda pela irrigação;
- Há uma carência de dados hidrológicos na RH-VI para realizar uma melhor avaliação das disponibilidades hídricas;
- O balanço hídrico realizado por UHP mostra uma situação entre regular e crítica. A UHP do Rio Uma apresentou trechos de rios com alta criticidade avaliando a disponibilidade hídrica outorgável. A UHP de Arraial do Cabo não apresenta rede de drenagem notável;

- A qualidade da água superficial da bacia apresenta problemas em diversos pontos, muitos relacionados com esgotamento sanitário e poluição difusa;
- A qualidade das águas subterrâneas é marcada pela presença de sódio em diversos aquíferos, com águas de pH acima de 7, porém o monitoramento ainda necessita de complementações para efetiva avaliação da região hidrográfica;
- Portanto, o uso de água para abastecimento humano e os reflexos disso no lançamento de efluentes apresentam-se como condicionantes centrais para a atividade econômica principal, que atualmente é o turismo;
- Os conflitos mais evidentes na RH-VI são entre a pesca e o turismo, entre o abastecimento urbano e a irrigação, entre o esgotamento sanitário e a pesca e entre o esgotamento sanitário e o turismo;
- Por fim, o arranjo institucional encontrado apresenta uma boa congruência, o que pode acelerar a implantação do novo Plano de Ações a ser proposto nas próximas etapas de construção do Plano de Recursos Hídricos da RH-VI.

REFERÊNCIAS

ÁGUAS DE JUTURNAÍBA (2023). Portal Digital da Concessionária Águas de Juturnaíba. Grupo Águas do Brasil.

AKÇAKAYA, H.R.; BENNET, E.L.; BROOKS, T.M.; GRACE, M.K.; HEATH, A.; HEDGES, S.; HILTON-TAYLOR, C.; HOFFMANN, M.; KEITH, D.A.; LONG, B.; MALLON, D.P.; MEIJAARD, E.; MILNER-GULLAND, E.J.; RODRIGUES, A.S.L; RODRIGUEZ, J.P.; STEPHENSON, P.J.; STUART, S.N.; YOUNG, R.P. (2018). Quantifying species recovery and conservation success to develop an IUCN Green List of Species. Conservation Biology, v. 32, n. 5, pg. 1128-1138.

ALBUQUERQUE, I.R.L.; CORDEIRO, S.L.; GOMES, D.L.; DREYFUSS, J.L.; FIGUEIRA, L.G.A.; LEITE, E.L.; NADER, H.B; ROCHA, H.A.O. (2013). Evaluation of anti-nociceptive and anti-inflammatory activities of a heterofucan from Dictyota menstrualis. Marine drugs, vol.11, nº 08, pg. 2722-2740.

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.

ALMEIDA, F.F.M. (1967) Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Boletim no. 241 do DNPM/DGM, 36 p.

ALMEIDA, F.F.M. (1969) Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, pg. 29-46.

ALMEIDA, L. M. W; OLIVEIRA, C. F. (2015). Modelos de crescimento populacional: um olhar à luz de uma socioepistemologia. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 41, pg.107-133.

ALMEIDA, R.M.R. & LIMA, J.S (2000) Avaliação do Potencial Hidrogeológico da Região dos Lagos - Rio De Janeiro – Brasil. 1st Joint World Congress on Groundwater.

ALMEIDA, R.M.R. et al. (2004a) Evaluating the occurrence and spatial distribution of radioactive isotopes 226Ra, 228Ra, 222Rn e 238U in the groundwaters of Região dos Lagos - RJ – Brazil. Revista Latino-Americana de Hidrogeologia, nº4, pg. 47-55.

ALMEIDA, R.M.R. et al. (2004b) Groundwater radon, radium and uranium concentrations in Região dos Lagos, Rio de Janeiro State, Brazil. Journal of Environmental Radioactivity, vol.73, pg. 323-334.

ALMEIDA, S. (2016). Nota histórica sobre o Maciço Alcalino do Morro de São João, Casimiro de Abreu, RJ. Terræ Didatica, 12(3), Campinas, pg. 240-242.

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.

ALVES, R.C.R.A. (2015) Estudos do avanço e recuo de intrusão salina correlacionados à sazonalidade através do uso de Tomografia de Resistividade Elétrica e GPR - Grumari – RJ. Sixteenth International Congress of the Brazilian Geophysical Society.

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.

ANDERSON. M.P. & WOESSNER W.W. (2005) Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport. Academic Press, 381 pg, San Diego.

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.

ANM (2023) Levantamento de Processos Minerários e Respectivas Substâncias/Bens Minerais – RH-VI (RJ). Agência Nacional De Mineração.

ANP (2023) Listagem de postos de combustíveis por município/endereço. Superintendência de Distribuição e Logística. Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

ANTT (2014). Relatório Anual de Acompanhamento das Concessões Ferroviárias - 2013. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília.

APHA (1999). Stantard methods for the examination of water and wastewater, XIX Ed., American Public Health Association, Washington.

ARARUAMA (2017). Lei Complementar nº 135 de 29 de dezembro de 2017. Plano Diretor do Município de Araruama. Araruama.

ARAUJO, D.S.D. (2000). Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 176 p. Tese (Doutorado em Ecologia), UFRJ, Rio de Janeiro.

ARAUJO, D.S.D.; SÁ, C.F.C. de; FONTELLA-PEREIRA, J.; GARCIA, D.S.; FERREIRA, M.V.; PAIXÃO, R.J.; SCHNEIDER, S.M.; FONSECA-KRUEL, V.S. (2009). Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro: Caracterização Fitofisionômica e Florística. Rodriguésia, vol.60, nº1, 2009, pg. 67–96, Rio de Janeiro.

ARCADIS/DTA, (2014). Relatório de Impacto Ambiental Terminais Ponta Negra - RIMA TPN. ARCADUS logos e DTA Engenharia, São Paulo.

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.

ATHAYDE G. B.; ATHAYDE C. V. M.; ROSA FILHO E. F. (2012) Compartimentação hidroestrutural e aptidões químicas do Sistema Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, vol. 42, pg. 167-185.

AZEVEDO, F.B.B. (2005). Modelagem da capacidade de suporte da laguna de Saquarema – RJ após abertura de uma conexão permanente com o mar. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. 117p.

BARROS, A.A.M. de (2009). Vegetação vascular litorânea da Lagoa de Jacarepiá, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, vol.60, pg. 97-110, Rio de Janeiro.

BARROS, F.M.L. de (2010). Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

BASTOS, J.; NAPOLEÃO, P. (2011). O Estado do Ambiente - Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro - 2010. Secretaria de Estado do Ambiente/Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro.

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.

BENFEITA, J.V.E. (2017). Hidroquímica do aquífero do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios – RJ. Trabalho Final de Curso (Geologia): Universidade Federal do Rio de Janeiro, 95 p., Rio de Janeiro.

BERLIM DO CARMO, R. (2017) Geoturismo como estratégia para geoconservação no território dos municípios Maricá, Saquarema, Araruama e Iguaba Grande – RJ. Dissertação de Mestrado (Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 223p, Rio de Janeiro.

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.

BIZERRIL, C.R.S. F.; ARAÚJO, P.M.C. (1992). Description d'une nouvelle espece du genre Bryconamericus (Characidae, Tetragonopterinae) du Brésil oriental. Revue française d'aquariologie, vol.19, nº3, pg. 65-68, Nancy.

BLASIS P.A.D. de; KNEIP, A.; SCHEEL-YBERT R., GIANNINI, P.C.F.; GASPAR M.D. (2007). Sambaquis e paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. Arqueología Suramericana/Arqueologia Sul-Americana, vol.3, nº1, pg. 29-61.

BOMFIM, T.O. et al. (2019) Caracterização do Mangue de Pedra, Armação dos Búzios – RJ, para o monitoramento através de imagens obtidas por vant. 8º Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade.

BRAGA, A.C.O. (2009) Métodos geoelétricos aplicados à hidrogeologia. Material didático. Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRANCO, R. (2020). "Região tem potencial enorme para crescer, mas gestores precisam atuar", diz vice-presidente eleito da Firjan. Folha dos Lagos, Cabo Frio.

BRANCO, R. (2021). ÁLCALIS: a gigante que mudou para sempre uma pacata vila de pescadores. Folha dos Lagos, Arraial do Cabo.

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.

BRASILEIRO, P. S.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; BAHIA, R.G.; REIS, R.P.; AMADO-FILHO G.M. (2009). Algas marinhas bentônicas da região de Cabo Frio e arredores: síntese do conhecimento. Rodriguésia, vol.60, pg. 39-66, Rio de Janeiro.

BOHRER, C.B. de A.; DANTAS, H.G.R.; CRONEMBERGER, F.M.; VICENS, R.S.; ANDRADE, S.F. de (2009). Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, vol.60, Rio de Janeiro.

CABRAL, B. (1997). Legislação Federal de Recursos Hídricos. 1ªed. Senado Federal, Cadernos Legislativos nº 002/97, 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.

CALVENTE, A. de M.; FREITAS, M. de F.; ANDREATA, R.H.P. (2005). Listagem, distribuição geográfica e conservação das espécies de Cactaceae no Estado do Rio de Janeiro. Rodriguésia, v. 56, pg.141-162.

CAMARA, A. C. F. C. (2003). Análise da vazão máxima outorgável e da introdução simplificada da qualidade da água no processo de outorga da bacia do Rio Gramame (PB). UFRGS, 219p. Dissertação Mestrado, Porto Alegre.

CAPECHE, C.L. (2012). Impactos das Queimadas na Qualidade do Solo – Degradação Ambiental e Manejo e Conservação do Solo e Água. II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos. Resumo das Palestras, pg.17-20, INEA, Rio de Janeiro.

CARVALHO, J.G.S. (2021) Rejeitos e Rejeitados da Companhia Nacional de Álcalis, Arraial Do Cabo - RJ: Apontamentos para um estudo interdisciplinar. Universidade Federal Fluminense. GEOgraphia, vol.23, nº50, Niterói.

CARVALHO, M.G. (2004) Estudo de Aquíferos Fraturados em Sub-bacias Hidrográficas: a Sub-bacia do rio Maratuã - Silva Jardim-RJ, Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CARVALHO, N.O (2008). Hidrossedimentologia prática. Editora Interciência,2ª ed. Rio de Janeiro.

CASTRO, A.L.C. de (2003). Manual de desastres: desastres naturais. Ministério da Integração Nacional, 182p., Brasília.

CEDAE (2021). Plano de Investimentos. Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

CEPED UFSC (2013). Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis.

CERRI, L.E.S. (1999). Riscos geológicos urbanos. Ciência da terra e meio ambiente: diálogos para (inter)ações no planeta. Unisinos, São Leopoldo.

CETESB (2015) Materiais didáticos sobre resíduos sólidos, contaminação e emergências. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo, São Paulo.

COBRADE (2012). Classificação e Codificação Brasileira de Desastres. Defesa Civil, Rio de Janeiro.

COE, H.H.G.; CARVALHO, C.N. de (2013). Cabo Frio-Um enclave semiárido no litoral úmido do Estado do Rio de Janeiro: respostas do clima atual e da vegetação pretérita. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), vol. 17, nº1, pg. 136-152, São Paulo.

COELHO. M.R.; BACA, J.F.M.; LUMBRERAS, J.F.; FERRAZ, R.P.D.; SIMÕES, M.; FREITAS, P.L.; LIMA, E.P.; DART, R.O.; AMARAL, A.J. (2020). Mapa de Erodibilidade dos Solos à Erosão Hídrica do Brasil. EMBRAPA Solos, Brasília.

COELHO, V.; FAN, F. (2016). Manual do Programa Super Manejo de Dados. Grupo de Pesquisa em Hidrologia de Grande Escala, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

COLLISCHONN, W.; BRAVO, J. M.; SILVA, B. C.; RODRIGUEZ, D. A.; FAN, F. M.; QUIROZ, K.; PONTES, P. R. M. (2014). Impacto nas afluências das principais bacias. Efeitos de Mudanças Climáticas na Geração de Energia Elétrica. 1ed., Hunter Books, vol.1, pg.245-286, São Paulo.

COLLISCHONN, W., HAAS, R., ANDREOLLI, I.; TUCCI, C. E. M. (2005). Forecasting River Uruguay flow using rainfall forecasts from a regional weather-prediction model.J. Hydrol. vol.205, pg. 87–98.

COLLISCHONN, B.; PAIVA, R. C. D.; MEIRELLES, F. S. C.; COLLISCHONN, W.; FAN, F.M.; CAMANO, E. (2011). Modelagem Hidrológica de Uma Bacia com Uso Intensivo de Água: Caso do Rio Quaraí-RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 16, pg.119-133.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M (2001). Simulação hidrológica de grandes bacias. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 6, n.2.

CONEJO LOPES, M.F. (1994) Condições de ocorrência de água subterrânea nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas, 83 p, Campinas.

COPPETEC (2020). ESTUDOS DE HIDRODINÂMICA AMBIENTAL PARA SUPORTE E PLANEJAMENTO DE INTERVENÇÕES NA LAGOA DE ARARUAMA - RJ, EM PRAZOS CURTO E MÉDIO. RFCC - Relatório Final com Cenários Comparados. Elaborado para a PROLAGOS S.A. 128 p.

COSTA, E.C.P.; SANTOS, M.P. dos; SILVA, J.G.O.; SEABRA, V. da S. (2022) Mapeamento multitemporal e cadastral das salinas da Lagoa de Araruama – RJ. GEOgraphia, vol: 24, n. 53.

COSTA, M.R. da; MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R. de A; ANGELINI, R. (2021). Sistemas Lagunares do Leste Fluminense - Pesca e Sustentabilidade: Passado, Presente e Futuro. 1ª Edição. AH Edições. Rio de Janeiro.

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 (1997) Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Autor(es): FEITOSA, F.A.C. (Coord.) et al., I ed., Serviço Geológico Do Brasil.

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 (2008) Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Autor(es): FEITOSA, F.A.C. (Coord.) et al., III ed., Serviço Geológico Do Brasil.

CPRM (2012a) Geologia e recursos minerais da folha Rio das Ostras SF.24-Y-A-IV e Cabo Frio SF.23-Z-B-VI, Estado do Rio de Janeiro escala 1:100.000 / Renata da Silva Schmitt [et al.]; organizador Luiz Carlos da Silva, Serviço Geológico Do Brasil, Belo Horizonte.

CPRM (2012b) Geossítios para o projeto do Geoparque dos Costões e Lagunas do Rio de Janeiro. Propostas de geoparques brasileiros. Mansiur, K. et al. (autores). Serviço Geológico Do Brasil.

CPRM (2014) Mapa de Domínios Hidrogeológicos do Brasil, em escala 1:1.000.000. 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.

CPRM (2023) Base de poços - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS/CPRM. Obtido em jan./2023 junto ao escritório da CPRM no Rio de Janeiro. Serviço Geológico Do Brasil.

CUNHA, S.B. (1995). Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João (Rio de Janeiro-Brasil). Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geografia Física), Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 415p. Lisboa.

CUSTÓDIO, E. (1987). Methods to control and combat saltwater intrusion. In: CUSTODIO, E.; BRUGGEMAN, G.A. (Orgs.), Studies and Reports in Hydrology: Groundwater Problems in Coastal Areas. Paris: UNESCO. p. 396-433.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M.R. (1983). Hidrología subterrânea. 2. ed. Omega. vol. 2. Barcelona.

D'AGOSTINI, D. P.; BASTOS, A. C.; REIS, A. T. (2015) The Modern Mixed Carbonate–Siliciclastic Abrolhos Shelf: Implications for a Mixed Depositional Model. Journal of Sedimentary Research, 85(2), 124-139.

D'AGOSTINI, D.P. (2017) A Plataforma Continental de Abrolhos: Contexto Paleoambiental, Sismoestratigrafia e Domínios Sedimentares, Tese de Doutorado (Programa de PósGraduação em Oceanografia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo.

DAEE, IG, IPT; CPRM (2005). Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo – Texto explicativo e mapa. – Departamento De Água E Energia Elétrica, Instituto Geológico, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Serviço Geológico Do Brasil. São Paulo.

DAMASCENO, M. (2005). Água - seu Curso na História (Cabo Frio, Arraial do Cabo, Armação dos Búzios, São Pedro d´Aldeia e Iguaba Grande. Cabo Frio: Edição da autora, 181p.

DANTAS, M.E. (2000). Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Brasília.

DEFESA CIVIL (2023). Portal Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional.

DIAS, J.J.N.F.; DIAS Jr., O.F., (2021). Ancestralidades: o povo de Maricá. Estudos Maricaenses: O Município de Maricá em Debate. Instituto Municipal de Informação e Pesquisa Darcy Ribeiro - IDR. Editora Instituto Darcy Ribeiro. Maricá.

DOMINGUEZ, J.M.L. (2021) Praias, Ambientes Costeiros e Vulnerabilidade. Mesa Redonda 3. Desafios do Sul da Bahia na Década dos Oceanos - I Semana Acadêmica de Oceanologia.

DRM (2006) Mapa de Domínios hidrogeológicos do Rio de Janeiro. Serviço Geológico Do Estado Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro.

EMBRAPA (1979). Súmula da X Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro.

ENGENPLUS E.C.; ÁGUA e SOLO (2012) Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras – PRH – Macaé/Ostras. Relatório do Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Região Hidrográfica Macaé e Das Ostras – RD – 04, Versão Final.

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

ESTRADA, B. C. D (2014). Algicultura de espécies nativas: alternativas ao uso da espécie exótica Kappaphycus alvarezii (Doty) Doty ex P.C.Silva (Rhodophyta, Solieriaceae) em áreas de alto risco de invasão no Brasil. Tese de doutorado (Programa de PósGraduação em Botânica). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

FAN, F.M.; BUARQUE, D.C.; COLLISCHONN, W.; PAIVA, R.C.D.; KAYSER, R. B. (2010). Manual do PreProMGB para aplicação do modelo MGB-IPH. Projeto Integrado de Cooperação Amazônica e de Modernização do Monitoramento Hidrológico, FINEP/ANA/IPH-UFRGS, p. 17, Porto Alegre.

FAN, F.M.; BUARQUE, D.C.; PONTES, P.R.M.; COLLISCHONN, W. (2015). Um Mapa de Unidades de Resposta Hidrológica para a América do Sul. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. Brasília.

FAN, F. M.; COLLISCHONN, W. (2014). Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 19, pg.243-254.

FAN, F. M.; SCHWANENBERG, D.; COLLISCHONN, W.; WEERTS, A. (2005). Verification of inflow into hydropower reservoirs using ensemble forecasts of the TIGGE database for large scale basins in Brazil. Journal of Hydrology: Regional Studies, v. 4, p. 196-227.

FAO (1980). Metodologia Provisional para Evaluation de la Degradacion de los suelos. FAO/PNUMA/UNEP/UNESCO. Roma.

FERREIRA, A. da S.; FRANCISCO, C.N. (2009). Uso de técnicas de geoprocessamento e do modelo matemático USLE para avaliação de processos erosivos na bacia hidrográfica do Rio Caceribu RJ. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, pg. 3777-3784.

FETTER, C.W. (1988) Applied Hydrogeology. 2. ed., MacMillan, Nova York.

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.

FILHO, E.C. de O. (1977). Algas Marinhas Bentônicas do Brasil. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo.

FILHO, L.A.B. (2017). Identificando trechos hidrológicos com potencial para renaturalização das funções hídricas em rios retificados: estudo de caso da bacia do rio São João, RJ. Monografia (Curso De Graduação Em Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

FILHO, W.D.C., SILVA, J.C. da, COSTA, W.D., SANTOS, A.C. (2002) Complementação de Análises Físico-Químicas para Utilização em Estudos Hidroquímicos. Suplemento do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

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.

FOSTER, S. S. D. (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proceedings of International Conference: Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants.Noordwijk, Países Baixos.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. (2006) Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: GW-Mate, World Bank/Servmar. 106p.

FRANCISCO, P. R. M. (2010) Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia.

FREIRE, J.R.B.; MALHEIROS, M.F. (1997). Aldeamentos Indígenas Do Rio De Janeiro. Programa de Estudos dos Povos Indígenas, Departamento de Extensão/SR-3, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FREITAS, I.M., NASCIMENTO, E.A. (2006) Simulação Hidrogeológica de Barragem Subterrânea, Implantada na Microbacia do Córrego Fundo, Situada na Região dos Lagos/RJ. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

FREITAS, M. de F. (1990). Cactaceae da Área de Proteção Ambiental da Massambaba, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia, v. 42, pg.67-91.

FRERET-MEURER, N. V.; ANDREATA, J.V.; MEURER, B.C.; MANZANO, F.V.; BAPTISTA, M.G.S.; TEIXEIRA, D.E.; LONGO, M.M. (2010). Spatial distribution of metals in sediments of the Ribeira Bay, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. Marine Pollution Bulletin, vol. 60, nº4, pg. 627-629,

FRERET-MEURER, N.; OLIVEIRA, V.M. de (2012). Distribuição vertical do cavalo-marinho Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 na região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. Biotemas, vol.25, nº2, pg. 59-66, Florianópolis.

FRERET-MEURER, N.; FERNÁNDEZ, T.; OKADA, N.; VACCANI, A. (2018). Population dynamics of the endangered seahorse Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 in a tropical rocky reef habitat. Animal Biodiversity and Conservation, vol.41, nº2, pg. 345-356, Barcelona.

FRERET-MEURER, N.V.; FERNÁNDEZ, T.C.; VACCANI, A.C. (2022a). Influence of the Atlantic Ocean thermal anomaly on the Longsnout seahorse Hippocampus reidi in a Brazilian estuary. Journal of Fish Biology, vol.101, nº4, pg. 960-971.

FRERET-MEURER, N.V.; CARMO, T. F.; VACCANI, A.C.; CABIRO, G. (2022b). Range extension of the Patagonian seahorse in Brazil: a biological treasure hauled up by local fishermen. Journal of Wild Life and Biodiversity, vol.6, nº3, pg. 108-114.

FUCKNER, M.A. (2010). Mapa digital: Aeródromos. ANA, Brasília.

FUCKNER, M.A. (2021). Mapa digital: Hidroeletricidade. ANA, Brasília.

FUNCEME (2014). Programa Qualigraf. Fundação Cearense De Meteorologia E Recursos Hídricos.

GASPARINI, J.L.; FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L.; SAZIMA, I. (2005). Marine ornamental trade in Brazil. Biodiversity and Conservation. vol.14, pg. 2883–2899.

GONTIJO, N.T. (2007). Avaliação das relações de frequência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológica. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte.

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.

HARRIS, N. M.; GURNELL, A. M.; HANNAH, D. M.; PETTS, G. E. (2000) Classification of river regimes: a context for hydroecology. John Wiley & Songs, Hardcover: Hydrological Processes. v.14, p.2831-2848.

HEILBRON, M. et al. (2004) A Província Mantiqueira. In: MANTESSONETO et al. (Eds). O Desvendar de um Continente: A Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca Produções Culturais Ltda. Cap XIII. p.203-234.

HEM, J.D. (1989) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. III Ed. US Government Office, US Geological Survay Water (Supply Paper 2254).

HERNANI, L.C.; FREITAS, P.L. de; PRUSKI, F.F.; DE MARIA, I.C.; LANDERS, J.N.; FILHO, C.C. (2002). A Erosão e seu Impacto. Uso Agrícola dos Solos Brasileiros, EMBRAPA, Rio de Janeiro, pg. 47-60.

HORTA, P.A.; AMANCIO, E.; COIMBRA. C.S.; OLIVEIRA, E.C. (2001). Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. Hoehnea, vol. 28, nº3, pg. 243-265.

HYDROSCIENCE (2022). Identificação das Áreas Susceptíveis a Inundação no Município de Silva Jardim – RJ. Contrato de Prestação de Serviços CISLJ 05/2022. Consórcio Intermunicipal Lagos São João. São Pedro da Aldeia.

HYPOLITO, R., ANDRADE, S. e EZAKI, S. (2011) Geoquímica da interação: água, rocha, solo - All Print Editora, 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.

IG (2014). As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: Cadernos de Educação Ambiental, 3ª ed., SMA/IG, 2012. 1a Reimpressão, Instituto Geológico, São Paulo.

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.

IRITANI, M.A; ROSSINI-PENTEADO, D.; EZAKI, S. e ODA, G.H. (2013) Proposta de classificação das fontes potenciais de contaminação da água subterrânea. Revista do Instituto Geológico 34 (2): 1-26.

IUCN (2023). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Versão 2022-2. The IUCN Red List of Threatened Species. Cambridge.

JANSEN, E.; OVERPECK, J.; BRIFFA, K.R.; DUPLESSY, J.C.; JOSS, F.; MASSON-DELMOTTE, V.; OLAGO, D.; OTTO-BLIESNER, B.; PELTIER, W.R.; RAHNSTORF, R.; RAMESH, D.; RAYNAUD, D.; RIND, D.; SOLOMINA, O.; VILLALBA, R. e ZHANG, D. (2007) Paleoclimate. Climate Change 2007: The PhysicalScience Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge e Nova Iorque.

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.

LACERDA, L.D.; ARAUJO, D.S.D.; MACIEL, N.C. (1993). Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. Ecosystems of the World, Elsevier, Amsterdam.

LAMPARELLI , M. C. (2004). Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo : USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

LEOPOLD, L.B. (1994). A view of the river. Harvard University Press, pg.110-125, Cambridge.

LIMA, O.A.L.; MACEDO, J.W.P. (1983) Estudo da Distribuição de Água Salgada nos Aquíferos Costeiros da Região de Caravelas/Alcobaça por Prospecção Elétrica, Revista Brasileira de Geociências.

LIMA, L.A de; MACHADO, D.V.; SABINO, H. e MENEZES, J. (2020) Caracterização Hidrogeoquímica e Isotópica do Aquífero Costeiro do Distrito de Tamoios/Cabo Frio–RJ - Anuário do Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio de Janeiro, vol. 43 – 4, p. 218-228, Rio de Janeiro.

LINHARES, S. (2020). Histórico do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

LONGARAY, A; VEIGA, K.R. da; VERLY, J.F.; CALDASSO, L.; TAKAHASHI, N.; WALTER, T.; TRENTIN, G.; UMPIERRE, M.; HUBNER, J.C.; NEUTZLING, E.C.S.; DORES, G.H.S. das; FIGUEREDO, J.P.; OLIVEIRA, L.; FINKLER, M.; SILVA, M.M.e (2018). A realidade dos pescadores com base nos fundamentos da Educação no Processo de Gestão Ambiental. Relatório II Análise sobre as comunidades de pescadores artesanais da Região dos Lagos - Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

LOURENÇO, A.R.; BOVE, C.P. (2019). Flora do Rio de Janeiro: Lemnoideae (Araceae). Rodriguésia, vol.70, Rio de Janeiro.

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.

MACATUR (2023). Fundação MACATUR Cultura e Turismo. Cachoeiras de Macacu.

MACEDO, T.P. (2018). De limpadores a ornamentos de aquário: A diversidade de camarões recifais em Unidades de Conservação da costa brasileira. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

MACHADO, A.B.M.; MARTINS, C.S.; DRUMMOND, G.M. (2005). Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, pg.158.

MADRUCCI, V.; TAIOLI, F.; ARAÚJO, C.C. de (2003) Sensoriamento remoto, aerogeofísica e geoprocessamento aplicados ao estudo de aquífero fraturado em terreno cristalino, leste do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, 33 (2 - Suplemento), 43-52.

MADRUCCI, V.; TAIOLI, F.; ARAÚJO, C.C. de (2005) Análise integrada de dados de sensoriamento remoto, geologia e geofísica no estudo de aquífero fraturado, Lindóia – SP. Revista Brasileira de Geofísica, 23 (4), 437-451.

MANHÃES, M.C.; ESTEVES, J.R. (2017). A identidade e o pertencimento na formação da linguagem nas comunidades pesqueiras de arraial do cabo, da região dos lagos, estado do rio de janeiro. Anais XXI Congresso Nacional de Linguística e Filologia, Rio de Janeiro.

MANSUR, K.L. (2010) Diretrizes para geoconservação do patrimônio geológico do Estado do Rio de Janeiro: o caso do Domínio Tectônico Cabo Frio. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 350p., 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.

MARINHO, A. M. C. P. (1998). Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios. Estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza, 88 p., (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. (1987) Flutuações do Nível Relativo do Mar no Quaternário e seu Papel na Sedimentação Costeira: Exemplos Brasileiros. 22p.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. (1998) Climatic Control of Coastal Erosion during a Sea-Level Fall Episode. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 70: 249-266.

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.

MARTINELLI, G.; MARTINS, E.; MORAES, M.; LOYOLA, R.; AMARO, R. (2018) Livro Vermelho da Flora Endêmica do Estado do Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, SEA - Secretaria de Estado do Ambiente, Andrea Jakobsson Estúdio,456p., Rio de Janeiro.

MASTELLA, A.D.F.; JÚNIOR, S.I.; TRES, A.; TETTO, A.F.; WENDLING, W.T.; SOARES, R.V. (2019). Classificação do estado de Goiás e do Distrito Federal segundo o sistema de zonas de vida de holdridge. Revista Brasileira de Geografia Física, vol.12, nº 02, Recife, pg. 443-456.

MASTERPLAN. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Empreendimento Alphaville Cabo Frio (2013). A serviço de Alphaville. Rio de Janeiro.

MASTERPLAN. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Empreendimento Nova Cabo Frio Water Park - Parque Aquático, Beach Club e Resort (2021). A serviço de São José Desenvolvimento Imobiliário 35 S.A. Rio de Janeiro.

MDR (2023). Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas. Revitalização de Bacias Hidrográficas. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Brasília.

MENDES, G. da S.; SOARES, A.R.; MARTINS, F.O.; ALBUQUERQUE, M.C.M. de; COSTA, S.S.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; GESTINARI, L.M. de S.; SANTOS, N.; ROMANOS M.T.V. (2010). Antiviral activity of the green marine alga Ulva fasciata on the replication of human metapneumovirus. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, vol.52, pg. 03-10, São Paulo.

MENDONÇA, H. S. (2004). Caracterização e afinidades da ictiofauna do Reservatório de Juturnaíba, em Silva Jardim, Estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia)). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Macaé.

MENEZES, J.M.; SILVA JR, G.C. da; PRADO, R.B. (2013) Índice de Qualidade de Água (IQACCME) aplicado à avaliação de aquíferos do Estado do Rio de Janeiro. Águas Subterrâneas, 27(2): 79-92.

MEURER, N. V. F. (2010). Ecologia comportamental do cavalo-marinho brasileiro Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 em recifes rochosos do estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Biociências). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MMA (2016) Carta das Águas Subterrâneas do Estado do Paraná. Ministério Do Meio Ambiente, elaborado pela Água e Solo, Brasília.

MOORE, I.D.; BURCH, G.J. (1986). Modelling Erosion and Deposition: Topographic Effects. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph.

MORIASI, D.N.; ARNOLD, J.G.; VAN LIEW, M.W.; BINGNER, R.L.; HARMEL, R.D.; VEITH, T.L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, vol. 50, n.3, pg.885-900.

NADLER, D. A; TUSHMAN, M.L. (1997). Competing by Design. Oxford University Press, Nova Iorque.

NERES, A.O. et al. (2011) Utilização de Sistemas de Informação Geográfica na caracterização hidrogeoquímica de aquíferos costeiros – Estudo de caso: Distrito de Tamoios, Cabo Frio (RJ). Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, p.3764, Curitiba.

NETO, F.L.; MOLDENHAUER, W.C. (1992). Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). Bragantia, vol. 51, Campinas, pg. 189-196.

OLIVEIRA, A.M.; TOLEDO, P.; FREIRE, C.C. e GOMES, M. de G. (2018) Análise do avanço da cunha salina em sistema aquífero costeiro em Alagoas. Eng. Sanit. Ambient., v.23, n.5, pg. 939-950.

OLIVEIRA, E.C. de (1997). Macroalgas Marinhas de Valor Comercial: Técnicas de cultivo. Panorama da Aqüicultura, vol.7, nº42, pg. 42-45, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, R. de A. (2011). Memórias da ocupação indígena no estado do Rio de Janeiro: um estudo de caso do Museu de Arqueologia Sambaqui da Tarioba. Dissertação de Mestrado (Programa De Pós-Graduação Em Memória Social), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ONS (2003). Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água em bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Operador Nacional Do Sistema Elétrico, Brasília.

ONS (2005). Estimativas das Vazões para as Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. ONS:FAHMA-DZETA: ANA: ANEEL: MME, Brasília.

PACHECO, A., MATOS, B. A. (2000). Cemitérios e meio ambiente. Revista Tecnologias do Ambiente. Ano 7, n. 33, p. 13-15, Lisboa.

PACHECO, A., MENDES, J. M. B., MARTINS, T., HASSUDA, S., KIMMELMANN, A. A. (1991). Cemeteries - a potential risk to groundwater. Water Science and Technology, v. 24, n. 11, pg.97-104.

PALHARES, J.C.P. (2005). Estimando o Consumo de Água de Suínos, Aves e Bovinos em uma Propriedade. Cartilha: Embrapa Suínos e Aves. Concórdia.

PAULERT, R.; TALAMINI, V; CASSOLATO, J.E.F.; DUARTE, M.E.R.; NOSEDA, M.D.; SMANIA, J.R.A; STADNIK, M.J. (2009). Effects of sulfated polysaccharide and alcoholic extracts from green seaweed Ulva fasciata on anthracnose severity and growth of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Plant Diseases and Protection, pg. 263-270.

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.

PEREIRA, W.L.C.M. (2014) A indústria química de álcalis e o “Projeto Cabo Frio”. Cadernos do Desenvolvimento Fluminense, nº4, Rio de Janeiro.

PESSÔA, L.M.; TAVARES, W.C.; GONÇALVES, P.R. (2010). Mamíferos das restingas do macrocompartimento litorâneo da Bacia de Campos, Rio de Janeiro. Sociedade Brasielira de Mastozoologia, Museu Nacional, pg. 95-123, 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.

PIPER, A. M. (1944) A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses. Transactions of the American Geophysical Union – 1944. Part VI, p. 914-928, Washington.

PIVETTA, M. (2013) A Última Grande Alta do Atlântico: Falésias Indicam que Mar Subiu Cerca de 60 Metros no Norte e no Nordeste entre 25 e 16 Milhões de Anos Atrás.

PNUD (2013a). Portal 'O Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil'. PNUD, Ipea, FJP, Brasília.

PNUD (2013b). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. PNUD, Ipea, FJP, 96p., Brasília.

PONTES, P. R. M.; FAN, F. M.; COLLISCHONN, W.; LISBOA, A. M. V.; GOMES, G.; BUARQUE, D. C.; TUCCI, C. E. M. (2015). A Importância da Hidrodinâmica Fluvial para Previsão de Vazão. Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. Porto Alegre:

PORTAL G1 (2016). Prefeitura de Araruama, RJ, anuncia criação de condomínio industrial. Araruama.

PREFEITURA DE ARARUAMA (2017). Portal Turismo, Assessoria de Comunicação Social, Araruama.

PREFEITURA DE ARARUAMA (2021). Notícias - Sistema de Travessia Aquaviária de Araruama ganha nova embarcação com internet gratuita para passageiros. Araruama.

PREFEITURA DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS (2023). Portal Turismo, Armação dos Búzios.

PREFEITURA DE CABO FRIO (2023). Portal Turismo, Secretaria de Turismo, Esporte e Lazer. Cabo Frio.

PREFEITURA DE CASIMIRO DE ABREU (2023). Portal Turismo, Secretaria de Turismo, Casimiro de Abreu.

PREFEITURA DE MARICÁ (2023). Portal Conheça Maricá – RJ. Maricá Turismo. Maricá.

PREFEITURA DE SÃO PEDRO DA ALDEIA (2023). Portal Turismo, Secretaria de Turismo: Qualidade de Vida para Todos. São Pedro da Aldeia.

PREFEITURA DE SILVA JARDIM (2023). Portal Mapa Cultural. Subsecretaria de Comunicação. Silva Jardim.

PROFILL e RHAMA. (2017) Primeira Revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 a 2020. 329p. Diagnóstico – Tomos I e II, Agência PCJ.

PROLAGOS (2023). Portal Digital da Concessionária PROLAGOS. AEGEA.

REBELO, V.A.L.C. (2013) Caracterização Hidrogeológica e Hidrogeoquímica da região do Mangue de Pedra (Armação dos Búzios, RJ). Trabalho Final de Curso (Bacharel em Geologia), 171 p., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RESUB (2001) Projeto RESUB Lagos. Relatórios municipais e bases de dados de cadastro de poços, cacimbas e fontes - Araruama, Cabo Frio, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Saquarema. Rede De Geotecnologia Em Águas Subterrâneas. Material fornecido pelo Prof. Dr. Rodrigo Almeida/UFF em março/2023.

RIBEIRO, M. M. R. (2000). Alternativas para outorga e a cobrança pelo uso da água: Simulação de um caso. IPH/URGS, 200p., Tese Doutorado. Porto Alegre.

RIBEIRO, N.B.; JOHNSSON, R.M.F.; MARTINS, M.S. (2018). Risco ecológico da Bacia Hidrográfica Lagos São João, RJ. Engenharia Sanitaria e Ambiental, vol.23, nº03, Rio de Janeiro.

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.

RICKLEFS, R.E. (1996). A Economia da Natureza, 3a ed., Guanabara Koogan, 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.

ROCHA, M. de A.G. da H.; GUIMARÃES, R.B.; NETA, Z.F.L (2020). Barragens Órfãs: Estudo de Caso da Barragem de Juturnaíba, Localizada no Estado do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, vol. 43, pg. 311-319, Rio de Janeiro.

ROCHA, S.F. (2004) Análise da vulnerabilidade e risco de contaminação dos aquíferos livres na Baixada Campista – Campos dos Goytacazes – RJ. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.

ROSMAN et al. (2020). Análises de Hidrodinâmica Ambiental pertinentes ao projeto de um emissário em Praia Grande – Arraial do Cabo, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Área de Engenharia Costeira & Oceanográfica Escola Politécnica – Dept. Recursos Hídricos & Meio Ambiente.

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.

SANTOS, V.L.M. dos (2019). Efeito das alterações hidrológicas na composição de espécies e na estratégia reprodutiva de peixes em um rio costeiro do sudeste do Brasil. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé.

SAQUAREMA (2013). Decreto nº 1.299, de 23 de setembro de 2013. Dispõe sobre a criação do Refúgio de Vida Silvestre Mato Grosso - Tingui - Castelhañas. Município de Saquarema, Estado do Rio de Janeiro. Saquarema.

SCHMITT, R.S. et al. (2008) Unidades Litoestratigráficas. Geologia das Folhas Cabo Frio e Rio das Ostras.

SCHWARTZ, S.B. (1988). Segredos Internos. Engenhos e escravos na sociedade colonial 1550-1835. Companhia das Letras, São Paulo:

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, B.M. (2011). Capitães, famílias e terras: A ocupação territorial do Rio de Janeiro na primeira metade do século XVII. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História - ANPUH, p. 1 a 13. São Paulo.

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.

SILVA, G.A.A. de (2012). Dinâmicas sociais, organização política e conflitos da pesca artesanal na foz do rio São João (RJ). Dissertação de mestrado (Programa Pósgraduação em Antropologia). Universidade Federal Fluminense. Niterói.

SILVA, L.B.C.; MOLISANI, M.M. (2019). Revisão histórica sobre o estado trófico de lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro. Campos dos Goytacazes, RJ: Essentia. 105 p.

SIQUEIRA, V.A.; PAIVA, R.C.D.; FLEISCHMANN, A.S.; FAN, F.M.; RUHOFF, A.L.; PONTES, P.R.M.; PARIS, A.; CALMANT, S.; COLLISCHONN, W. (2018). Toward continental hydrologic–hydrodynamic modeling in South America. Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, pg. 4815–4842.

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.

STUDART, T. M. C.; CAMPOS, J. N. B.; COSTA, A. M. (1997). A alocação e o uso dos recursos hídricos no Ceará. Anais Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, ABRH, Vitória.

SOFFIATI, A. (2021). Em defesa do rio Una: a história de um rio na Região dos Lagos. Editora Autografia.

STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, F. A.; PONÇANO, E. L.; NETO, F. L. (1987). Potencial de Erosão Laminar, Natural e Antrópica na Bacia do Peixe-Paranapanema. Anais Simpósio Nacional De Controle De Erosão, pg. 105-135, Marília.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. de (1985) Flutuações do Nível Relativo do Mar durante o Quaternário Superior ao longo do Litoral Brasileiro e suas Implicações na Sedimentação Costeira. Revista Brasileira de Geologia, 15(4), pg.273-286.

SUDENE (1980) Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste – PLIRHINE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Recife.

SUDERHSA (2006). Manual Técnico de Outorgas. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Estado do Paraná)., 107 p., Curitiba.

TEIXEIRA, W.; FAICHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M. de; TAIOLI, F. (2009) Decifrando a Terra, 2ed., Companhia Editora Nacional, São Paulo.

THOMAZ FILHO, A. e RODRIGUES, A.C. (1999) O alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio (RJ) e sua continuidade na cadeia Vitória-Trindade. Revista Brasileira de Geociências 29(2), pg.189-194.

TIBIRIÇÁ, L.C. (1985). Dicionário Topônimos de Origem Tupi. Significados de Nomes Geográficos. São Paulo: Ed. Traço. 197p.

TRANSPETRO (2017) Material com trajetos de dutos (em arquivo kml), gerado a partir de dados dos sistemas GIS Transpetro e WEBDUTOS.

TUBBS F., D.; RAPOSO, R.M. e ROSA, F.A. (2012) A Hidrogeologia do "Aquífero Tamoios", Município de Cabo Frio, estado do Rio de Janeiro. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Bonito.

TUCCI, C.E.M. (1993). Hidrologia: Ciência e Aplicação. Controle de enchentes. Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 944 p., Porto Alegre.

TUCCI, C.E.M. (2002). Regionalização de vazões (1ª Edição ed.), UFRGS, Porto Alegre.

TUCCI, C.E.M. (2007). Inundações urbanas. ABRH; Rhama, 358p., Porto alegre.

UFRJ (2012) Mangue de Pedra – Patrimônio de todos. Livreto dentro do projeto "Geoparque dos Costões e Lagunas do Rio de Janeiro", 16p. Pró-Reitoria de Extensão – Universidade Federal Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. (2005). Conservação de nascentes: hidrografia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Aprenda Fácil, 210p, Viçosa.

VAZ, A.J. (2012). A Bacia Hidrográfica Lagos - São João pós década de 1960: um estudo das transformações espaciais da região e suas influências sobre a qualidade ambiental. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro

VIDAL, A.C.; ROSTIROLLA, S.P.; KIANG, C.H.; MARTINI, M.L. (2006) Estudo da relação entre lineamentos estruturais e a exploração de água subterrânea por meio da análise de favorabilidade. Revista Águas Subterrâneas, vol.20, nº2, pg.27-38.

VON SPERLING, M. (2008). Modelagem da qualidade das águas da bacia do rio Una após reversão dos efluentes tratados de Iguaba Grande, São Pedra da Alderia e Cabo Frio.

YONESHIGUE, Y. (1985). Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil). Tese de Douturado, 466p., L'Universite d'Aix-Marseille II.

WALTER, K.S.; GILLETT, H.J. (1997). IUCN red list of threatened plants. IUCN.

WERNER, A.D.; BAKKER, M.; POST, V.E.A.; VANDENBOHEDE, A.; LU, C.; ATAIE-ASHTIANI, B. (2013) Seawater Intrusion Processes, Investigation and Management: Recent Advances and Future Challenges. Advances in Water Resources, 51, pg.3-26.

WISCHMEIER, W.H. (1959). A Rainfall Erosivity Index for a Universal Soil-Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, vol.23, pg. 246-249.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. The USDA Agricultural Handbook nº537, Maryland.

ZALÁN, P.V. (2004) Evolução Fanerozóica das Bacias Sedimentares Brasileiras, in, V. Mantesso-Neto, A. Bartorelli, C. D. R. Carneiroe, B. B. B. Neves, eds., Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Produções Culturais Ltda., São Paulo, pg. 595–612.

ZAPPI, D.C. (1994). Pilosocereus (Cactaceae). The genus in Brazil. Succ Pl Res, v. 3, pg. 1-160.

ZILBERBERG, C.; ABRANTES, P.D.; MARQUES, J.A.; MACHADO, L.F.; MARANGONI, L.F.B.; (2016) Conhecendo os Recifes Brasileiros. Rede de Pesquisas Coral Vivo, Série Livros 58. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 360.