



PRH-BIG

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO
HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE

RD10 RELATÓRIO SÍNTESE DE DIAGNÓSTICO

MARÇO - 2020

Rio Mambucaba,
Parque Mambucaba,
divisa dos municípios
Angra dos Reis e Paraty - RJ

Apoio:



Acompanhamento:



Execução:



Realização:





APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste no Relatório Síntese de Diagnóstico (RD10), elaborado pela Profill Engenharia e Ambiente SA para a execução técnica da ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE (PRH-BIG), pertencente à Região Hidrográfica I do Estado do Rio de Janeiro.

O RD10 tem por base a proposta técnica apresentada no processo licitatório realizado junto ao INEA e está orientado de modo a atender o termo de referência e a Lei Nº 9.433/97, a Resolução do CNRH Nº 145/2012 e a Lei Estadual Nº 3.239/99, considerando o conteúdo legalmente exigido e as especificidades da RH-I.

Março de 2020



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	36
2. ASPECTOS GERAIS	39
2.1. ESTRUTURA DE DADOS E FONTES DE INFORMAÇÃO	39
2.2. DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO (UHPs).....	41
2.3. USO E COBERTURA DO SOLO	43
2.3.1. Caracterização da UHP 1 - Ponta da Juatinga	50
2.3.2. Caracterização da UHP 2 - Rio Paraty-Mirim	52
2.3.3. Caracterização da UHP 3 - Rio Perequê-Açú	54
2.3.4. Caracterização da UHP 4 - Rios Pequeno e Barra Grande	55
2.3.5. Caracterização da UHP 5 - Rio Taquari	57
2.3.6. Caracterização da UHP 6 - Rio Mambucaba.....	58
2.3.7. Caracterização da UHP 7 - Rios Grataú e do Frade	60
2.3.8. Caracterização da UHP 8 - Rio Bracuí	61
2.3.9. Caracterização da UHP 9 - Rio Ariró	63
2.3.10. Caracterização da UHP 10 – Rio do Meio (Japuíba).....	65
2.3.11. Caracterização da UHP 11 - Rio Jacuecanga	67
2.3.12. Caracterização da UHP 12 - Rio Jacareí.....	69
2.3.13. Caracterização da UHP 13 - Bacias da Ilha Grande	71
2.3.14. Caracterização da UHP 14 - Ilhas	72
3. MEIO FÍSICO.....	74
3.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	74
3.1.1. Geologia	74
3.1.2. Hidrogeologia.....	75
3.2. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA	78
3.2.1. Geomorfologia da região	79
3.2.2. Vulnerabilidade à erosão	85
3.3. CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA	88
3.3.1. Classificação dos solos	88
3.3.2. Aptidão e permeabilidade	90
3.4. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	91
3.4.1. Estações de monitoramento	91
3.4.2. Temperatura	93



3.4.3. Precipitação	98
3.4.4. Eventos extremos	101
3.5. CARACTERIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA MARINHA	104
3.5.1. Circulação	107
3.5.2. Regime de ondas e marés	111
3.5.3. Salinidade e Temperatura	112
3.5.4. Batimetria e Sedimentologia	115
3.5.5. Baías e praias	117
4. MEIO BIÓTICO	118
4.1. IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES DO BIOMA MATA ATLÂNTICA .	118
4.1.1. Caracterização fitogeográfica	120
4.1.2. Caracterização Fitogeográfica por UHP	123
4.2. PRESERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS NATURAIS	127
4.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS	129
4.3.1. Unidades de Conservação por UHP	134
4.3.2. Mosaicos de Unidades de Conservação	135
4.3.3. Áreas de Preservação Permanente (APPs)	137
4.3.4. Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	143
5. MEIO SOCIOECONÔMICO	147
5.1. ORGANIZAÇÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA	147
5.2. DEMOGRAFIA	147
5.2.1. Demografia e urbanização	147
5.2.2. Zoneamento Municipal	153
5.2.3. Dinâmica populacional	155
5.2.4. Densidade demográfica	159
5.2.5. Pirâmide etária	162
5.3. INDICADORES SOCIAIS	163
5.3.1. Educação	165
5.3.2. Saúde	166
5.3.3. Emprego e renda	167
5.4. ECONOMIA	173
5.5. INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	176
5.6. COMUNIDADES TRADICIONAIS	178
6. RECURSOS HÍDRICOS	186
6.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	186



6.1.1. Caracterização hidrográfica.....	186
6.1.1.1. Rios	186
6.1.1.2. Lagos, lagoas e reservatórios	188
6.1.2. Disponibilidade hídrica superficial	189
6.1.2.1. Porção continental da RH-I	189
6.1.2.1.1. Dados de entrada utilizados	190
6.1.2.1.2. Calibração do modelo.....	201
6.1.2.1.3. Validação do modelo	210
6.1.2.2. Resultados para a disponibilidade hídrica continental	211
6.1.2.2.1. Disponibilidade na porção continental	212
6.1.2.3. Ilha Grande (UHP-13)	230
6.1.2.3.1. Regionalização de vazões.....	232
6.1.2.4. Resultados para a disponibilidade hídrica da Ilha Grande	237
6.1.2.4.1. Disponibilidade na UHP 13 - Ilha Grande.....	237
6.1.2.1. Avaliação dos resultados	243
6.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	244
6.2.1. Abastecimento subterrâneo.....	244
6.2.2. Caracterização dos sistemas aquíferos na RH-I	246
6.2.2.1. Sistema Aquífero Cristalino.....	247
6.2.2.2. Sistemas Aquíferos Sedimentares	249
6.2.2.2.1. Alúvio-Lacustres	250
6.2.2.2.2. Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos	250
6.2.2.2.3. Argilas Orgânicas Costeiras	251
6.2.3. Disponibilidade hídrica subterrânea na RH-I	251
6.2.3.1. Estimativa de recarga dos aquíferos	252
6.2.3.1.1. Separação do escoamento de base	252
6.2.3.2. Disponibilidade efetiva e instalada na RH-I.....	255
6.3. QUALIDADE DA ÁGUA	256
6.3.1.1. Resultados preliminares qualitativos	256
6.3.1.1.1. Forma de avaliação dos parâmetros	258
6.3.1.1.2. Dados de qualidade da água existentes na Baía da Ilha Grande	259
6.3.1.1.3. Avaliação geral da qualidade da água na Baía da Ilha Grande	261
6.3.1.1.4. Avaliação consolidada da qualidade da água na Baía da Ilha Grande	268
6.3.1.1.5. Séries temporais dos parâmetros de qualidade da água	270
6.4. USOS DA ÁGUA.....	278
6.4.1. Demandas por setor	278



6.4.1.1. Indústria.....	278
6.4.1.1.1. Demanda Industrial Cadastrada	281
6.4.1.1.2. Demanda Industrial Estimada.....	282
6.4.1.1.3. Espacialização da Demanda Industrial.....	283
6.4.1.2. Mineração.....	284
6.4.1.2.1. Demanda de água para mineração	287
6.4.1.3. Agricultura e pecuária	288
6.4.1.3.1. Agricultura irrigada.....	288
6.4.1.3.2. Dessedentação animal	293
6.4.1.4. Geração de energia.....	295
6.4.1.4.1. Outras possíveis fontes de energia	296
6.4.1.4.2. Demanda de água	296
6.4.1.5. Pesca	297
6.4.1.5.1. Principais modalidades pesqueiras	300
6.4.1.5.2. Principais Conflitos relacionados à pesca	303
6.4.1.6. Aquicultura	305
6.4.1.6.1. Espécies cultivadas na RH-I.....	307
6.4.1.6.2. Demandas na RH-I	309
6.4.1.7. Recreação, turismo e lazer	311
6.4.1.7.1. Perfil dos turistas e visitantes	313
6.4.1.7.2. Principais atividades turísticas.....	313
6.4.1.7.3. Possíveis impactos ambientais relacionados à atividade de turismo	316
6.4.1.8. Proteção das comunidades aquáticas	318
6.4.1.9. Saneamento Básico	322
6.4.1.9.1. Abastecimento urbano e rural.....	322
6.4.1.9.2. Esgotamento sanitário.....	343
6.4.1.9.3. Resíduos sólidos	356
6.4.1.9.4. Drenagem urbana.....	360
6.4.2. Demandas consolidadas	365
6.5. BALANÇO HÍDRICO.....	367
6.5.1. Aspectos metodológicos.....	367
6.5.1.1. Descrição do modelo de balanço hídrico	367
6.5.1.2. Descrição da metodologia de alocação das demandas	370
6.5.1.3. Descrição da metodologia de alocação das cargas poluidoras	378
6.5.1.3.1. Revisão dos sistemas de tratamento de esgotos e das taxas de atendimento às soluções de destinação de esgoto urbano.....	378



6.5.1.3.2. Distribuição da carga potencial e efetivamente lançada nos setores censitários e totais por UHP e por minibacia.....	383
6.5.2. Resultados do balanço hídrico quantitativo	384
6.5.2.1. Balanço hídrico quantitativo por UHP	385
6.5.2.2. Balanço hídrico quantitativo por trecho de rio	387
6.5.3. Resultados do balanço hídrico qualitativo	391
6.5.3.1. Balanço hídrico qualitativo por UHP	391
6.5.3.2. Balanço hídrico qualitativo por trecho de rio	393
7. ARTICULAÇÃO LEGAL E INSTITUCIONAL	395
7.1. ASPECTOS INSTITUCIONAIS.....	395
7.1.1. Gerenciamento de recursos hídricos	395
7.1.1.1. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).....	395
7.1.1.2. Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI)	396
7.1.2. Atores relevantes.....	397
7.2. INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	399
7.3. RECURSOS FINANCEIROS DA RH-I.....	405
7.3.1. Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI.....	405
7.3.2. Investimentos na Região Hidrográfica I.....	407
7.4. PLANOS E PROGRAMAS.....	408
8. PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO DIAGNÓSTICO.....	414
8.1. SANEAMENTO	414
8.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	417
8.3. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	420
8.3.1. Lacunas de informações.....	420
8.3.2. Instrumentos de gestão	421
8.4. ÁREAS PRIORITÁRIAS.....	421
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	423
APÊNDICES	460
APÊNDICE 1 - ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DA ESTAÇÃO PARATI	461
1. ANTECEDENTES	462
2. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	463
2.1. Nova aquisição e avaliação dos dados de séries diárias.....	463
2.2. Avaliação de consistência da Estação Parati	464
2.3. Comparação com dados do Atlas Pluviométrico	467



3. CONCLUSÕES	471
APÊNDICE 2 - ANÁLISE DAS CURVAS CHAVES DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS.....	472
1. AVALIAÇÃO REALIZADA.....	473



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.	42
Figura 2.2 - Afloramento rochoso.	44
Figura 2.3 - Áreas antrópicas indiscriminadas.	44
Figura 2.4 - Corpos d'água.	45
Figura 2.5 - Floresta Secundária em estágio inicial de regeneração.	45
Figura 2.6 - Floresta Secundária em estágio médio e avançado de regeneração.	46
Figura 2.7 - Formação pioneira.	46
Figura 2.8 – Pastagens.	46
Figura 2.9 – Restinga.	47
Figura 2.10 – Urbano.	47
Figura 2.11 - Uso e cobertura do solo na RH-I.	50
Figura 2.12 - Uso e cobertura do solo para a UHP-1.	52
Figura 2.13 - Uso e cobertura do solo para a UHP-2.	53
Figura 2.14 - Uso e cobertura do solo para a UHP-3.	55
Figura 2.15 - Uso e cobertura do solo para a UHP-4.	56
Figura 2.16 - Uso e cobertura do solo para a UHP-5.	58
Figura 2.17 - Uso e cobertura do solo para a UHP-6.	60
Figura 2.18 - Uso e cobertura do solo para a UHP-7.	61
Figura 2.19 - Uso e cobertura do solo para a UHP-8.	63
Figura 2.20 - Uso e cobertura do solo para a UHP-9.	65
Figura 2.21 - Uso e cobertura do solo para a UHP-10.	67
Figura 2.22 - Uso e cobertura do solo para a UHP-11.	69
Figura 2.23 - Uso e cobertura do solo para a UHP-12.	70
Figura 2.24 - Uso e cobertura do solo para a UHP-13.	72
Figura 2.25 - Uso e cobertura do solo para a UHP-14.	73
Figura 3.1 - Geologia da RH-I.	75



Figura 3.2 - Hidrogeologia da RH-I.	78
Figura 3.3 - Pico do Frade.....	80
Figura 3.4 - Baía da Ilha Grande vista da Pedra da Macela.	80
Figura 3.5 - Costões, ilhas e enseadas em Ponta Leste, Angra dos Reis, próximo ao Terminal marítimo da Petrobras.....	81
Figura 3.6 - Baixada em Angra dos Reis.	82
Figura 3.7 - Área de baixada junto à foz do rio Mambucaba.	82
Figura 3.8 - Relevo no Parque Nacional da Serra da Bocaina.	83
Figura 3.9 - Unidades Geomorfológicas da RH-I.	84
Figura 3.10 - Declividade da RH-I.....	85
Figura 3.11 - Grau de vulnerabilidade da RH-I.	88
Figura 3.12 - Pedologia da RH-I.....	90
Figura 3.13 - Estações automáticas do INMET localizadas em Angra dos Reis (à esquerda) e Paraty (à direita).....	92
Figura 3.14 - Estações de monitoramento de temperatura, velocidade do vento e/ou precipitação na RH-I com os responsáveis pela sua operação.....	93
Figura 3.15 - Temperaturas médias e históricas mensais (83788).	94
Figura 3.16 - Temperaturas médias e históricas mensais (86913).	95
Figura 3.17 - Temperaturas máximas na RH-I.....	96
Figura 3.18 - Temperaturas médias na RH-I.....	97
Figura 3.19 - Temperaturas mínimas na RH-I.....	98
Figura 3.20 - Precipitações médias mensais na RH-I.	100
Figura 3.21 - Precipitações históricas médias anuais na RH-I.....	100
Figura 3.22 - Valores médios de precipitação anual na RH-I.....	101
Figura 3.23 - Ocorrência de eventos extremos na RH-I.....	103
Figura 3.24 - Deslizamento de terra na Enseada do Bananal, na porção norte de Ilha Grande.	104
Figura 3.25 - Deslizamento de terra em parte do Morro do Carioca, Angra dos Reis.	104



Figura 3.26 - Divisão fisiográfica da RH-I.....	108
Figura 3.27 - Fluxos de água na Baía da Ilha Grande, RJ.....	109
Figura 3.28 - Campo de velocidades de corrente obtido após estabilização do modelo.	111
Figura 3.29 - Salinidade superficial da água do mar em parte por mil da Baía da Ilha Grande, RJ, durante a campanha verão.	113
Figura 3.30 - Temperatura média da água do mar na RH-I, durante as campanhas verão e inverno.....	114
Figura 3.31 - Batimetria da Baía da Ilha Grande.....	116
Figura 4.1 - Distribuição dos tipos de vegetação na RH-I Baía da Ilha Grande.....	121
Figura 4.2 - Percentual das classes de vegetação ocorrentes nas UHPs da RH-I.....	124
Figura 4.3 - Distribuição das subclasses da Floresta Ombrófila Densa por UHP.....	125
Figura 4.4 - Cobertura vegetal da RH-I.....	127
Figura 4.5 - Unidades de Conservação da RH-I.....	134
Figura 4.6 - Percentual de áreas protegidas por UCs nas UHPs da RH-I.....	135
Figura 4.7 - Metodologia de mapeamento das APPs. (A) Dados vetoriais (b) Dados matriciais.	138
Figura 4.8 - Áreas de preservação permanente da RH-I.....	143
Figura 4.9 - Áreas prioritárias para conservação na RH-I.....	146
Figura 5.1 - População total, urbana e rural das UHPs que compõem a RH-I.....	151
Figura 5.2 - Taxa de urbanização da população nas UHPs da RH-I.....	152
Figura 5.3 - Zoneamento dos municípios de Angra dos Reis e Paraty.....	155
Figura 5.4 - Densidade demográfica estimada da RH-I por UHPs em 2018.....	160
Figura 5.5 - Densidade demográfica estimada da RH-I segundo as UHPs em 2018.....	161
Figura 5.6 - Pirâmide etária (% das faixas) da RH-I no ano 2000.....	162
Figura 5.7 - Pirâmide etária (% das faixas) da RH-I no ano de 2010.....	162
Figura 5.8 - Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal.....	164
Figura 5.9 - Índices de Desenvolvimento Humano Municipais dos municípios da RH-I e do Brasil.	164



Figura 5.10 - Subíndice de escolaridade dos municípios da RH-I.	165
Figura 5.11 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Angra dos Reis.	168
Figura 5.12 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Paraty.	169
Figura 5.13 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Mangaratiba. .	170
Figura 5.14 - Evolução dos empregos formais nos municípios da RH-I.	171
Figura 5.15 - PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos no ano de 2015.	176
Figura 5.16 - Infraestrutura de transportes.....	178
Figura 5.17 - Comunidades tradicionais da RH-I.	183
Figura 6.1 - Hidrografia detalhada da RH-I.	188
Figura 6.2 - Etapas do Modelo MGB.....	190
Figura 6.3 - Modelo Digital de Elevação utilizado neste estudo.....	192
Figura 6.4 - Sub-Bacias e Minibacias obtidas, com o destaque na UHP 3 para fins de melhor visualização.....	193
Figura 6.5 - Pedologia utilizada no âmbito das simulações.	194
Figura 6.6 - Uso do Solo utilizado no âmbito das simulações.....	196
Figura 6.7 - Unidades de Resposta Hidrológica.....	197
Figura 6.8 - Estações Climatológicas.....	198
Figura 6.9 - Estações Pluviométricas utilizadas no âmbito das simulações.	199
Figura 6.10 - Diferença entre precipitações médias mensais nas Estações Parati e São Roque.	200
Figura 6.11 - Chuvas Médias Anuais simuladas para diferentes áreas da Baía da Ilha Grande.	201
Figura 6.12 - Croqui de Localização e de Dados utilizados no estudo.	204
Figura 6.13 - Hidrogramas das três estações utilizadas.	206
Figura 6.14 - Hidrograma da Estação Fazenda Fortaleza.	206
Figura 6.15 - Hidrograma da Estação Parati.....	207



Figura 6.16 - Hidrograma da Estação Fazenda das Garrafas.	207
Figura 6.17 - Curva de Permanência da Estação Fazenda Fortaleza.	208
Figura 6.18 - Curva de Permanência da Estação Parati.	208
Figura 6.19 - Curva de Permanência da Estação Fazenda das Garrafas.	209
Figura 6.20 - Hidrogramas Simulados e Observados para a Estação Fazenda Fortaleza.	213
Figura 6.21 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Fazenda Fortaleza.	213
Figura 6.22 - Hidrogramas Simulados e Observados para a Estação Parati.	215
Figura 6.23 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Parati.	215
Figura 6.24 - Hidrograma simulado e observado para a Estação Fazenda das Garrafas.	217
Figura 6.25 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Fazenda das Garrafas.	217
Figura 6.26 - Período de Dados de Vazão analisados por Francisco (2004).	218
Figura 6.27 - Correlação entre vazões obtidas e vazões simuladas.	221
Figura 6.28 - Disponibilidade Hídrica - $Q_{média}$	223
Figura 6.29 - Disponibilidade Hídrica - Q_{90}	224
Figura 6.30 - Disponibilidade Hídrica - Q_{95}	225
Figura 6.31 - Vazão Absoluta - Q_{95}	226
Figura 6.32 - Vazão Específica - Q_{95}	227
Figura 6.33 - Vazão Absoluta - Q_{mit}	228
Figura 6.34 - Vazão Específica - Q_{mit}	229
Figura 6.35 - Cobertura vegetal da UHP-13.	231
Figura 6.36 - Modelo Digital de Elevação e Recursos Hídricos da Ilha Grande.	232
Figura 6.37 - Ilustração da Técnica de Regionalização.	233
Figura 6.38 - Mini-Bacias utilizadas para a regionalização.	234
Figura 6.39 - Regionalização da Q_{med}	235
Figura 6.40 - Regionalização da Q_{50}	235
Figura 6.41 - Regionalização da Q_{90}	236



Figura 6.42 - Regionalização da Q_{95}	236
Figura 6.43 - Regionalização da Q_{7-10}	236
Figura 6.44 - Vazões Médias para a UHP-13.	238
Figura 6.45 - Q_{90} para a UHP-13.....	239
Figura 6.46 - Q_{95} para a UHP-13.....	240
Figura 6.47 - Código dos Cursos Hídricos.	241
Figura 6.48 – Total dos domicílios particulares permanentes e os tipos de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro.	245
Figura 6.49 - Total de pontos regularizados pelo Inea no estado do Rio de Janeiro.	246
Figura 6.50 - Classificação dos aquíferos encontrados na RH-I de acordo com o tipo de porosidade da rocha.....	247
Figura 6.51 - Perfis litológicos de poços cadastrados na plataforma SIAGAS perfurados no município de Angra dos Reis - RJ na área abrangida pela RH-I.	248
Figura 6.52 - Escoamento superficial e de base.....	253
Figura 6.53 - Descarga subterrânea mensal nos rios Mambucaba e Perequê-Açu.	254
Figura 6.54 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.....	258
Figura 6.55 - Croqui de localização das estações de Qualidade da água.	261
Figura 6.56 - Perfil de Concentrações de Oxigênio Dissolvido (mg/L).....	262
Figura 6.57 - Perfil de Concentrações de DBO (mg/L).	263
Figura 6.58 - Perfil de Concentrações de Nitrato (mg/L).....	263
Figura 6.59 - Perfil de Concentrações de Fósforo Total (mg/L).	264
Figura 6.60 - Perfil de Concentrações de Turbidez (NTU).....	265
Figura 6.61 - Perfil de valores de pH.....	265
Figura 6.62 - Temperatura do Ar ($^{\circ}$ C).	266
Figura 6.63 - Temperatura da água ($^{\circ}$ C).....	266
Figura 6.64 - Coliformes Fecais (NMP/100 mL).....	267
Figura 6.65 - Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L).....	268
Figura 6.66 - Série histórica do IQA.	269



Figura 6.67 - Atividades de exploração mineral licenciadas pelo INEA e localização dos blocos de requerimentos.	285
Figura 6.68 - Ilustração da produção pesqueira em relação às principais espécies desembarcadas no Estado do Rio de Janeiro em 2015.	299
Figura 6.69 - Organograma com as modalidades de aquicultura.	306
Figura 6.70 - Gráfico da quantidade produzida de ostras, vieiras e mexilhões pela atividade de aquicultura na RH-I em kg.....	309
Figura 6.71 - Índices de atendimento total e urbano de água e índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios integrantes da RH-I.....	324
Figura 6.72 - Evolução temporal dos consumos <i>per capita</i> de água na RH-I.....	325
Figura 6.73 - Evolução temporal dos índices de atendimento urbano de água na RH-I.....	326
Figura 6.74 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.	332
Figura 6.75 - Distribuição das vazões captadas (%) por UHP da RH-I.....	333
Figura 6.76 - Evolução temporal dos investimentos abastecimento de água na RH-I.....	337
Figura 6.77 - Distribuição da demanda de retirada para o abastecimento humano por UHP da RH-I.....	341
Figura 6.78 - Distribuição da demanda de consumo para o abastecimento humano por UHP da RH-I.....	341
Figura 6.79 - Índices de coleta, atendimento total e urbano e tratamento de esgoto nos municípios integrantes da RH-I.	344
Figura 6.80 - Porcentagem da população da RH-I para as situações i, ii, iii do cálculo da carga orgânica.....	353
Figura 6.81 - Distribuição das cargas orgânicas lançadas por cada município da RH-I.....	354
Figura 6.82 - Evolução temporal dos investimentos em esgotamento sanitário na RH-I.....	355
Figura 6.83 - Localização dos aterros existentes na RH-I.	360
Figura 6.84 - Áreas suscetíveis a inundações.	362
Figura 6.85 - Número de ocorrências de desastres hidrológicos e pessoas afetadas por município na RH-I (2003 a 2018).....	364



Figura 6.86 - Demandas totais na RH-I, considerando a estimativa de retirada para consumo humano.	365
Figura 6.87 - Demandas totais na RH-I, considerando a estimativa de consumo para consumo humano.	365
Figura 6.88 - Demandas totais na RH-I, considerando as vazões consolidadas para o abastecimento.	367
Figura 6.89 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS Tools.	368
Figura 6.90 - Localização dos sistemas de abastecimento público incluídos no modelo.	373
Figura 6.91 - Espacialização das demandas do setor industrial nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).	374
Figura 6.92 - Espacialização das demandas de dessedentação animal nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).	375
Figura 6.93 - Espacialização das demandas de irrigação nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).	376
Figura 6.94 - Espacialização das demandas de aquicultura nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).	377
Figura 6.95 - Espacialização das demandas de mineração nas unidades de balanço hídrico (minibacias).	378
Figura 6.96 - Sistemas de tratamento de esgoto identificados na RH-I e suas respectivas áreas de atendimento.	379
Figura 6.97 - Esquema ilustrando as etapas de cálculo das estimativas de carga gerada e lançada.	383
Figura 6.98 - Balanço hídrico quantitativo por UHP, considerando a vazão Q_{95}	387
Figura 6.99 - Balanço hídrico considerando a Q_{95} e as demandas totais estimadas para o cenário atual.	388
Figura 6.100 - UHPs com resultados mais críticos.	390
Figura 6.101 - Classe de enquadramento encontrada para cada UHP considerando a concentração de DBO.	392



Figura 6.102 - Distribuição da carga potencial de matéria orgânica nas minibacias no cenário atual.....	393
Figura 6.103 - Distribuição da carga lançada de matéria orgânica nas minibacias no cenário atual.	394
Figura 7.1 - Organização geral do SINGREH.	396
Figura 7.2 - Instrumentos de gestão do SINGREH.	401
Figura 7.3 - Percentuais dos valores aprovados pelo CBH para projetos da RH-I com recursos FUNDRHI.	408
Figura 8.1 - Balanço hídrico considerando a Q95% por UHP e a carga lançada (DBO) por UHP.	415
Figura 8.2 - Balanço hídrico (Q95%) por trecho de rio e a carga lançada (DBO) por minibacia.	415
Figura 8.3 - Grau de vulnerabilidade para a UHP 3 – Rio Perequê-Açu.....	418
Figura 8.4 - Grau de vulnerabilidade para a UHP 10 – Rio do Meio (Japuíba).....	418
Figura 8.5 – Áreas prioritárias.	422
Figura 1.1 – Chuvas Médias Anuais simuladas para diferentes áreas da Baía da Ilha Grande	462
Figura 1.2 – Diferença entre precipitações médias mensais nas Estações 2344007 e 2344008	463
Figura 2.1 - Comportamento da Estação Parati na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, São Roque e Alto da Serra do Mar.....	465
Figura 2.2 - Comportamento da Estação Patrimônio na comparação à média dos acumulados das estações Parati, São Roque e Alto da Serra do Mar.....	466
Figura 2.3 - Comportamento da Estação São Roque na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, Parati e Alto da Serra do Mar	466
Figura 2.4 - Comportamento da Estação Alto da Serra do Mar na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, São Roque e Parati	467
Figura 2.5 - Precipitações médias e isoietas anuais médias para Paraty	468
Figura 2.6 - Precipitações médias mensais em Paraty	469
Figura 2.7 - Precipitações médias mensais na Ponte Branca.....	469



Figura 2.8 - Precipitações médias mensais na Estação Patrimônio	470
Figura 2.9 - Precipitações médias mensais na Estação São Roque	470
Figura 1.1 - Avaliação da curva-chave para a estação Fazenda das Garrafas	474
Figura 1.2 - Avaliação da curva-chave para a estação Fazenda Fortaleza	475
Figura 1.3 - Avaliação da curva-chave para a estação Parati.....	476



LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Eventos durante a etapa de Diagnóstico.	37
Quadro 2.1 - Metadados do Banco de Dados do Plano: dados em formato vetorial.	40
Quadro 2.2 - Metadados do Banco de Dados do Plano: dados em formato matricial.	40
Quadro 2.3 - Áreas das UHPs delimitadas.	42
Quadro 2.4 - Quantificação das classes de uso e cobertura do solo na RH-I.	48
Quadro 3.1 - Valores de vulnerabilidade atribuídos a classes de declividade, intensidade pluviométrica e Geologia.	86
Quadro 3.2 - Valores de vulnerabilidade por classe de uso e cobertura do solo.	86
Quadro 3.3 - Valores de vulnerabilidade por classe de pedologia.	87
Quadro 3.4 - Valores e classes de vulnerabilidade.	87
Quadro 3.5 - Estações do INMET localizadas na RH-I.	92
Quadro 3.6 - Estações pluviométricas com dados históricos disponíveis na RH-I.	99
Quadro 3.7 - Precipitações médias mensais nas estações da RH-I.	99
Quadro 3.8 - Eventos extremos ocorridos entre 1996 e 2013 na RH-I.	102
Quadro 3.9 - Síntese informativa do ecossistema marinho da Baía da Ilha Grande.	105
Quadro 4.1 - Distribuição (km ²) da Floresta Ombrófila Densa e Ombrófila Mista por UHP na RH-I.	126
Quadro 4.2 - Distribuição (km ²) de Manguezais, Restinga, Pastagens e outros usos antrópicos por UHP na RH-I.	126
Quadro 4.3 - Características gerais das Unidades de Conservação da RH-I.	132
Quadro 4.4 - UCs que integram o Mosaico Bocaina (Portaria MMA N° 349/06).	136
Quadro 4.5 - Áreas de Preservação Permanente mapeadas para a RH-I (Lei 12.651/12).	137
Quadro 4.6 - Quantitativo em porcentagem do uso do solo em APPs que não estão sobrepostas a UCs.	139
Quadro 4.7 - Quantitativo em porcentagem do uso do solo em APPs sobrepostas por UCs de Uso Sustentável.	141
Quadro 4.8 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na RH-I.	145



Quadro 5.1 - População dos municípios que fazem parte da RH-I.....	147
Quadro 5.2 - População das UHPs que compõem a RH-I em 2010.....	149
Quadro 5.3 - Estimativa da população das UHPs que compõem a RH-I em 2018.....	149
Quadro 5.4 - Descrição e siglas do zoneamento de Angra dos Reis.....	154
Quadro 5.5 - Taxa geométrica de crescimento anual (%a.a.) da população estimada da RH-I entre os anos de 1991-2000.	155
Quadro 5.6 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I entre os anos de 2000-2010.	156
Quadro 5.7 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada dos municípios que compõem a RH-I nos anos de 1991-2000.	156
Quadro 5.8 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada dos municípios que compõem a RH-I nos anos de 2000-2010.	156
Quadro 5.9 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 1991-2000.....	157
Quadro 5.10 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 2000-2010.....	158
Quadro 5.11 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 2010-2018.....	158
Quadro 5.12 - Densidade demográfica estimada da RH-I por UHPs em 2018.....	159
Quadro 5.13 - Indicadores de analfabetismo.	166
Quadro 5.14 - Taxa de natalidade.....	167
Quadro 5.15 - Indicador de óbitos relacionados a algumas doenças de veiculação hídrica. ..	167
Quadro 5.16 - Número de empregos formais por grande setor em Angra dos Reis.....	168
Quadro 5.17 - Número de empregos formais por grande setor em Paraty.....	169
Quadro 5.18 - Número de empregos formais por grande setor em Mangaratiba.	170
Quadro 5.19 - Número de empregos formais nos municípios da RH-I.	171
Quadro 5.20 - Indicadores de emprego e renda.	172
Quadro 5.21 - Índice de Gini nos municípios que compõem a RH-I nos anos de 1991/2000/2010.	172



Quadro 5.22 - PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos (2015).	173
Quadro 5.23 - Representatividade no PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos (2015).	173
Quadro 5.24 - Crescimento do PIB Real e dos setores econômicos dos municípios que integram a RH-I entre os anos de 2005 e 2010.	175
Quadro 5.25 - Crescimento do PIB Real e dos setores econômicos dos municípios que integram a RH-I entre os anos de 2010 e 2015.	175
Quadro 5.26 - Comunidades Tradicionais, Terras Indígenas e Quilombos na RH-I.	181
Quadro 5.27 - Estabelecimentos e área da Agricultura Familiar nos municípios da RH-I.	182
Quadro 6.1 - Rios principais por UHP na RH-I.	187
Quadro 6.2 - Distribuição dos tipos de solo por UHP.	195
Quadro 6.3 - Estações Climatológicas utilizadas neste projeto	198
Quadro 6.4 - Parâmetros de Calibração do Modelo MGB.	202
Quadro 6.5 - Estações Fluviométricas existentes na Baía da Ilha Grande.	203
Quadro 6.6 - Comparação entre vazões específicas observadas e simuladas.	216
Quadro 6.7 - Vazões absolutas e específicas calculadas por Francisco (2004).	218
Quadro 6.8 - Comparação entre vazões de Francisco (2004) e vazões reais para o período estudado (1980 - 2010).	219
Quadro 6.9 - Comparação dos resultados obtidos pela simulação com os levantados por Francisco (2004) para a Estação Fazenda Santa Rita.	220
Quadro 6.10 - Comparação dos resultados obtidos pela simulação com os levantados por Francisco (2004) para a Estação Fazenda Itapetininga.	220
Quadro 6.11 - Vazões de Referência para principais rios.	222
Quadro 6.12 - Mini-Bacias de Referência.	235
Quadro 6.13 - Vazões de Referência por código para os cursos hídricos da UHP-13.	242
Quadro 6.14 - Serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e por tipo de captação no estado do Rio de Janeiro.	245
Quadro 6.15 - Distribuição dos dados para cada parâmetro analisado em poços na RH-I.	249



Quadro 6.16 - Estações fluviométricas utilizadas.	253
Quadro 6.17 - Taxas de recarga dos aquíferos na RH-I.	254
Quadro 6.18 - Estimativa de recarga através de fórmulas empíricas.	255
Quadro 6.19 - Estimativa de recarga através da $Q_{7,10}$	255
Quadro 6.20 - Fluxo de base Específico e Estimativa de Recarga por UHP.	255
Quadro 6.21 - Disponibilidade efetiva e instalada na RH-I.	256
Quadro 6.22 - Valores orientadores de parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005.	259
Quadro 6.23 - Estações com Dados de Qualidade da água.	260
Quadro 6.24 - Série Temporal de Parâmetros de Qualidade da água para a Estação Fazenda Fortaleza.	271
Quadro 6.25 - Série Temporal de Oxigênio Dissolvido.	272
Quadro 6.26 - Série Temporal de Demanda Bioquímica de Oxigênio.	272
Quadro 6.27 - Série Temporal de Fósforo Total.	273
Quadro 6.28 - Série Temporal de Nitrato.	273
Quadro 6.29 - Série Temporal de Turbidez.	274
Quadro 6.30 - Série Temporal de pH.	274
Quadro 6.31 - Série Temporal de Coliformes Fecais.	275
Quadro 6.32 - Série Temporal de Temperatura do Ar.	275
Quadro 6.33 - Série Temporal de Temperatura da Água.	276
Quadro 6.34 - Série Temporal de Sólidos Dissolvidos Totais.	276
Quadro 6.35 - Série Temporal de IQA.	277
Quadro 6.36 - Vazões Demandadas pelo Setor Industrial e Vazões de Retorno.	281
Quadro 6.37 - Informações de demanda do setor industrial referentes aos cadastros de usuários e outorgas para a RH-I.	282
Quadro 6.38 - VAB do setor industrial e Indicador Intensidade Hídrica, por município.	283
Quadro 6.39 - Estimativa demanda de água na indústria de acordo com o PIB, por município.	283



Quadro 6.40 - Estimativa de demanda industrial por UHP.	284
Quadro 6.41 - Substâncias requeridas e quantidade de processos.	286
Quadro 6.42 - Fases dos processos minerários na RH-I.	286
Quadro 6.43 - Vazões demandadas para atividades mineradoras.	287
Quadro 6.44 - Distribuição das demandas da mineração por UHP.	288
Quadro 6.45 - Área plantada por tipo de cultura e por município da RH-I.	290
Quadro 6.46 - Área plantada e área irrigada por município da RH-I.	291
Quadro 6.47 - Coeficientes técnicos de demanda específica de irrigação.	292
Quadro 6.48 - Demandas da agricultura irrigada por município.	292
Quadro 6.49 - Estimativa de demanda para a agricultura irrigada por UHP.	293
Quadro 6.50 - Número de cabeças por tipo de rebanho, por município.	294
Quadro 6.51 - Consumo por espécie.	294
Quadro 6.52 - Demandas por espécie.	294
Quadro 6.53 - Demanda para dessedentação animal.	294
Quadro 6.54 - Estimativa de demanda para a dessedentação animal por UHP.	295
Quadro 6.55 - Consumo de água da Eletronuclear, por área de consumo.	297
Quadro 6.56 - Produção pesqueira mensal monitorada por município em 2015 (em kg).	300
Quadro 6.57 - Produção pesqueira mensal monitorada por município da pesca artesanal e industrial (em toneladas).	300
Quadro 6.58 - Principais espécies exploradas e os principais conflitos registrados na RH-I. .	302
Quadro 6.59 - Espécies cultivadas e quantidade produzida por município na RH-I.	308
Quadro 6.60 - Vazões Demandadas pelo Setor de aquicultura.	310
Quadro 6.61 - Demandas de água calculadas para aquicultura.	310
Quadro 6.62 - Estimativa de demanda de água para a aquicultura por UHP.	311
Quadro 6.63 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município na RH-I.	324
Quadro 6.64 - Informações sobre os sistemas de captação de água bruta na RH-I.	327
Quadro 6.65 - Demandas cadastradas de abastecimento por UHP.	333



Quadro 6.66 - Dados técnicos das estações de tratamento de água inseridas na RH-I.	334
Quadro 6.67 - Evolução temporal dos investimentos abastecimento de água nos municípios da RH-I.	337
Quadro 6.68 - Coeficientes de retirada urbano per capita, conforme o Estado e a faixa populacional.	339
Quadro 6.69 - Vazões de retirada, retorno e consumo humano urbano e rural por UHP na RH-I.	340
Quadro 6.70 - Consolidação das demandas do abastecimento.	342
Quadro 6.71 - Índices de esgotamento sanitário por UHP e município na RH-I.	344
Quadro 6.72 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto na RH-I.	346
Quadro 6.73 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto na RH-I.	348
Quadro 6.74 - Cargas orgânicas geradas em cada município na RH-I.	352
Quadro 6.75 - Evolução temporal dos investimentos em esgotamento sanitário nos municípios da RH-I.	355
Quadro 6.76 - Propostas de melhoria em ETEs existentes na RH-I.	355
Quadro 6.77 - Investimentos (R\$) em esgotamento sanitário realizados pelo Governo Federal nos municípios da RH-I (2010-2017).	356
Quadro 6.78 - Informações sobre coleta e disposição final de resíduos sólidos na RH-I.	357
Quadro 6.79 - Quantidade de resíduos sólidos gerados e coletados por município na RH-I. .	357
Quadro 6.80 - Lixões e aterros desativados existentes por município na RH-I.	359
Quadro 6.81 - Problemas no sistema de drenagem urbana dos municípios na RH-I.	361
Quadro 6.82 - Problemas de inundações registrados pelo CPRM na RH-I.	363
Quadro 6.83 - Registros ocorrências de eventos críticos hidrológicos, decretos e danos humanos nos municípios da RH-I (2003 a 2018).	364
Quadro 6.84 - Demandas consolidadas.	366
Quadro 6.85 - Relação dos pontos de captação incluídos no balanço hídrico.	371
Quadro 6.86 - Identificação dos sistemas de tratamento existentes na RH-I, da população atendida de acordo com os dados das ETEs e da definição de taxas de atendimento de acordo com a população de cada localidade.	380



Quadro 6.87 - Índices de atendimento às soluções de disposição de esgoto doméstico urbano por município.....	382
Quadro 6.88 - População atendida por serviços de tratamento de efluentes e taxas de atendimento por UHP.....	382
Quadro 6.89 - Distribuição da carga potencial, carga lançada e percentagem removida, por UHP.	384
Quadro 6.90 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.....	384
Quadro 6.91 - Disponibilidade hídrica por UHP.	385
Quadro 6.92 - Balanço hídrico quantitativo por UHP.	386
Quadro 6.93 - Balanço hídrico do cenário atual discriminando cada setor e o balanço total nos principais exutórios de cada UHP.	388
Quadro 6.94 - Limites de concentração de DBO por classe de enquadramento.....	391
Quadro 6.95 - Balanço hídrico qualitativo por UHP.	391
Quadro 7.1 - Integrantes do SINGREH.....	397
Quadro 7.2 - Definição dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.....	400
Quadro 7.3 - Inter-relação entre os instrumentos de gestão da PNRH.	404
Quadro 7.4 - Projetos realizados com recursos do FUNDRHI na RH-I	407
Quadro 7.5 - Plano, programas, projetos e Iniciativas em vigor na RH-I.....	411
Quadro 8.1 – Integridade das APPs nas UHPs.	419
Quadro 2.1 - Lista de estações pluviométricas consideradas.....	464



LISTA DE SIGLAS

AC - Água Costeira

ACAS - Água Central do Atlântico Sul

ADI - Ação Direta de Inconstitucionalidade

AECID Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

AHC - Área Histórico-Cultural

AMBIG - Associação de Maricultores da Baía da Ilha Grande

AMOC - Associação dos Moradores do Campinho

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

APA - Área de Proteção Ambiental

APALN - Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte

APAMAN - Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba

APCB - Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

APP - Área de Preservação Permanente

AR - Área de Recuperação

ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico

ASA - Anel Sanitário Ambiental

ASAS - Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul

AUC - Área de Uso Conflitante

BDE - Banco de Dados Espacial

BFI_{max} - Maximum Base Flow Index

BIG - Baía da Ilha Grande

CAR - Cadastro Ambiental Rural

CBH - Comitê de Bacia da Região Hidrográfica

CBMERJ - Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro



CCZEE - Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional

CECA - Comissão Estadual de Controle Ambiental

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

CEIVAP - Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CEPERJ - Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro

CERHI-RJ - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

CERJ - Constituição do Estado do Rio de Janeiro

CF - Constituição Federal

CHM - Centro de Hidrografia Marinha

CID-10 - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde

CILSJ - Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira

CIRM - Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

CMUMA - Conselho Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente

CNAAA - Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto

CNAE 2.0 - Classificação Nacional de Atividades Econômicas -

CNARH - Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COGET - Coordenadoria de Gestão do Território e Informações Geoespaciais

COMPÉ - Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

COQUAN - Coordenadoria de Monitoramento da Qualidade Ambiental



CPF - Cadastro de Pessoa Física

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)

CRS - Catadoras em Redes Solidárias

CT - Câmara Técnica

CTAP - Câmara Técnica de Análise de Projeto

CTAS - Câmara Técnica de Águas Subterrâneas

CTCOB - Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos

CTCOST - Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira

CTCT - Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia

CTE - Comissão Técnica Estadual

CTEM - Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos

CTGRHT - Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos Transfronteiriços

CT-IG - Câmara Técnica

CTIL - Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais

CTPNRH - Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos

CTPOAR - Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras

CTR - Controle de Transporte de Resíduos

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DF - Distrito Federal

DILAM - Diretoria de Licenciamento Ambiental

DIPOS - Diretoria de Pós-licença

DMA - Domínio Mata Atlântica

DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento

DRM - Serviço Geológico do Rio de Janeiro



EMATER-RIO - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio De Janeiro

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENS - Coeficiente de eficiência Nash e Sutcliffe

ESEC - Estação Ecológica

ETR - Evapotranspiração

FADUC - Fundação Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão Deputado Último de Carvalho

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FCT - Fórum das Comunidades Tradicionais de Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP)

FECAM - Fundo Estadual de Controle Ambiental

Feema - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FFCBH - Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz

FIPERJ - Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

FLONA - Floresta Nacional

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

FUNDRHI - Fundo Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

GAEA - Instituto GAEA Estudos Ambientais

GEIHQ - Gerência de Informações Hidrometeorológicas e de Qualidade das Águas

GELIRH - Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos

GIRE - Caravanas Ambientais e Logística Reversa

GIRH - Gestão Integrada de Recursos Hídricos

GRPU/RJ - Gerência Regional de Patrimônio da União

GT - Grupo de Trabalho

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

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEAR/UFF - Instituto de Educação de Angra dos Reis da Universidade Federal Fluminense

IEF - Fundação Instituto Estadual de Florestas

IFCA - Índice Final de Conservação Ambiental

Inea - Instituto Estadual do Ambiente

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INTERÁGUAS - Programa de Desenvolvimento do Setor de Água

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IQA - Índice de Qualidade da Água

ITERJ - Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Rio de Janeiro

ITPA - Instituto Terra de Preservação Ambiental

MCidades - Ministério das Cidades

MDE - Modelo Digital de Elevação

MGB - Modelo de Grandes Bacias

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MONA - Monumento Natural

MW - Megawatt

ND - Nível Dinâmico

NE - Nível Estático

NMP - Número mais provável

OD - Oxigênio Dissolvido

OSCIRHI - Organizações da Sociedade Civil de Interesse dos Recursos Hídricos

OTSS - Observatório dos Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina

P - Precipitação



PAC-RJ - Plano de Adaptação do Estado do Rio de Janeiro

PAF - Produtores de Água e Floresta

PAF-ZC - Plano de Ação Federal para a Zona Costeira

PAM - Pesquisa Agrícola Municipal

PARNA - Parque Nacional

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

PE - Parque Estadual

PEC - Parque Estadual do Cunhambebe

PEGIRS - Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PEIA - Parque Estadual da Ilha Anchieta

PEIG - Parque Estadual da Ilha Grande

PERHI-RJ - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

PERS - Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PESM - Parque Estadual da Serra do Mar

PESM-PIC - Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba

PETP - Parque Estadual dos Três Picos

PGIBIG - Projeto de Gestão Integrada do Ecossistema da Baía da Ilha Grande

PGR - Procuradoria Geral da República

pH - Potencial Hidrogeniônico

PI - Proteção Integral

PIB - Produto Interno Bruto

Plano ABC - Plano de Agricultura de Baixo Carbono

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

PNA - Plano Nacional de Adaptação à Mudança no Clima

PNAP - Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas

PNB - Produto Nacional Bruto



PNDR - Política Nacional de Desenvolvimento Regional

PNGC - Programa Nacional de Gestão de Custos

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

PNMC - Política Nacional sobre Mudança no Clima

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PNRM - Política Nacional para os Recursos do Mar

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNSB - Parque Nacional da Serra da Bocaina

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPP - Parceria Público Privada

PPU - Preço Público Unitário

PRH - Plano de Recursos Hídricos

PRH-BIG - Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande

PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

Procomitês - Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Procon - Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos

PRODES - Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas

ProEEA-RJ - Programa Estadual de Educação Ambiental

PROGESTÃO - Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas

PROHIDRO - Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos

Projeto Orla - Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima

PRONABIO - Programa Nacional da Diversidade Biológica

PRO-PSA - Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais

PROVE - Programa de Reaproveitamento de Óleos Vegetais

PSA - Pagamento por Serviços Ambientais

RAE - Relatório de Acompanhamento de Efluentes Líquidos



RBD - Relatório da Base de Dados

RBMA - Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

RDS - Reserva de Desenvolvimento Sustentável

REBIO - Reserva Biológica

Rede CEA - Rede de Educação Ambiental

REEJ - Reserva Ecológica Estadual da Juatinga

REGLA - Sistema Federal de Regulação de Usos

RESEC - Reserva Ecológica Estadual

RESEX - Reserva Extrativista

REVIS - Refúgio da Vida Silvestre

RH-I - Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande

RJ - Rio de Janeiro

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

SAAE - Serviço Autônomo de Captação de Água e Tratamento de Esgoto de Angra dos Reis

SAC - Sistema Aquífero Cristalino

SAFs - Sistemas Agroflorestais

SAPE - Sociedade Angrense de Proteção Ecológica

SAR - Sistema de Acompanhamento de Reservatórios

SAS - Sistema Aquífero Sedimentar

SBF - Secretaria de Biodiversidade e Florestas

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

SEA - Secretaria de Estado do Ambiente

SEEDUC - Secretaria de Estado de Educação

SEFAM - Serviço de Demarcação de Faixa Marginal de Proteção

SEGECO - Serviço de Gestão Ecológica

SEGET - Serviço de Instrumentos de Gestão do Território e Estudos Ambientais



SEGRHI - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SEHID - Serviço de Hidrologia e Hidráulica

SEIRHI - Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos

SEMA - Superintendência de Estudos Ambientais do Estado do Rio de Janeiro

SEORH - Serviço de Outorga de Recursos Hídricos

Serla - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SI - Sistemas de Informação

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

SiproI - Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos d'Água do Estado do Rio de Janeiro

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SMAM - Secretaria Municipal do Ambiente de Paraty

SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SP - São Paulo

SRHQ - Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental

SRHU - Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano

TAR - Tarifa Atualizada de Referência

TBC - Turismo de Base Comunitária

TEBIG - Terminal de Angra dos Reis

TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Populacional Anual

TI - Terra Indígena

TSM - Temperatura Superficial do Mar

UC - Unidades de Conservação



UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UHP - Unidade Hidrológica de Planejamento

Unesco - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UPR - Unidade de Processamento de Resíduos

US - Uso Sustentável

VAB - Valor Adicionado Bruto

ZC - Zona de Conservação

ZEEC - Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro do Estado do Rio de Janeiro

ZEE-RJ - Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro

ZES - Zona Especial de Sobreposição

ZEVC - Zonas de Expansão de Vilas Caiçaras

ZIET - Zona de Interesse para Equipamentos Turísticos

ZIRT - Zona de Interesse Residencial Turístico

ZOC - Zona de Ocupação Controlada

ZOCI - Zona de Ocupação Controlada Industrial

ZOR - Zona de Ocupação Restrita

ZP - Zona de Preservação

ZUAC - Zona de Uso Agropecuário



1. INTRODUÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos da Baía da Ilha Grande (PRH-BIG) encerra sua etapa de diagnóstico com este Relatório Síntese do Diagnóstico (RD10), que apresenta um resumo de todas as temáticas abordadas ao longo do trabalho, incorporando aos resultados dos produtos, os apontamentos colhidos no amplo processo de participação social realizado.

O processo de elaboração do Diagnóstico do PRH-BIG teve duas componentes: a **técnica** e a **social**.

A **componente técnica** foi a responsável pela elaboração dos **Relatórios de Diagnóstico (RDs)**, totalizando 10 produtos, contando com este relatório com os temas apresentados a seguir:

- RD01 - Caracterização Físico-Biótica
- RD02 - Caracterização Socioeconômica
- RD03 - Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo
- RD04 - Aspectos Legais e Institucionais sobre os Recursos Hídricos
- RD05 - Políticas, Planos, Programas e Projetos Setoriais que incidem sobre a Gestão de Recursos Hídricos
- RD06 - Análise Qualiquantitativa da Água
- RD07 - Disponibilidades Hídricas
- RD08 - Demandas Hídricas
- RD09 - Balanço Hídrico
- RD10 - Relatório de Diagnóstico

O RD10 é resultado de um processo de construção do Diagnóstico e consiste em uma síntese dos relatórios RD01 até o RD09. Além dos RDs e dos RAQs, também foi elaborado o Relatório de Análise da Base de Dados (RBD), um produto preliminar apresentando as fontes de informações que seriam utilizadas para a elaboração dos RDs, e o Relatório de Banco de Dados, um produto que apresenta as bases de dados utilizadas, atualizadas e elaboradas durante a construção dos RDs, confeccionado ao final do processo de elaboração do Diagnóstico.

Concomitantemente à elaboração dos relatórios técnicos na **componente técnica**, se deu a **componente social**. Esta componente foi idealizada buscando integrar ao processo técnico de elaboração do diagnóstico à participação social. Foram elaborados dois relatórios como ponto de partida do processo de mobilização social: o Programa de Mobilização Social (PMS), que visou definir as diretrizes para o processo de mobilização, e o Plano de Comunicação Social



(PCS), que apresentou as estratégias de divulgação e comunicação social, por meio do qual a mobilização social seria realizada.

Estes dois eixos, de **comunicação** e **mobilização**, foram responsáveis por divulgar o processo de elaboração do Plano e mobilizar a população e as instituições da RH-I para participar deste processo, por meio da realização de uma série de eventos, apresentados no Quadro 1.1, junto a algumas informações resumidas.

Quadro 1.1 - Eventos durante a etapa de Diagnóstico.

Evento	Objetivo do evento	Data	Local	Município	Participantes
Oficina de pré-desenho do PMS	Evento destinado a colher subsídios, junto ao CBH-BIG, para a elaboração do Programa de Mobilização Social	09/jan/18	CEFET/RJ - Parque Mambucaba	Angra dos Reis	15
Encontros Regionais	Eventos destinados à participação da sociedade, visando apresentar e divulgar o processo de elaboração do plano e colher subsídios e percepções dos habitantes da RH-I para estruturação do Diagnóstico	27/ago/18	UFF - Jacuecanga	Angra dos Reis	17
		28/ago/18	CEFET/RJ - Parque Mambucaba	Angra dos Reis	65
		28/ago/18	Casa da Cultura de Paraty	Paraty	19
		29/ago/18	Escolinha do Patrimônio	Paraty	13
		30/ago/18	Centro de Estudos Ambientais (CEA)	Angra dos Reis	27
		31/ago/18	Parque Estadual da Ilha Grande	Angra dos Reis (Vila do Abraão)	20
Encontros Institucionais	Eventos destinados à participação das instituições da RH-I, visando apresentar e divulgar o processo de elaboração do plano, integrar estas instituições neste processo e pactuar parcerias para as etapas posteriores do plano	09/out/18	Centro de Estudos Ambientais (CEA)	Angra dos Reis	15
		11/out/18	Câmara de Vereadores	Paraty	23
Reuniões Públicas	Eventos destinados a apresentar os resultados do Diagnóstico ao público, e colher subsídios para sua consolidação	10/dez/18	Conceição do Jacareí	Mangaratiba	40
		11/dez/18	Centro de Estudos Ambientais (CEA)	Angra dos Reis	30
		13/dez/18	Casa da Cultura de Paraty	Paraty	35

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Eventos realizados ao longo do ano de 2018.

Os resultados compilados dos produtos da componente técnica, juntamente com a contribuição dos eventos realizados na componente social, são apresentados em oito capítulos descritos a seguir:

Após esta introdução, o segundo capítulo traz aspectos gerais a respeito das bases de dados iniciais que foram o ponto de partida ao processo de elaboração do PRH-BIG,



apresentando as fontes de dados utilizadas e uma descrição da estruturação da base de dados, a divisão da RH-I em unidades de planejamento para estruturação das análises e uma descrição detalhada dos padrões de uso e cobertura do solo.

O terceiro capítulo aborda uma caracterização do meio físico, incluindo da geologia e hidrogeologia, geomorfologia, pedologia, clima e, por fim, uma caracterização do comportamento marinho próximo à costa.

O quarto capítulo traz uma caracterização do meio biótico, dividida entre uma análise da fitogeografia da RH-I e uma análise e caracterização das áreas protegidas, incluindo Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Permanente e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.

O capítulo 5 apresenta uma caracterização do meio socioeconômico, tanto dos aspectos demográficos quanto dos indicadores socioeconômicos. Apresenta também uma análise da economia da região, da infraestrutura de transportes e das comunidades tradicionais existentes na RH-I.

O sexto capítulo é o mais extenso do relatório, e trata dos recursos hídricos, dividido na caracterização dos recursos hídricos superficiais (incluindo as simulações para obtenção da disponibilidade hídrica, e da análise da qualidade da água na RH-I) e subterrâneos. Em seguida é realizada uma análise dos usos da água na RH-I, abordando as atividades dependentes dos recursos hídricos na região, tais como: indústria, mineração, agricultura, pecuária, pesca, aquicultura, recreação, turismo e lazer, preservação de ecossistemas e saneamento básico, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana. Por fim, é apresentado o balanço hídrico da RH-I, por UHP e por trecho de rio, qualitativo e quantitativo.

O sétimo e último capítulo apresenta uma análise dos aspectos legais e institucionais, dos instrumentos de gestão de recursos hídricos e dos planos, programas, projetos e iniciativas em vigor na RH-I.



2. ASPECTOS GERAIS

2.1. ESTRUTURA DE DADOS E FONTES DE INFORMAÇÃO

A construção de uma base de dados para a utilização, elaboração e implementação de estudos e projetos de gestão territorial e gestão de recursos naturais é, em geral, tarefa bastante dispendiosa que demanda longo período de pesquisas, compilação e sistematização da informação. Esse esforço é mitigado quando do compartilhamento de informações entre estudos realizados sobre uma mesma área, o que também implica em uma primeira etapa para a integração dos resultados desses estudos. Contudo, a integração de bases espaciais exige a avaliação de toda a informação adquirida para que essa, inserida na base de dados, possa ser amplamente utilizada. A avaliação crítica de dados secundários foi apresentada inicialmente no Relatório de Descrição da Base de Dados (RBD) entregue no início do projeto, que propiciou o conhecimento sobre os dados disponíveis naquele momento do Plano.

O banco de dados é desenvolvido com a utilização da plataforma ESRI ArcGIS, composto por uma série de informações, que são sistematizadas em conformidade com o que é apresentado no Manual de Especificação dos Dados Espaciais do Inea (INEA, 2017). O banco de dados é desenvolvido para o Plano em formato ESRI File Geodatabase (GDB), no qual estão inseridos dados vetoriais e matriciais.

A organização das informações no formato GDB foi realizada através da utilização de conjuntos de dados (Feature Datasets), nos quais os dados são divididos por tema, evitando a duplicação da informação, que seria inevitável na organização por produto (relatórios). Os temas objetos de cada coleção foram definidos ao longo do diagnóstico, buscando o equilíbrio entre número de coleções e número de camadas de feição por coleção, bem como a similaridade de informações por temática, e são apresentados no Quadro 2.1. Tanto o GDB quanto as coleções e as feições possuem os metadados produzidos, conforme indica a normatização de padrões de dados geoespaciais do Inea (Inea, 2017). O Quadro 2.2 apresenta os dados matriciais, que estão contidos no mesmo banco de dados. O detalhamento dos dados vetoriais e matriciais estão apresentados no Relatório de Descrição da Base de Dados – RBD.

Quanto ao referencial espacial, utiliza-se o Datum SIRGAS2000, como indica o termo de referência e a normatização nacional. Opta-se pela utilização do sistema projetado para o estudo, em vista da posição geográfica da área, que está entre o mediano central do fuso e o meridiano de fator de escala (k) igual a 1, para o fuso 23S do sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), e também pela facilidade na comunicação das dimensões quando apresentadas em sistema métrico, fator relevante para uma área ‘pequena’ e com disponibilidade de cartografia



de maior detalhe (1:25.000). Assim, todas as feições, que originalmente não tenham sido adquiridas em sistema UTM, foram convertidos para UTM, 23S.

Quadro 2.1 - Metadados do Banco de Dados do Plano: dados em formato vetorial.

Tema	Descrição
Area_de_Estudo	Este grupo de arquivos contém os limites e as sub-divisões da área de estudo, conforme as fontes e recortes discriminados ao lado
Areas_Especiais	Áreas destinadas à preservação ambiental
Balanco_Hidrico	Arquivos relacionados ao balanço hídrico quali-quantitativo da RH-I
Demanda	Arquivos relacionados às demandas por setor
Geracao_Energia	Arquivos contendo dados de localização de fontes de geração de energia na RH-I
Hidrografia	Arquivos relativos à base hidrográfica da RH-I
Limite_Politico	Conjunto de dados relacionados aos limites políticos e aglomerações populacionais
Meio_Fisico	Conjunto de dados utilizados para caracterizar fisicamente a RH-I
Modelagem_Hidrologica	Conjunto de dados utilizados como base e gerados pela modelagem hidrológica
Monitoramento	Conjunto de dados relacionados à rede de monitoramento quali-quantitativo consideradas no Plano
Saneamento	Arquivos relacionados à situação de saneamento dos municípios da RH-I
Sintese_UHP	Informações obtidas durante o plano e agregadas à base vetorial de UHPs
Sistema_Transporte	Compilação de dados sobre a infraestrutura transporte instalada na RH-I
Socioeconomia	Conjunto de informações utilizados na caracterização socioeconômica das UHPs
Uso_Solo	Dados relacionados às características de uso do solo na RH-I

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 2.2 - Metadados do Banco de Dados do Plano: dados em formato matricial.

Raster	Descrição
Altimetria_modelagem	Modelo digital de terreno utilizado na modelagem hidrológica (m)
CLASSE_VULNERABILIDADE	Vulnerabilidade à erosão
DECLIVIDADE_GRAU	Declividade em graus
DECLIVIDADE_VULNERABILIDADE	Declividade reclassificada conforme as classes de vulnerabilidade à erosão
GEOLOGIA_VULNERABILIDADE	Geologia reclassificada conforme as classes de vulnerabilidade à erosão
HILLSHADE_ZEEC	Relevo sombreado
MDE_ZEEC	Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistido (m)
PEDOLOGIA_VULNERABILIDADE	Pedologia reclassificada conforme as classes de vulnerabilidade à erosão
PRECIPITACAO_MEDIA_ANUAL	Precipitação média anual (mm)
Precipitacao_media_modelagem	Precipitação Média (mm/ano) da área de contribuição dos cursos que deságuam na Baía da Ilha Grande
Precipitacao_media_anual_ilha_modelagem	Precipitação Média (mm/ano) da Ilha Grande
PRECIPITACAO_VULNERABILIDADE	Raster de precipitação reclassificada conforme as classes de vulnerabilidade à erosão
TEMPERATURA_MAXIMA_MEDIA	Média das temperaturas máximas (°C)
TEMPERATURA_MEDIA_MEDIA	Média das temperaturas médias (°C)
TEMPERATURA_MINIMA_MEDIA	Média das temperaturas mínimas (°C)
USO_SOLO_VULNERABILIDADE	Cobertura do solo reclassificada conforme as classes de vulnerabilidade à erosão
VELOCIDADE_MEDIA_VENTO	Velocidade média do vento (m/s)

Fonte: Elaboração própria.



2.2. DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM UNIDADES HIDROLÓGICAS DE PLANEJAMENTO (UHPS)

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (CERHI-RJ) instituiu os atuais limites da Região Hidrográfica I - Baía de Ilha Grande (RH-I) através da Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio de 2013, apontando como suas principais bacias hidrográficas: Bacias Contribuintes à Baía de Paraty; Bacia do rio Mambucaba; Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí; Bacia do Bracuí; Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira; Bacias da Ilha Grande; Bacia do rio Conceição de Jacareí.

Estão localizados dentro da RH-I a totalidade dos municípios de Angra dos Reis e Paraty, e uma pequena parcela do município de Mangaratiba.

Apesar da definição de sete principais bacias pela resolução do CERHI, a RH-I é composta por inúmeras bacias menores, formadas por pequenos cursos hídricos, que nascem nas encostas altas da Serra do Mar e desaguam no oceano, a poucos quilômetros de suas nascentes. As distâncias entre a linha da costa e as cabeceiras das bacias são curtas, atingindo 17 km em seu ponto mais distante, excetuando as regiões dos rios Mambucaba, Paca Grande, Ariró e alguns de seus respectivos afluentes, que possuem suas nascentes no Estado de São Paulo.

Para o PRH-BIG, foi definida uma divisão diferente daquela definida na Res. nº 107/2013, sendo definidas 14 Unidades Hidrológicas de Planejamento, de forma a observar melhor as especificidades das diferentes regiões da RH-I.

As áreas das UHPs foram definidas por homogeneidade de condições físicas, socioeconômicas e político-administrativas, voltadas aos recursos hídricos. Foram definidas como bacias principais as áreas de contribuições e adjacências dos seguintes cursos d'água: Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Taquari, Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuíba), Rio Jacuecanga e Rio Jacareí. Além disso, a Ponta da Juatinga, ao sul de Paraty, também foi identificada como uma unidade em particular, contendo vários rios de pequeno porte, além do conjunto de ilhas e da Ilha Grande que, também, foram identificadas como unidades.

No Quadro 2.3 e na Figura 2.1 estão apresentadas as áreas das 14 UHPs e as respectivas áreas de contribuição localizadas no Estado de São Paulo.



Quadro 2.3 - Áreas das UHPs delimitadas.

Cód.	UHP Nome	Área da UHP (km ²)		
		No Estado do RJ	No Estado de SP	Total
1	Ponta da Juatinga	144,85	0,00	144,85
2	Rio Paraty-Mirim	119,74	0,00	119,74
3	Rio Perequê-Açú	201,59	0,00	201,59
4	Rios Pequeno e Barra Grande	121,80	0,00	121,80
5	Rio Taquari	114,37	0,00	114,37
6	Rio Mambucaba	359,00	388,10	747,10
7	Rios Grataú e do Frade	76,26	0,00	76,26
8	Rio Bracuí	91,03	111,79	202,82
9	Rio Ariró	153,14	24,76	177,90
10	Rio do Meio (Japuíba)	68,25	0,00	68,25
11	Rio Jacuecanga	67,59	0,00	67,59
12	Rio Jacareí	35,72	0,00	35,72
13	Bacias da Ilha Grande	180,19	0,00	180,19
14	Ilhas	24,29	0,00	24,29
Total		1.757,81	524,65	2.282,46

Fonte: Adaptado de IBGE (2018).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.



A RH-I possui uma área total de 1.757,81 km² (INEA, 2015), no entanto, algumas de suas bacias possuem rios com nascentes no Estado de São Paulo, logo, parte de suas áreas de contribuição estão em território paulista. Ressalta-se que a RH-I e as 14 UHPs definidas no PRH-BIG estão localizadas totalmente em território fluminense, sendo apresentadas aqui os afluentes do Estado de São Paulo apenas pela relevância hidrológica de se considerar o rio desde suas nascentes até sua foz.

2.3. USO E COBERTURA DO SOLO

Apresenta-se, a seguir, a descrição dos padrões de uso e cobertura do solo de forma geral para a RH-I e individualmente para cada uma das UHPs.

A caracterização do uso e cobertura do solo na RH-I tem como base o mapeamento elaborado por Inea (2015), no Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía de Ilha Grande, que é um conjunto de informações elaboradas e reunidas para servir como subsídios à elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC). No referido mapeamento, constam 12 classes de uso, as quais serão descritas a seguir:

- 1) Afloramento rochoso: áreas com rochas expostas;
- 2) Áreas antrópicas indiscriminadas: áreas em processo de consolidação, com telhados entremeados por árvores, e áreas de solo exposto ou mineração;
- 3) Cordões arenosos: praias e restingas com área exposta;
- 4) Corpos d'água: áreas permanentemente inundadas;
- 5) Floresta secundária em estágio inicial de regeneração: vegetação arbustiva arbórea aberta, composta por espécies lenhosas pioneiras de crescimento rápido e pastos sujos;
- 6) Floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração: vegetação arbórea, com dominância de espécies arbóreas nativas;
- 7) Formação pioneira: vegetação arbórea densa, sobre solos inundáveis salobros (Mangue) ou áreas alagadas recobertas por gramíneas ou vegetação arbustiva;
- 8) Pastagem: áreas desmatadas para pecuária ou outras formas de uso que não sejam floresta;
- 9) Reflorestamento: áreas com floresta plantada;
- 10) Restinga: vegetação rasteira ou arbustiva situada sobre cordões arenosos;
- 11) Sombra/Nuvem: Áreas escurecidas por sombas e nuvens;
- 12) Urbano: áreas já consolidadas de ocupação urbana com presença maciça de telhados, áreas concretadas e asfaltadas.



Na Figura 2.2 até a Figura 2.10 estão apresentados exemplos fotográficos dos tipos de classe de uso do solo consideradas, salvo para a classe “Reflorestamento”, que não tem fotografia apresentada por não ser possível distingui-la visualmente de florestas naturais.



Local: Praia da Trindade, Paraty – RJ.
Foto: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Figura 2.2 - Afloramento rochoso.



Local: Fazenda Grataú, Angra dos Reis – RJ.
Fotos: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.



Local: Próximo ao rio Perequê-Açú, Paraty – RJ.

Figura 2.3 - Áreas antrópicas indiscriminadas.



Local: Rio Itapetinga, Angra dos Reis – RJ.
Foto: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Figura 2.4 - Corpos d'água.

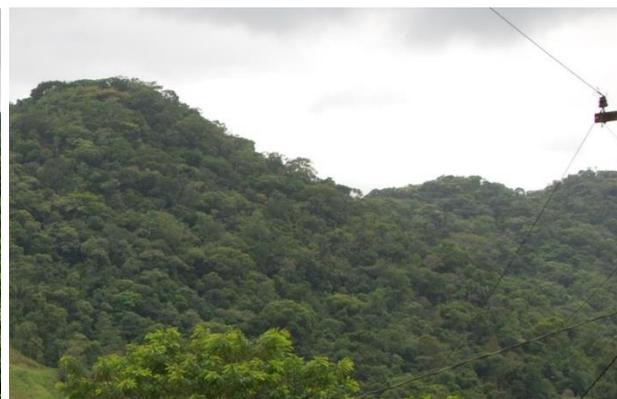


Local: Ponte Branca, Paraty – RJ.
Foto: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Figura 2.5 - Floresta Secundária em estágio inicial de regeneração.



Local: Rio Mambucaba, Sertão de Mambucaba, Angra dos Reis – RJ.
Fotos: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.



Local: Próximo a Patrimônio, Paraty-Mirim, Paraty – RJ.

Figura 2.6 - Floresta Secundária em estágio médio e avançado de regeneração.



Local: Rio Ariró, Angra dos Reis – RJ.
Fotos: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.



Local: Rio Paraty-Mirim, Paraty – RJ.

Figura 2.7 - Formação pioneira.



Local: Sertão de Mambucaba, Angra dos Reis – RJ.
Foto: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Figura 2.8 – Pastagens.

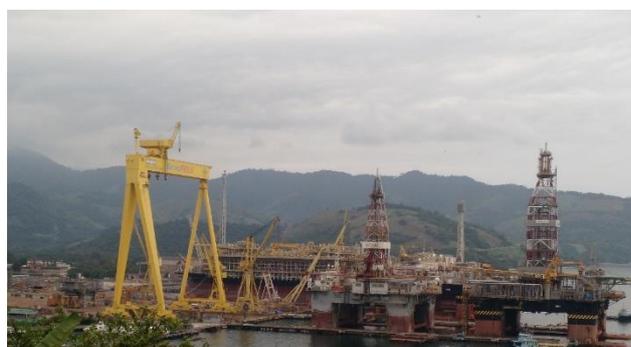


Local: Praia de Paraty-Mirim, Paraty – RJ.
Fotos: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Figura 2.9 – Restinga.



Local: Parque Mambucaba, Angra dos Reis – RJ.
Fotos: Profill Engenharia e Ambiente Ltda.



Local: Estaleiro BrasFELS, Angra dos Reis – RJ.

Figura 2.10 – Urbano.

Na RH-I há um amplo predomínio de áreas cobertas com vegetação em estágio médio e avançado de regeneração, as quais ocupam 83,19% da área total da região. A preservação de extensas áreas de mata atlântica na região está relacionada aos elevados gradientes das vertentes e às amplitudes topográficas expressivas da Serra do Mar, os quais dificultam a ocupação antrópica, bem como, à existência de diversas unidades de conservação. Entre as unidades de conservação existentes na RH-I, destacam-se as de proteção integral, que impõem maiores restrições ao uso, pois, conforme a Lei nº 9.985/2000, este tipo de unidade tem como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. As UCs de proteção integral de maior extensão na porção continental da RH-I são o Parque Nacional da Serra da Bocaina, o Parque Estadual da Ilha Grande, o Parque Estadual do Cunhambebe e a Reserva Ecológica Estadual da Juatinga, sendo que a última possui categoria híbrida (que tem características de proteção integral na maior parte do território e características de uso sustentável nas vilas caiçaras), e todas essas unidades são caracterizadas por elevadas proporções de cobertura florestal em estágio médio e avançado preservadas.



As áreas de pastagem ocupam 7,80% da RH-I e estão localizadas, principalmente, nas áreas de baixadas e nos fundos de vales. De acordo com IBGE (2017a), o tipo de rebanho mais expressivo nos municípios da RH-I é o bovino, o qual totalizava 13.908 cabeças em 2016. No que se refere às áreas cultivadas com lavouras, observa-se que há predomínio de cultivo de banana nos três municípios, sendo que em 2016, a soma das áreas ocupadas com este cultivo totalizou 7.320 ha, com destaque para Mangaratiba, o qual concentra 4.670 ha (IBGE, 2017b). Na Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) (IBGE, 2017a), referente ao ano de 2016, também foram registradas áreas destinadas ao cultivo de palmito, cana-de-açúcar, mandioca, caqui, coco-da-baía e limão.

Quadro 2.4 - Quantificação das classes de uso e cobertura do solo na RH-I.

Classe de uso	Área (km ²) ¹	Participação na área total da RH-I (%)
Floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração	1.462,24	83,19
Pastagens	137,10	7,80
Floresta Secundária em estágio inicial de regeneração	51,09	2,91
Urbano	34,28	1,95
Áreas antrópicas indiscriminadas	21,16	1,20
Formação Pioneira	16,45	0,94
Afloramento rochoso	16,20	0,92
Corpos d'água	13,07	0,74
Cordões arenosos	3,63	0,21
Restinga	1,80	0,10
Sombra/Nuvem	0,79	0,05
Reflorestamento	0,01	0,00
Total Geral	1.757,81	100,00

Fonte: Inea (2015).

A floresta secundária em estágio inicial de regeneração ocupa 2,91% da área total da RH-I e, de acordo com Inea (2015), está distribuída ao longo de pequenos fragmentos, em locais de cicatrizes erosivas ou próximo às pastagens e áreas urbanas.

Conforme Inea (2015), as áreas urbanas ocupam 34,28 km², o que representa 1,95% do total da RH-I. Este tipo de uso está mais concentrado nas proximidades da costa, com destaque para o município de Angra dos Reis. As áreas antrópicas indiscriminadas ocupam 21,16 km², o que corresponde a 1,20% do total da RH-I. Este tipo de cobertura encontra-se próximo às zonas urbanas e são geralmente associadas a solos expostos para a abertura de novos loteamentos ou casas pouco adensadas.

¹ Valores calculados considerando a área superficial da bacia.

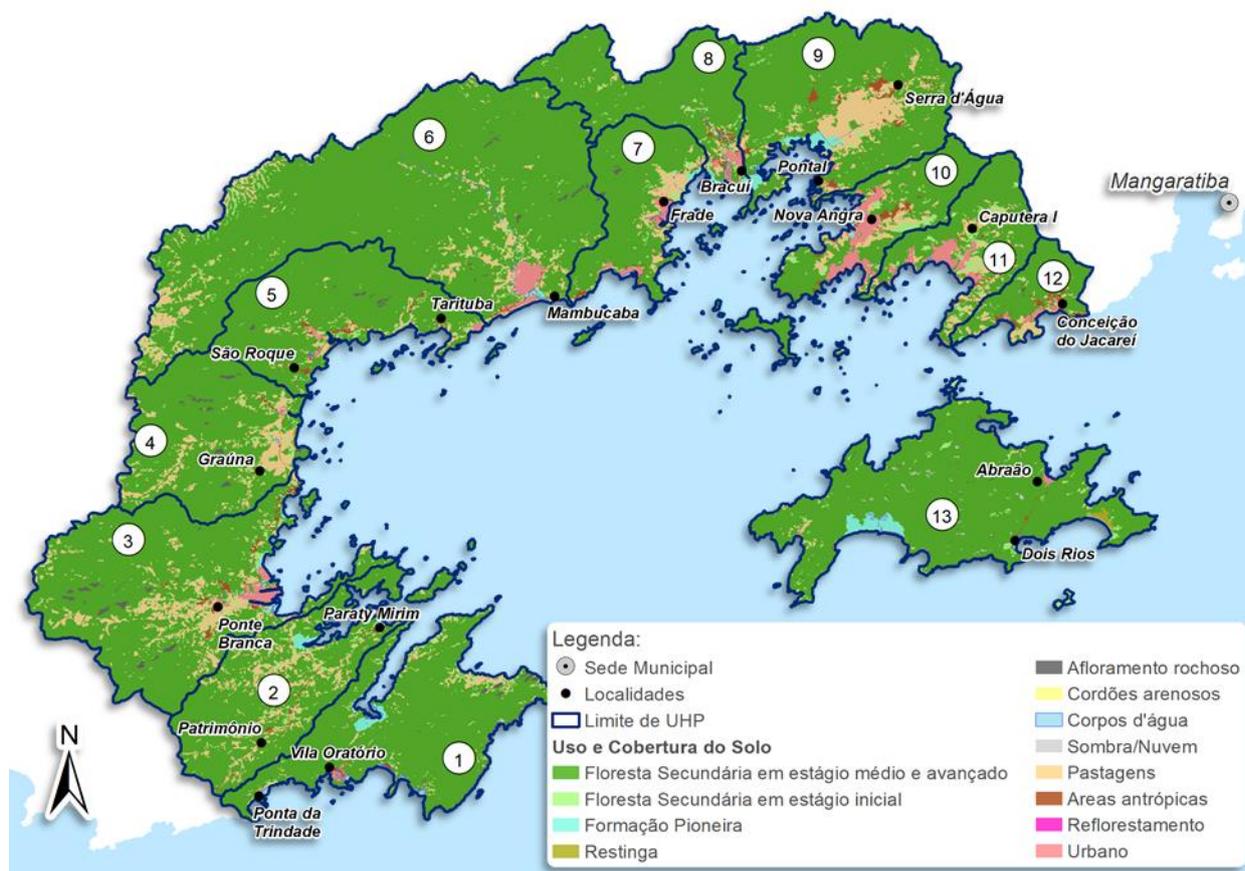


As áreas de formações pioneiras ocupam 16,45 km² na RH-I, o que corresponde a 0,94% do total da Região. De acordo com o Relatório de Controle Ambiental - RCA da Estrada Parque Paraty - Cunha/RJ 165 (UERJ, 2010), Angra dos Reis, Mambucaba e Paraty têm crescido aceleradamente nos últimos 25 anos e ocupado as planícies inundáveis adjacentes aos núcleos pesqueiros e portuários originais, sendo que essa ocupação tem gerado danos significativos aos manguezais.

Os afloramentos rochosos ocupam 0,92% da RH-I e, segundo Inea (2015), ocorrem ao longo de toda a escarpa da Serra da Bocaina e ao longo de toda a costa, na forma de costões rochosos, considerados áreas de preservação permanente segundo a legislação estadual. A soma dos demais usos (cordões arenosos, corpos d'água, reflorestamento, restinga e sopra/nuvem) corresponde a apenas 1,10% do total da RH-I.

Ao contabilizar os tipos de uso do solo sem interferência antrópica (floresta, restinga, cordões arenosos, afloramentos e corpos d'água), observa-se que ainda há amplo predomínio dos usos naturais na RH-I, totalizando 89% da área da região. A ocupação antrópica, que ocupa 11% da RH-I, está concentrada em áreas mais próximas ao oceano, às quais são mais favoráveis à ocupação devido às condições de relevo, causando maior pressão a ambientes como manguezais e restingas. Na área da RH-I, observam-se diversos locais onde ocorre a sobreposição espacial de atividades, como o turismo com atividades tradicionais como aquicultura e pesca, bem como, a existência de diversas unidades de conservação, sendo que as UCs de proteção integral restringem diversos usos, podendo causar conflitos de uso no território da unidade.

Quando considerado o tipo de ocupação nas faixas de declividade, observa-se que os usos antrópicos são mais expressivos nas áreas com declividade inferior a 30°, onde as classes de uso antrópico somadas ocupam 13% do total. Por outro lado, nos terrenos com declividade superior a 30°, a soma das classes de uso antrópico representa apenas 4% do total. A Figura 2.11 apresenta o uso e cobertura do solo da RH-I e a numeração das UHPs.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.11 - Uso e cobertura do solo na RH-I.

2.3.1. Caracterização da UHP 1 - Ponta da Juatinga

A UHP 1 está totalmente inserida no município de Paraty, na macrorregião Sul e abrange várias localidades, como: Trindade, com destaque para a população flutuante em virtude do turismo; Laranjeiras: condomínio de alto padrão com acesso restrito; Sono: vila de pescadores com crescimento acelerado nos últimos anos; Ponta Negra: vila de pescadores, com projeto de maricultura; Saco do Mamanguá: destacam-se as atividades pesqueira e artesanal; e, Pouso de Cajaíba: vila de pescadores (PARATY, 2003a).

Ao analisar os tipos de uso do solo por Unidade Hidrológica de Planejamento, observa-se que na UHP 1 há amplo predomínio das áreas de vegetação em estágio médio e avançado de regeneração, as quais estão bem distribuídas na UHP e representam 84,65% da área total. Além do relevo acidentado, que favorece a preservação de remanescentes florestais, há três Unidades de Conservação: Parque Nacional da Serra da Bocaina, Reserva Ecológica Estadual da Juatinga e Área de Proteção Ambiental de Caiuru, as quais, após retiradas as sobreposições, recobrem toda a área da UHP.

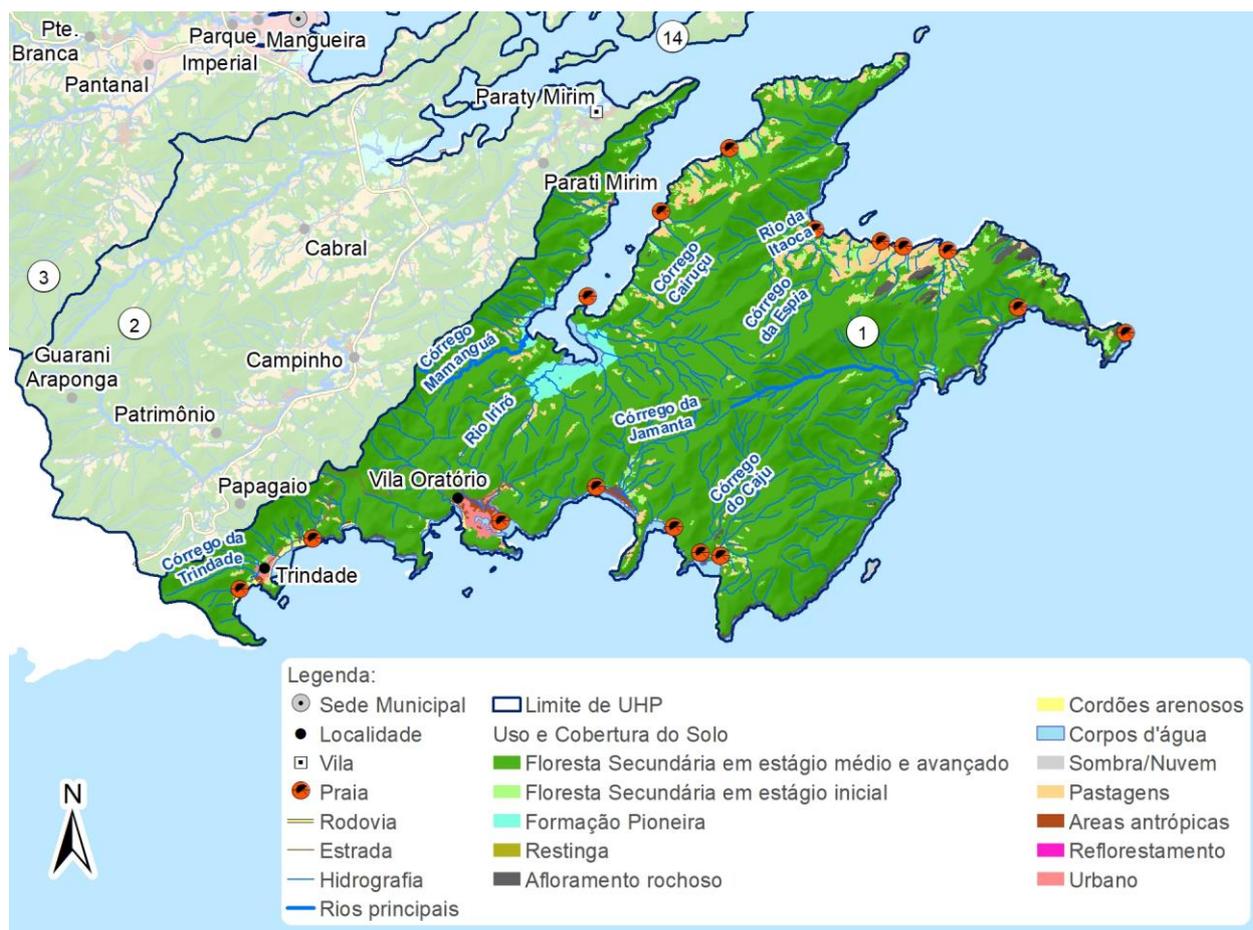


As áreas de pastagem representam 4,25% da área total da unidade e estão localizadas em áreas baixas, próximas à costa, com destaque para aquelas voltadas para o Saco do Mamanguá e a Enseada do Pouso. Em alguns locais, o limite da RH-I avança sobre o limite da costa, abrangendo áreas marinhas, que estão classificadas como corpos d'água e que representam 3,20% da área desta unidade. A vegetação secundária em estágio inicial recobre 2,97% da área total da UHP e está mais concentrada em locais próximos à costa e às áreas antropizadas. Os afloramentos rochosos são observados ao longo da borda da unidade e em alguns trechos da porção norte, representando 2,12% da área da UHP. As áreas de formações pioneiras (manguezal) remanescentes na UHP estão localizadas próximo à foz do Córrego Mamanguá e entre os rios Iriró e Grande, ocupando 1,32% da área da UHP. A área urbana é formada, em sua maioria, pelas localidades de Trindade e Laranjeiras, sendo que o total de áreas mapeadas nesta classe representa 0,54% da UHP.

De acordo com Paraty (2003b), Trindade corresponde a uma região com grande fluxo turístico e que apresenta praias com características semelhantes, caracterizadas pela coloração esverdeada da água, temperatura agradável e vegetação atlântica em seus arredores. Deve-se destacar como atrativo turístico a Cachoeira do Saco Bravo, que desagua no costão rochoso de frente ao mar, próximo a localidade de Ponta Negra. Nesta UHP também está localizada a Praia do Sono, cujo acesso é realizado através de barco, trilha e a partir do condomínio Laranjeiras, que controla o fluxo de visitantes que chegam à praia pelo condomínio. De acordo com Camargo (2012), o condomínio Laranjeiras foi construído em meados da década de 1970 pela Paraty Desenvolvimento Turístico S.A. Este condomínio foi inicialmente projetado para ser instalado na atual vila da Trindade, mas após um período de conflitos pela posse das terras da região, acabou sendo instalado na área conhecida como Laranjeiras. A implantação da rodovia BR-101 contribuiu para o aumento considerável do fluxo de visitantes no local e ocasionou a atração de empreendedores de diversas localidades. Nessa UHP estão localizadas diversas comunidades tradicionais caiçaras, as quais são caracterizadas pela mescla da contribuição étnico-cultural dos indígenas, colonizadores europeus e africanos. De acordo com MMA e IBAMA (2006), os caiçaras são os habitantes mais antigos da região, praticando a agricultura de subsistência e a pesca artesanal.

Os cordões arenosos mapeados correspondem às faixas de areia das praias da região, as quais são um importante atrativo turístico, e representam 0,49% da área da UHP. A classe de cobertura menos representativa corresponde às áreas antrópicas indiscriminadas, as quais estão, em geral, concentradas nas proximidades das áreas urbanas.

O uso e cobertura do solo para a UHP-1 está apresentado na Figura 2.12.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.12 - Uso e cobertura do solo para a UHP-1.

2.3.2. Caracterização da UHP 2 - Rio Paraty-Mirim

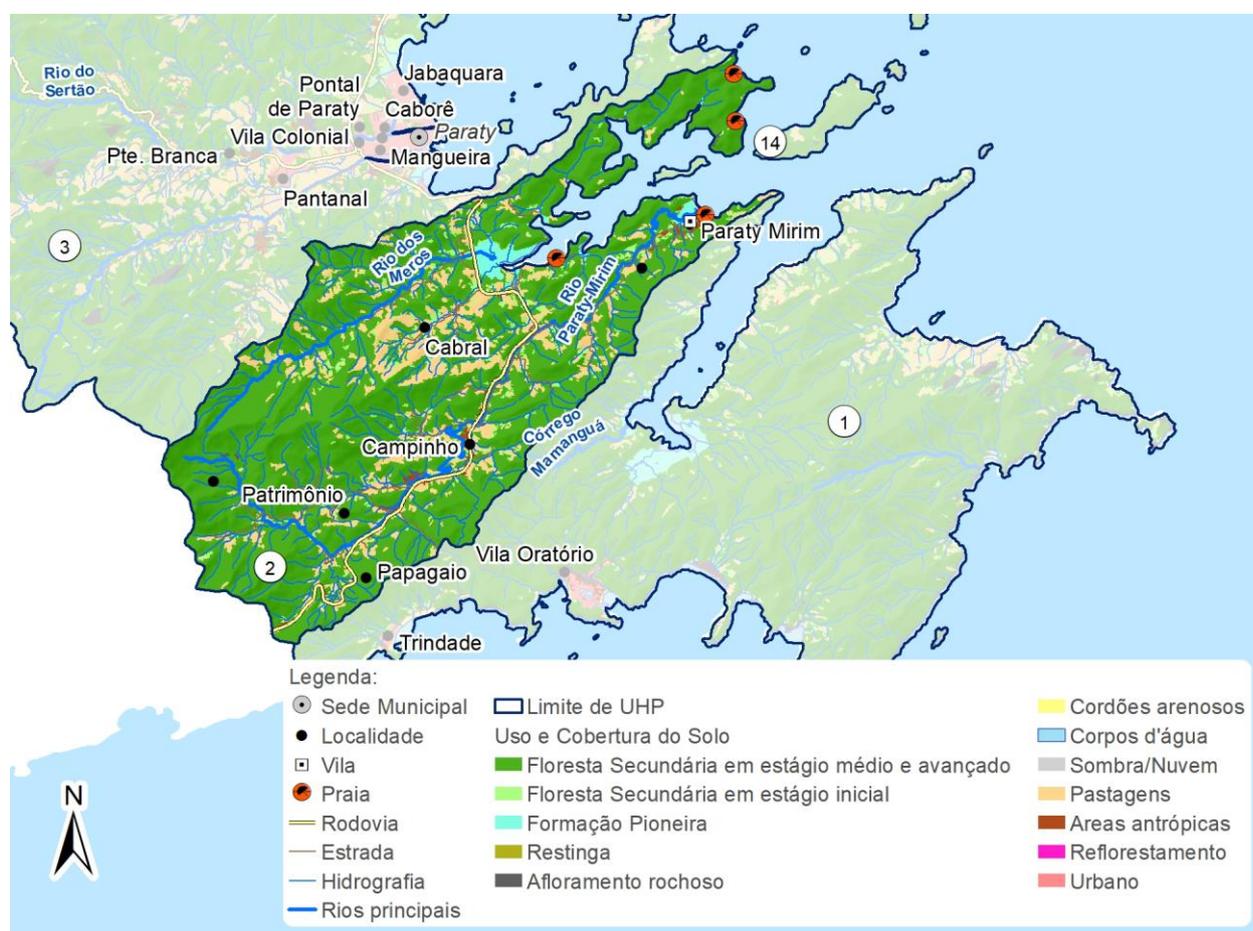
A UHP 2 também está totalmente inserida no município de Paraty, sendo que a área abrange, entre outras, as localidades: Patrimônio e Paraty-Mirim; duas comunidades indígenas, a Guarani Araponga, localizada na parte alta da UHP, e a Paraty-Mirim localizada na porção baixa do rio Paraty-Mirim; e duas comunidades quilombolas, Cabral, na parte central da UHP e Campinho da Independência no médio rio Paraty-Mirim.

De acordo com o recorte do mapeamento de Inea (2015) feito utilizando o limite das UHPs, as áreas com cobertura florestal são predominantes na UHP 2, com destaque para a floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração, que ocupa 80,03% da área total. Este tipo de cobertura está bem distribuído pela unidade, contudo, está mais concentrado nas áreas de maiores elevações, próximas aos divisores de água. Todo o território desta unidade é ocupado por Unidades de Conservação, sendo que a UC com maior extensão na UHP 2 é a APA de Cairuçu.



As pastagens ocupam 12,81% da área total da UHP, sendo que este tipo de cobertura está concentrado nas áreas de vale, no entorno da BR-101 e nas proximidades da estrada que leva à localidade de Paraty-Mirim. As áreas cobertas com floresta secundária em estágio inicial de regeneração ocupam 4,11% da UHP e estão, em geral, localizadas em áreas de encostas, entre a vegetação em estágio médio e avançado e as áreas de pastagem. As formações pioneiras (mangue) recobrem 1,39% da UHP 2 e estão mais concentradas próximo à foz dos rios dos Meros e Paraty-Mirim. As áreas antrópicas indiscriminadas correspondem a 1,12% da área total da UHP 2 e são caracterizadas por ocupações de baixa densidade concentrada, principalmente, ao longo da BR-101, cuja construção influenciou a expansão urbana e a proliferação de loteamentos, e na localidade de Paraty-Mirim.

O uso e cobertura do solo para a UHP-2 está apresentado na Figura 2.13.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.13 - Uso e cobertura do solo para a UHP-2.



2.3.3. Caracterização da UHP 3 - Rio Perequê-Açú

A UHP 3 está localizada na parte central do município de Paraty e abrange a área da sede municipal, onde se encontra o sítio histórico com o casario colonial.

Na UHP 3, as áreas de floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração correspondem a 80,36% da área total da unidade, sendo que este tipo de uso está mais concentrado nas porções altas da UHP. Além do relevo acidentado, que favorece a preservação de remanescentes florestais, boa parte da Unidade é ocupada pelas unidades de conservação PARNA da Serra da Bocaina e APA de Caiuruçu. As pastagens recobrem 10,73% da área total da UHP e estão mais concentradas nas áreas de vale, com destaque para os vales dos rios da Toca de Ouro e Mateus Nunes e seus formadores. As áreas urbanas correspondem a 2,32% do total da UHP 3 e estão concentradas na sede urbana do município de Paraty e nos bairros Pantanal e Ponte Branca, sendo que o bairro Pantanal tem como principal característica ser formado por população de baixa renda, enquanto o bairro Ponte Branca é caracterizado como bairro dormitório (PARATY, 2003a).

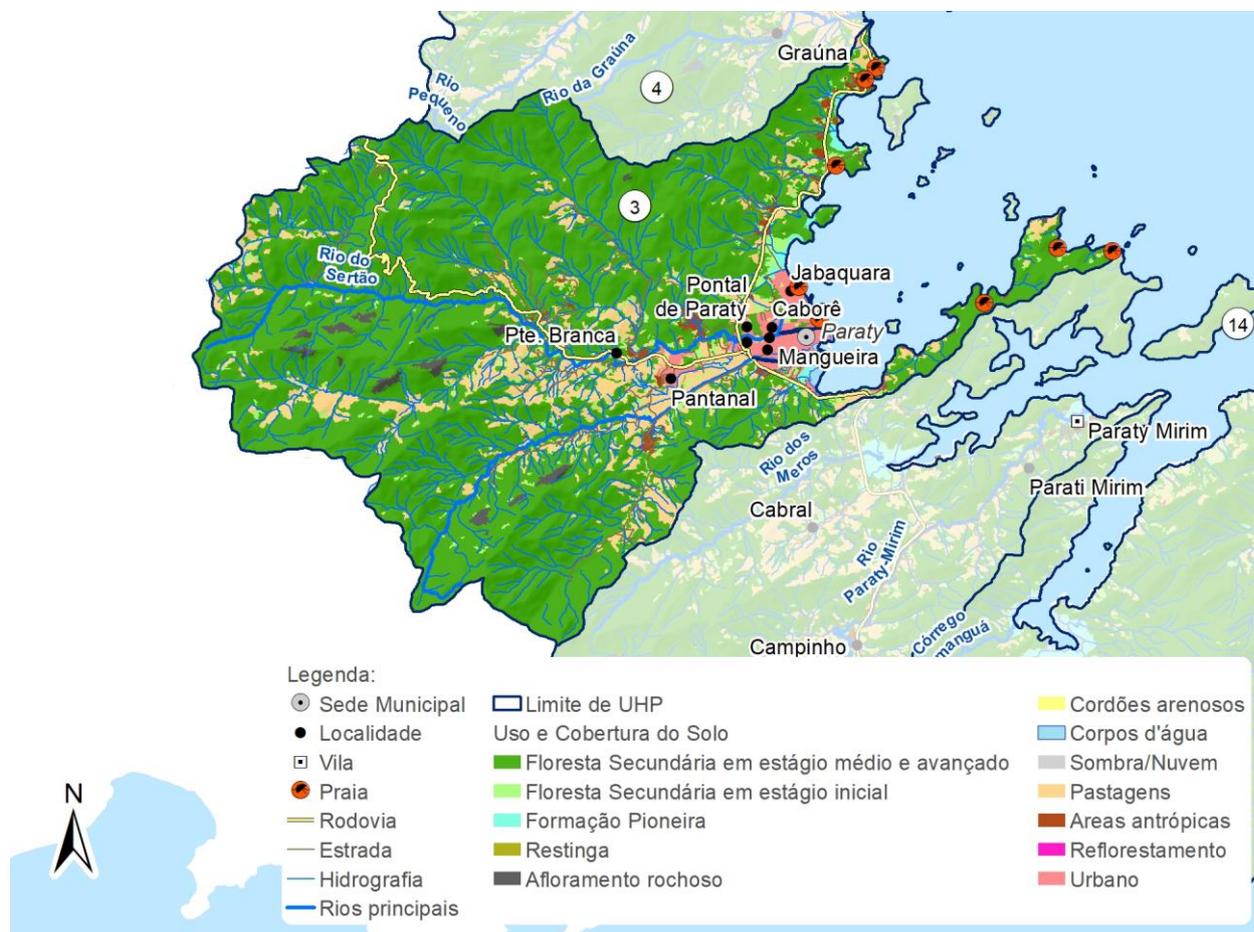
Assim como as pastagens e áreas urbanas, as atividades antrópicas indiscriminadas estão concentradas ao longo de eixos viários, com destaque para as rodovias BR-101 e RJ-165. Esse tipo de uso representa 1,39% da área total da UHP. De acordo com UERJ (2010), a BR-101 influenciou a urbanização ao longo do seu eixo, o qual é muito dinamizado pelo turismo, veraneio, serviços e indústria. Ainda de acordo com esse relatório, numa primeira fase, as estradas cumpriram o papel de interligar os municípios vetorizados por seu eixo, favorecendo o comércio e o desenvolvimento de novas atividades produtivas, contudo, em fase posterior, a rodovia viabilizou a destruição de estruturas anteriores e a implantação de novas atividades, as quais alteraram a organização do espaço regional. Essa nova organização sócio-espacial possibilitou a (re)inserção do município de Paraty num sistema de circulação, do qual havia sido mantido à margem no século XIX, podendo usufruir do novo sistema de objetos implementados na região a partir da instalação da rodovia Rio-Santos, com destaque para a reprodução da atividade turística. Ainda, pode ser destacada a grande quantidade de marinas instaladas na costa, evidenciando a importância da atividade náutica na região.

Além da BR-101, observa-se o predomínio de atividades antrópicas ao longo do eixo da RJ-165, que liga o município de Paraty ao município de Cunha, no Estado de São Paulo. Por muito tempo essa estrada foi utilizada somente em períodos secos, sendo a única saída terrestre da cidade de Paraty. Atualmente, tem grande fluxo de turistas e trabalhadores do Vale do Paraíba com destino a Paraty. O traçado original corresponde ao da antiga Estrada Real do Caminho do



Ouro, também conhecida como Caminho Velho, o qual ligava as lavras mineiras ao porto de Paraty (UERJ, 2010).

O uso e cobertura do solo para a UHP-3 está apresentado na Figura 2.14.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.14 - Uso e cobertura do solo para a UHP-3.

2.3.4. Caracterização da UHP 4 - Rios Pequeno e Barra Grande

A UHP 4 está localizada ao norte da sede municipal de Paraty e inteiramente inserida neste município. Na Unidade, o uso residencial é pouco expressivo, sendo representado por pequenas localidades como, dentre outras, Barra Grande, Graúna e Rio Pequeno. Nessa UHP está localizada a aldeia Tekoha Jevy (Rio Pequeno), a qual teve o relatório de identificação e delimitação publicado em 2017 pela FUNAI.

Na UHP 4, as áreas com floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração são predominantes, ocupando 83,16% do total da unidade, sendo que as maiores concentrações estão na porção norte da UHP, coincidindo em diversos locais com o PARNA da Serra da Bocaina, o qual ocupa boa parte dessa UHP.



As pastagens representam 12,05% da área da UHP e estão concentradas nas áreas baixas, com destaque para os locais próximos ao eixo da BR-101 e ao vale do rio Pequeno. Assim como nas outras UHPs, as florestas em estágio inicial de regeneração se encontram, em geral, nos locais entre a floresta em estágio médio e avançado e as pastagens e em algumas cicatrizes erosivas, representando 2,50% do total da unidade. Os afloramentos rochosos estão concentrados na escarpa da Serra e ocupam 1,17% da UHP. A ocupação humana mais intensiva é pouco representativa na UHP 4, sendo que a soma das classes áreas urbanas e áreas antrópicas correspondem a apenas 0,40% da área da unidade. Os demais usos (cordões arenosos, corpos d'água, formações pioneiras e restingas) estão concentrados nas áreas baixas e próximas à costa e somados ocupam 0,56% do total da UHP.

O uso e cobertura do solo para a UHP-4 está apresentado na Figura 2.15.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.15 - Uso e cobertura do solo para a UHP-4.



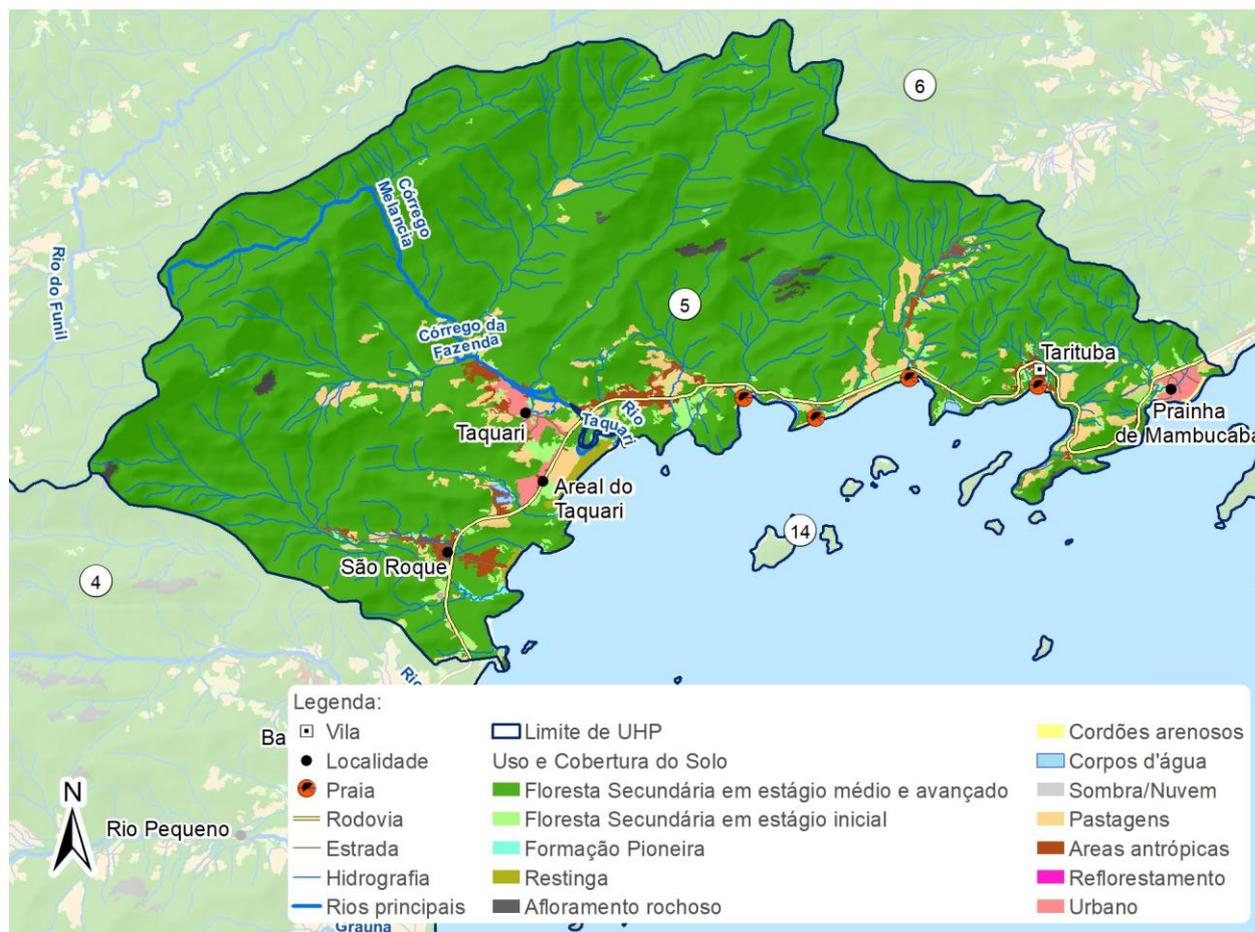
2.3.5. Caracterização da UHP 5 - Rio Taquari

A UHP 5 está totalmente inserida no município de Paraty e abrange, dentre outras localidades, a vila de Taquari, São Gonçalo e Tarituba. As encostas e topos de morro da Serra da Bocaina são predominantemente ocupadas por floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração na UHP 5, a qual ocupa 89,54% da área total da unidade. Nessa UHP destaca-se, em área, o PARNA da Serra da Bocaina, a qual corresponde à unidade de conservação de proteção integral.

As pastagens são a segunda classe mais representativa, correspondendo a 3,65% da área da UHP, sendo que este tipo de uso está concentrado nas áreas de várzea e no entorno da BR-101. As áreas de floresta secundária em estágio inicial de regeneração ocupam 2,55% do total da UHP e estão, em geral, localizadas entre as pastagens e a floresta em estágio médio e avançado de regeneração.

As áreas antrópicas indiscriminadas e urbanas somadas representam 2,62% da área total da UHP e distribuídas ao longo da BR-101, com destaque para as localidades de Taquari, Tarituba, São Gonçalo e São Roque. De acordo com Paraty (2003a), o acesso à praia na localidade de Taquari é restrito pela Fazenda Taquari; em São Gonçalo, a praia e os arredores são controlados pela *White Martins* e há predomínio da população de baixa renda, enquanto em Tarituba há projeto de urbanização em andamento e vila de pescadores, o que vem causando conflito entre moradores das comunidades tradicionais e possuidores de terras mais recentes.

O uso e cobertura do solo para a UHP-5 está apresentado na Figura 2.16.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.16 - Uso e cobertura do solo para a UHP-5.

2.3.6. Caracterização da UHP 6 - Rio Mambucaba

Na UHP 6 está localizada a divisa dos municípios de Paraty e Angra dos Reis, sendo que esta unidade possui área nos dois municípios e abriga o distrito de Mambucaba e a Vila Histórica de Mambucaba, os quais pertencem à Angra dos Reis, dentre outras localidades.

Na UHP 6, há amplo predomínio das áreas ocupadas com floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração, as quais ocupam 89,07% da unidade; esse tipo de uso está mais concentrado nas encostas, escarpas e topos de morros, onde também estão localizadas diversas nascentes. Ampla área desta unidade é protegida, sendo que o Parque Nacional da Serra da Bocaina recobre 89,8% da UHP.

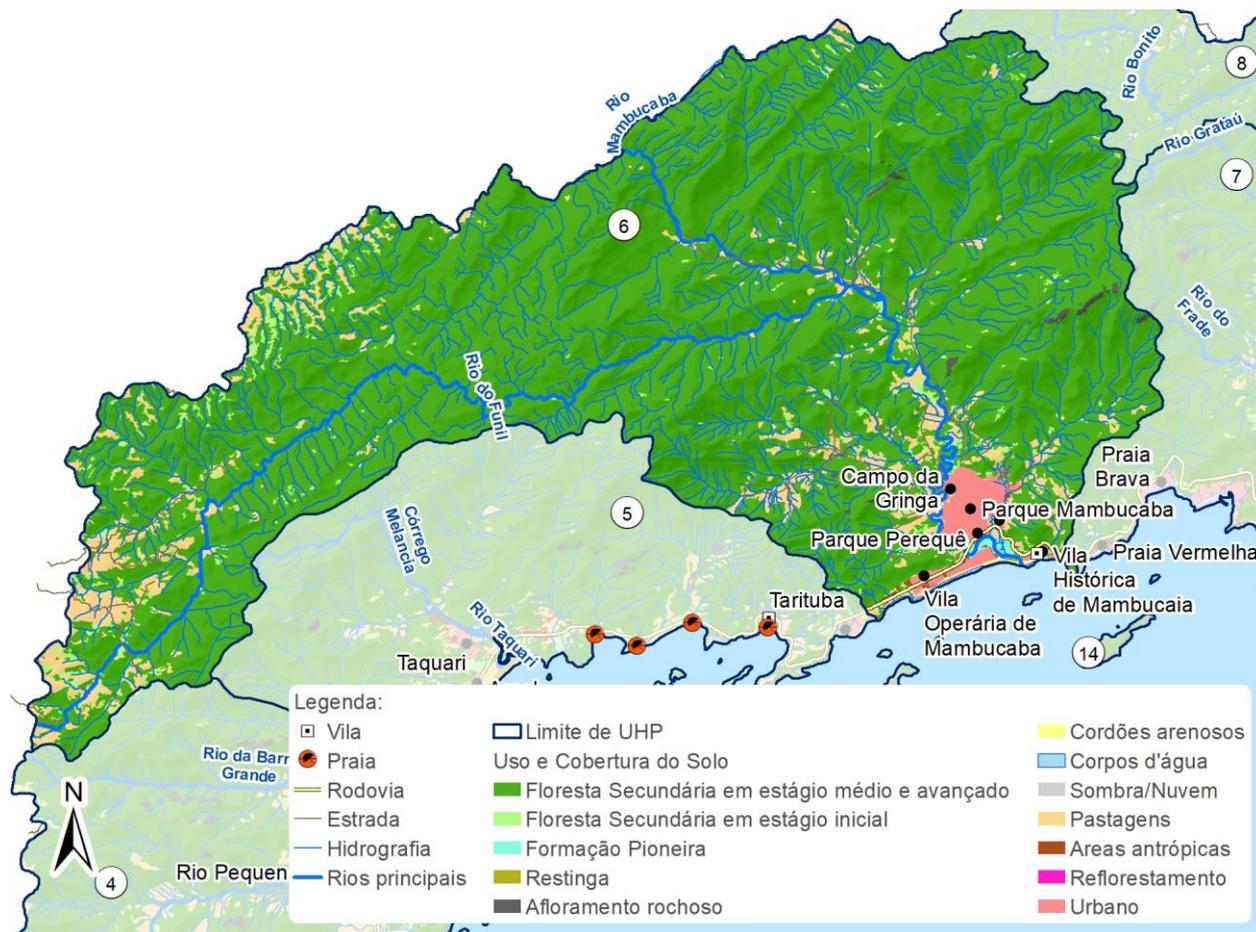
As pastagens são a segunda classe mais representativa, recobrando 6,15% da área da UHP e localizando-se, majoritariamente, nos fundos de vales e no topo do planalto nas proximidades da divisa com o Estado de São Paulo. Assim como nas outras UHPs, a floresta secundária em estágio inicial de regeneração encontra-se, em geral, localizada entre as áreas



de pastagem e a floresta em estágio médio e avançado de regeneração, correspondendo a 2,43% da área total da UHP 6.

As áreas urbanas estão localizadas no vale do baixo rio Mambucaba e ao longo da costa, representando 1,33% da área da UHP. Conforme Souza (2003), o crescimento populacional no distrito de Mambucaba está diretamente relacionado à construção da Usina Nuclear de Angra dos Reis em Itaorna que, apesar de não estar localizada na UHP 6, é próxima à unidade. Paralelo à construção da Usina Nuclear, foram construídas vilas operárias com residências destinadas a atender aos operários mais qualificados da usina, enquanto os operários que a construíram foram residir nos bairros das proximidades, gerando ônus para o poder público que teve de arcar com as despesas de infraestrutura básica para esta população. Segundo Abreu (2005), os bairros periféricos à usina, especialmente Frade e Parque Mambucaba abrigam trabalhadores de baixa qualificação, sendo carentes de infraestrutura urbana, cujos investimentos em serviços públicos estão sempre em déficit com relação ao acelerado crescimento populacional. Nessa UHP estão localizados quatro aglomerados subnormais (Cachoeira, Margem do Rio Mambucaba, Margem do Rio Pereque e Morro da Boa Vista) que, conforme o censo de 2010, abrigavam 3.046 habitantes. Deve-se destacar a ocorrência de população flutuante no período de veraneio, sendo a região influenciada pela grande quantidade de turistas, tanto buscando os atrativos das praias quanto das belas cachoeiras existentes no fundo do vale.

O uso e cobertura do solo para a UHP-6 está apresentado na Figura 2.17.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.17 - Uso e cobertura do solo para a UHP-6.

2.3.7. Caracterização da UHP 7 - Rios Grataú e do Frade

A UHP 7 está totalmente inserida no município de Angra dos Reis, principalmente no distrito de Cunhambebe (Frade), dentre outras localidades.

As florestas secundárias em estágio médio e avançado de regeneração recobrem 80,02% da área total da UHP 7 e estão concentradas nas vertentes íngremes da unidade, especialmente dentro dos limites do PARNA da Serra da Bocaina. As pastagens ocupam 8,07% da UHP e estão localizadas, principalmente, no vale do baixo rio Grataú.

Nessa UHP, as áreas urbanas correspondem a 4,09% da área total, sendo que essa classe de uso abrange tanto usos residenciais, industriais, quanto turístico imobiliário, com grande área coberta por condomínios, hotéis e marinas. Na UHP 7 está localizada a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), a qual influenciou no povoamento do entorno, atraindo mão-de-obra para os bairros vizinhos, com destaque para os povoados de Praia Vermelha, a vila residencial da Praia Brava (da Eletronuclear) e a localidade do Frade (distrito de Cunhambebe). De acordo



com Silva (2002), dentre os povoados periféricos à Angra, o Frade é um dos mais antigos e um dos que mais cresceu com a construção da primeira usina nuclear. Além disso, estão localizados cinco aglomerados subnormais, a saber: Frade de Cima, Gamboa do Bracuí, Morro da Constância, Morro da Pedreira e Sertãozinho do Frade, nos quais, conforme o Censo de 2010, residiam 3.731 habitantes.

Nesta unidade localiza-se o complexo turístico imobiliário do Frade, o qual conta com condomínio, hotel e outras estruturas de suporte ao turismo de classe alta, sendo que na planície acima da Rio-Santos há uma grande área destinada a prática de golfe. Na linha de costa existem inúmeras residências de luxo, bem como, diversas marinas e helipontos.

O uso e cobertura do solo para a UHP-7 está apresentado na Figura 2.18.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.18 - Uso e cobertura do solo para a UHP-7.

2.3.8. Caracterização da UHP 8 - Rio Bracuí

A UHP 8 também está localizada em Angra dos Reis e abriga as localidades de Santa Rita, Bracuí, Sertão do Bracuí, Itinga, dentre outras.



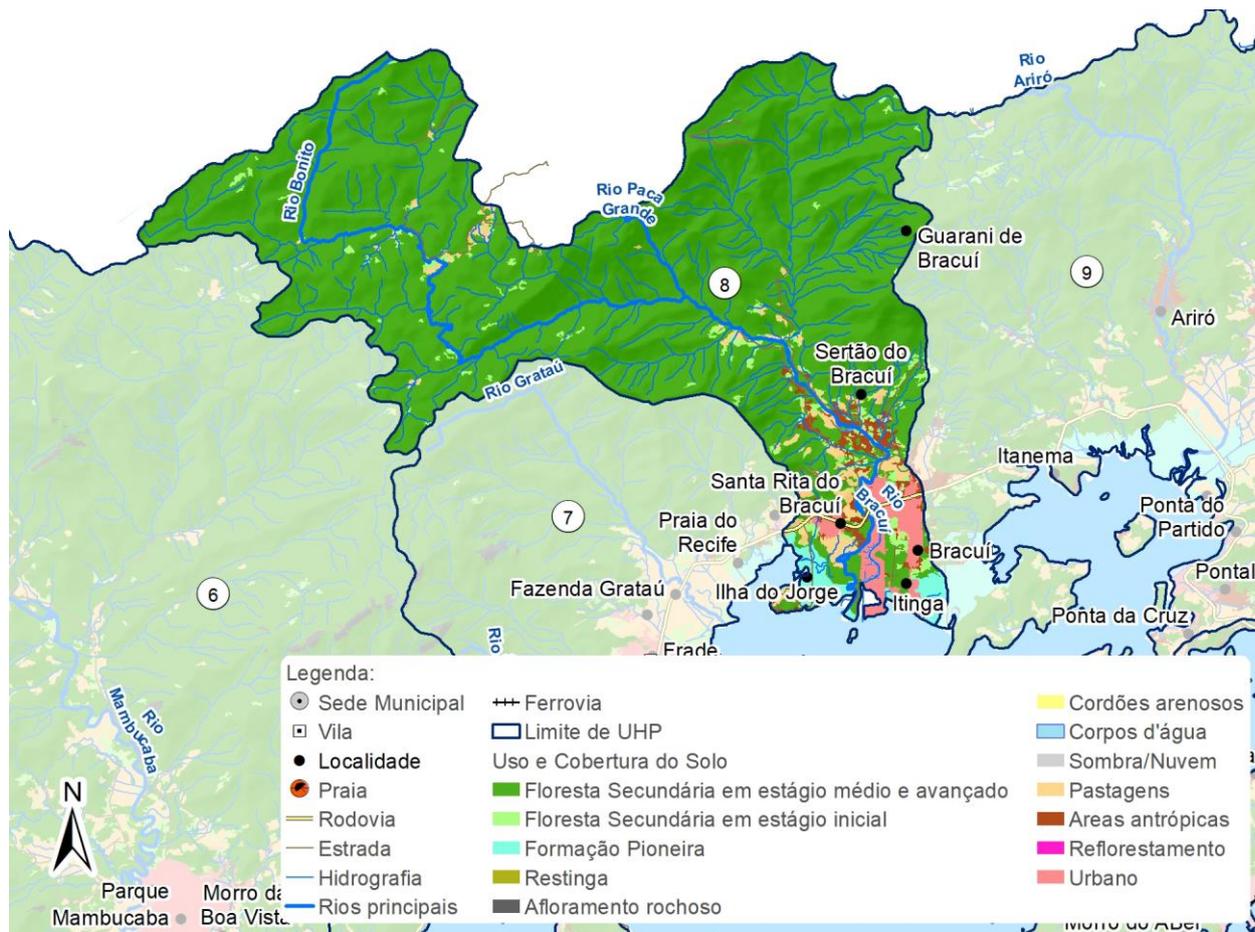
As áreas cobertas com floresta em estágio médio e avançado de regeneração são predominantes na UHP 8, representando 88,44% do total da unidade. A distribuição dos diferentes tipos de uso segue o padrão da RH-I, de forma que as áreas florestais em estágio médio e avançado de regeneração estão concentradas nos locais mais íngremes, elevados da unidade e em áreas protegidas (PARNA da Serra da Bocaina e Terra Indígena Guarani de Bracuhy), as florestas secundárias em estágio inicial de regeneração (2,71% da área da UHP) estão localizadas em porções intermediárias, seguidas de áreas de pastagens (2,53% da UHP), as quais estão localizadas, em geral, nas porções mais baixas da unidade.

As áreas urbanas representam 2,55% da UHP, sendo que as ocupações com maior densidade estão localizadas próximas à costa, ao sul da BR-101. Nesta Unidade há três aglomerados subnormais (Gamboa do Bracuí, Itinga e Santa Rita do Bracuí) onde residiam 3.327 habitantes, de acordo com o Censo de 2010. As localidades Gamboa do Bracuí e Itinga são marcadas pelo parcelamento clandestino e a venda irregular de lotes. Na UHP 8 está localizada parte da Terra Indígena Guarani de Bracuhy e Comunidade Quilombola Santa Rita do Bracuí.

Assim como ocorre em outros pontos da RH-I, na UHP 8 encontra-se um complexo imobiliário de grande porte que se instalou logo na primeira década após a construção da estrada, o Porto Bracuí, o qual se caracteriza pela apropriação de grandes extensões de terrenos costeiros, com estruturas exclusivas, hotéis, marinas e condomínios residenciais de alto luxo (ABREU, 2005). A instalação dessas estruturas provocou alterações nos cursos d'água, criação de canais e ocupação de áreas anteriormente ocupadas com mangue.

Ao norte da rodovia, observa-se que há uma expansão da ocupação, contudo de forma menos densa, a qual está classificada com área antrópica indiscriminada, a qual recobre 1,64% da UHP.

O uso e cobertura do solo para a UHP-8 está apresentado na Figura 2.19.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.19 - Uso e cobertura do solo para a UHP-8.

2.3.9. Caracterização da UHP 9 - Rio Ariró

A UHP 9 está localizada no município de Angra dos Reis, e inclui as localidades de Itanema, Floresta, Ariró, Zungu, dentre outras.

Na UHP 9, 77,57% da área é ocupada por floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração, sendo que este tipo de cobertura está mais concentrado próximo aos divisores de água da unidade, onde são observadas as maiores altitudes e a Unidade de Conservação Parque Estadual do Cunhambebe.

Essa UHP é a que possui as maiores áreas de pastagem na RH-I, as quais representam 14,64% da área total, são destinadas à criação de gado e estão concentradas, principalmente, na várzea do Rio Jurumirim, próximo à RJ-155, onde há uma extensa área plana.

As formações pioneiras (manguezal) estão concentradas próximas às desembocaduras dos rios dessa UHP e ocupam 2,96% da área total da unidade, com destaque para a APA de Tamoios, que abrange grande parte das áreas costeiras do município, incluindo grandes porções



de manguezal. De acordo com Abreu (2005), os manguezais e as demais comunidades naturais das planícies costeiras de Angra dos Reis sofrem um grande processo de degradação, sendo que os remanescentes atuais de mangues constituem menos de 50% da área original devido à expansão urbana intensa, tendo como consequência a redução na captura do pescado, bem como a diminuição do potencial turístico representado pela paisagem e pela manutenção da qualidade das águas da Baía.

A ocupação humana na UHP apresenta, em geral, baixas densidades, sendo classificadas como áreas antrópicas indiscriminadas, as quais ocupam 2,44% da área total da unidade. Na porção oeste da UHP está localizada parte da área indígena Guarani-Bracuí e no leste a comunidade quilombola Alto da Serra (Cameru). As áreas urbanas são pouco expressivas e correspondem a 0,45% da área da UHP, são caracterizadas, principalmente, pela presença de condomínios e estão localizadas próximo a linha de costa. Deve-se destacar a existência de muitas marinas no Pontal, voltadas às atividades náuticas, e os hotéis de grande porte e clubes de veraneio. As localidades Ariró, Serra D'água e Zungu possuem um número significativo de moradias, e ocorre um turismo voltado as cachoeiras. Também se registram atividades minerárias e grande quantidades de requerimentos minerários nesta UHP.

Nesta unidade estão localizados três pontos de disposição de resíduos sólidos: UPR Verde, que recebe resíduos de poda e roçada para trituração e encaminhamento para compostagem aeróbia; Aterro Sanitário (CTR Costa Verde) que recebe os resíduos sólidos das cidades de Angra dos Reis e Paraty; e o Aterro controlado desativado da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis.

O uso e cobertura do solo para a UHP-9 está apresentado na Figura 2.20.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.20 - Uso e cobertura do solo para a UHP-9.

2.3.10. Caracterização da UHP 10 – Rio do Meio (Japuíba)

A UHP 10 está localizada totalmente no município de Angra dos Reis, sendo que nesta Unidade está localizada a sede urbana do município, onde se encontra o seu centro histórico.

A floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração ocupa 66,28% da UHP 10, sendo que esse tipo de cobertura está, em geral, associado às porções mais elevadas e íngremes do relevo onde encontram-se o Parque Estadual Cunhambebe, a APA da Bacia Hidrográfica do Rio Japuíba e o Parque Natural Municipal da Mata Atlântica, de Angra dos Reis. As formações pioneiras correspondem a 1,24% da área da UHP e concentram-se na área da APA Tamoios.

A segunda classe de uso mais representativa na UHP 10 são as áreas urbanas, as quais ocupam 12,65% da área total da unidade e correspondem à sede municipal de Angra dos Reis. De acordo com Souza (2003), até 1940 a população de Angra dos Reis se manteve praticamente estável, com a maior parte residindo na zona rural, sendo que as atividades econômicas



principais estavam baseadas no setor primário, com destaque para a agricultura e as atividades pesqueiras. Com a implantação da BR-101 e de grandes empreendimentos (estaleiro Verolme - atual BrasFELS, usinas nucleares Angra I e II e o terminal da Baía da Ilha Grande da Petrobrás) no município, houve a geração de muitos empregos no setor secundário, o que levou a um intenso crescimento populacional e a transformação do município de agrário e rural para urbano, turístico e industrial. Deve-se destacar nessa UHP a existência do Porto de Angra dos Reis, que dá suporte às atividades ligadas a exploração de petróleo, principalmente ao pré-sal.

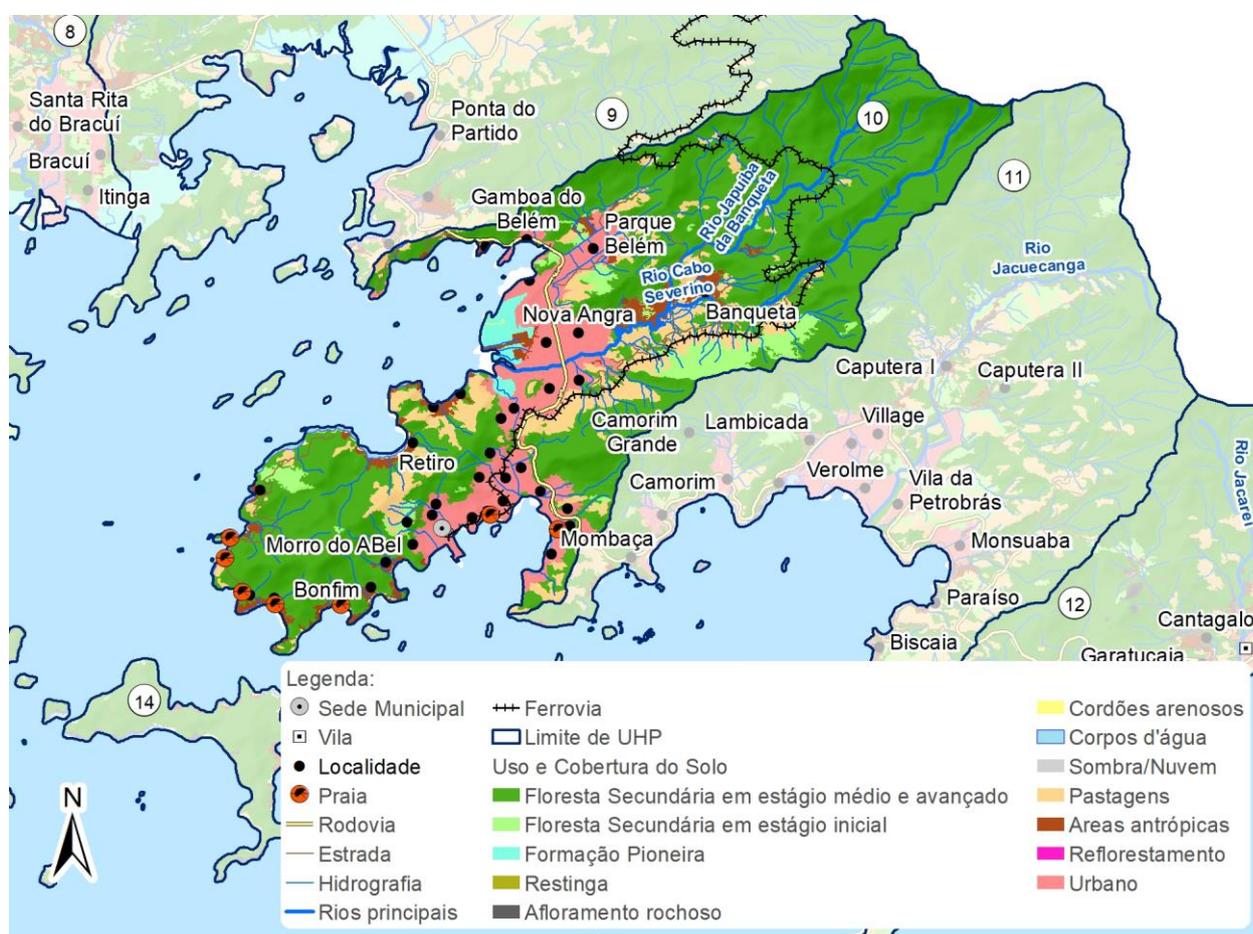
Com a implantação destes projetos e a valorização das terras devido à expansão urbana e à especulação imobiliária, aliado à implantação de marinas, construção de condomínios, grandes hotéis e clubes que dão suporte ao turismo, parte da população de baixa renda acabou sendo expulsa do local que habitava e passou a ocupar áreas próximas aos manguezais e áreas de encosta (SOUZA, 2003). Ao analisar a base vetorial de aglomerados subnormais, referente ao ano de 2010 (IBGE, 2010), identifica-se a existência de 37 setores nesta categoria no município de Angra dos Reis, onde residem 29.180 habitantes. Na UHP 10 estão localizados, total ou parcialmente, 12 aglomerados subnormais, os quais possuem uma população de 9.644 habitantes, a saber: Banqueta, Campo Belo - Parte de Cima, Divinéia, Divinéia - Vila Nova, Gamboa do Belém, Monte Castelo, Morro da Glória II, Morro da Velha, Parque Belém, Ponta da Aroeira, Sapinhatuba 1, Sapinhatuba 2 e Sapinhatuba 3 (IBGE, 2010).

De acordo com IBGE, corresponde a um aglomerado subnormal os conjuntos constituídos de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas, etc.) carentes, caracterizados por ausência de título de propriedade e por possuir pelo menos uma das seguintes características: urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou precariedade de serviços públicos essenciais, tais quais energia elétrica, coleta de lixo e redes de água e esgoto. De acordo com Ribeiro (2014), essas ocupações desordenadas, associadas às características do solo e ao alto índice pluviométrico, fazem com que Angra dos Reis tenha elevado risco para deslizamentos e movimentos de massa. Conforme o mapeamento dos setores de riscos geológicos do Estado do Rio de Janeiro, realizado pela CPRM (2011), em Angra dos Reis há 75 áreas identificadas como de alto ou muito alto risco a movimentos de massas e enchentes, das quais 31 estão localizadas na UHP 10. Nestas 31 áreas há 6.066 moradias, onde residem 24.264 habitantes, os quais estão sujeitos a riscos classificados como deslizamento planar, corrida de detritos, rolamento de blocos, rastejo e escorregamento planar.



Nessa UHP está localizada a Unidade de Beneficiamento de Resíduos da Construção Civil da Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, na qual são aterrados resíduos da construção civil (PMAR, 2017). As pastagens recobrem 10,71% da área total da UHP e estão concentradas nas porções baixas da unidade, com destaque para o vale do rio Cabo Severino. As áreas antrópicas indiscriminadas correspondem a 3,91% da área da unidade e localizam-se, principalmente, nas proximidades da costa e no vale do rio Japuíba da Banqueta, que se encontra em constante processo de ocupação e abriga o principal manancial de abastecimento desta região. As florestas em estágio inicial de regeneração ocupam 4,04% do total da unidade, sendo que estão localizadas, em sua maioria, entre florestas de maior porte e as pastagens.

O uso e cobertura do solo para a UHP-10 está apresentado na Figura 2.21.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.21 - Uso e cobertura do solo para a UHP-10.

2.3.11. Caracterização da UHP 11 - Rio Jacuecanga

A UHP 11 está totalmente inserida no município de Angra dos Reis e nela estão inseridas as localidades de Jacuecanga e Monsuaba.



Na UHP 11, 70,03% do total da unidade ainda estão ocupadas com floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração, sendo que este tipo de uso está mais concentrado em locais de maior elevação e declividade, onde também está localizado o Parque Estadual Cunhambebe. Nessa UHP também está localizada a APA de Tamoios, contudo nesta Unidade de Conservação há poucas áreas com cobertura vegetal, uma vez que esta encontra-se na linha de costa, abrangendo as faixas de praia e vegetações costeiras.

Nas áreas de várzea, principalmente do córrego Monsuaba e do rio Jacuecanga, são encontradas áreas de pastagem (12,58%) e nos locais entre pastagens e floresta em estágio médio e avançado de regeneração estão localizadas florestas em estágio inicial de regeneração, as quais ocupam 6,23% do total da UHP.

As áreas urbanas correspondem a 8,91% do total da unidade, sendo que nesta UHP estão localizadas estruturas que influenciaram diretamente no crescimento populacional do município, como o estaleiro Verolme (atual estaleiro BrasFels), o Terminal Marítimo de Petróleo da Petrobrás (TEBIG - Terminal da Baía da Ilha Grande), a Universidade Federal Fluminense e outras instituições de ensino. De acordo com Souza (2003), desde a década de 1960 o distrito de Jacuecanga vem apresentando crescimento populacional acentuado, sendo que as maiores taxas foram observadas logo após a instalação do estaleiro, quando a taxa de crescimento populacional foi de 8% ao ano; entre 1970 e 1980, o crescimento populacional foi de 3,4% ao ano, enquanto na década de 1980 ocorreu nova aceleração, elevando a taxa de crescimento populacional anual a 5,2%. Nessa região está instalada a Marina Verolme, o maior polo náutico da América Latina, que conta com a promoção de atividades náuticas e turísticas. Ainda, essa UHP conta com a existência de diversos condomínios de luxo e pousadas, que movimentam o setor turístico-imobiliário na região, e, juntamente com a marina, influenciam na população flutuante que é verificada nos períodos de temporada. Na porção marítima relacionada a essa UHP, há grande movimentação de navios, cujas atividades demandam água muitas vezes não quantificada.

De acordo com dados do último censo, nessa Unidade estão localizados nove aglomerados subnormais, onde residiam 7.058 habitantes, a saber: Água Santa, Camorim Grande, Camorim Pequeno, Caputera, Lambicada, Morro do Martelo, Morro do Moreno, Morro do Triângulo e Praia do Machado (IBGE, 2010). Conforme o mapeamento dos setores de riscos geológicos do Estado do Rio de Janeiro, realizado pela CPRM (2011), na UHP 11 estão localizados 12 setores com risco a movimentos de massa, onde residem 10.384 habitantes, os quais estão sujeitos a riscos classificados como enxurrada, corrida de detritos, escorregamento planar, escorregamento de rocha e escorregamento rotacional.



O uso e cobertura do solo para a UHP-11 está apresentado na Figura 2.22.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.22 - Uso e cobertura do solo para a UHP-11.

2.3.12. Caracterização da UHP 12 - Rio Jacareí

Na UHP 12 está localizada a divisa dos municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, sendo que a unidade abrange áreas destes dois municípios. Na UHP 12 encontram-se as localidades de Conceição do Jacareí, Caetés-Mirim, Monte Meia Oito, Sertãozinho e Sertão do Cantagalo.

As áreas de floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração recobrem 76,52% do total da UHP 12 e estão mais concentradas nas proximidades dos divisores de água da unidade onde estão localizados o Parque Estadual Cunhambebe e a APA de Mangaratiba. As áreas de pastagens ocupam 11,16% da UHP e estão localizadas, em geral, nas porções mais próximas à costa.

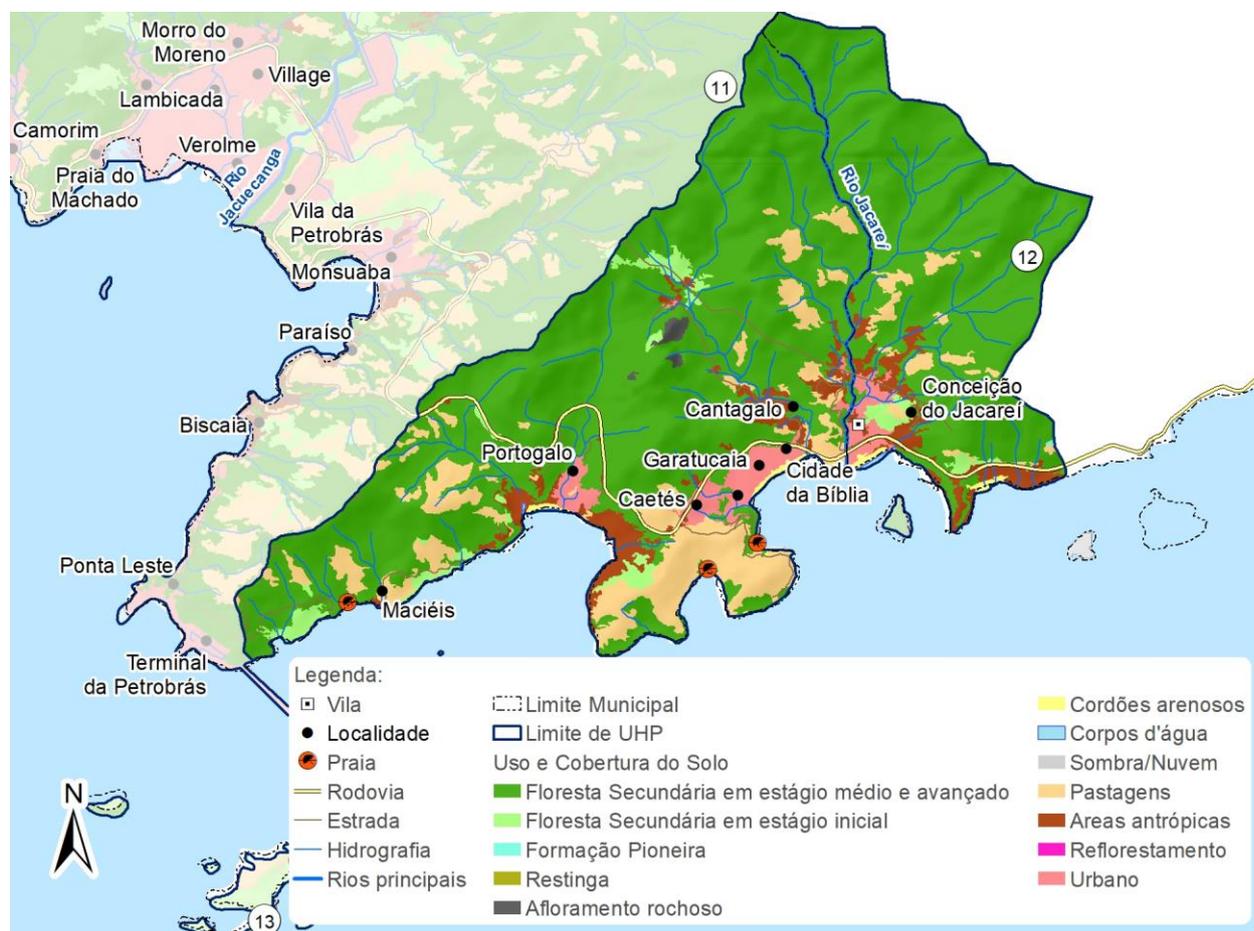
A ocupação humana na UHP 12 é pouco densa em diversos pontos, sendo inserida na classe de áreas antrópicas indiscriminadas, as quais ocupam 5,62% da unidade e estão



concentradas, em sua maioria, próximo à costa e nos arredores das áreas urbanas. As áreas urbanas correspondem a 3,25% do total da unidade, sendo que o Distrito de Conceição do Jacareí é a maior localidade na UHP 12, sendo amplamente utilizada como destino turístico e como local de partida para a Ilha Grande, acarretando na ocorrência de população flutuante.

Nessa Unidade estão localizados sete aglomerados subnormais (Caetés, Cantagalo, Canto do Porto Galo e Vila dos Pescadores no município de Angra dos Reis, e Morro do Serafim - Boa Vista, Pau Rolou 1, Pau Rolou 2 em Mangaratiba) totalizando 4.426 moradores (IBGE, 2010). O condomínio Porto Galo possui diversas casas de veraneio de alta classe, e uma marina que promove atividades náuticas na região. Além disso, há cinco áreas de risco geológico (CPRM, 2011), onde residem 1.436 habitantes.

O uso e cobertura do solo para a UHP-12 está apresentado na Figura 2.23.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.23 - Uso e cobertura do solo para a UHP-12.



2.3.13. Caracterização da UHP 13 - Bacias da Ilha Grande

A UHP 13 - Bacias da Ilha Grande é a unidade mais preservada na RH-I, totalizando 94,45% da área ocupada por remanescentes de vegetação, dos quais 89,89% correspondem a floresta secundária em estágio médio e avançado de regeneração, 2,13% a formações pioneiras (mangue), 1,91% a floresta secundária em estágio inicial de regeneração e 0,52% a restingas; esse elevado nível de preservação pode estar relacionado à dificuldade de acesso à ilha, bem como, a existência de diversas unidades de conservação, inclusive de proteção integral, na UHP.

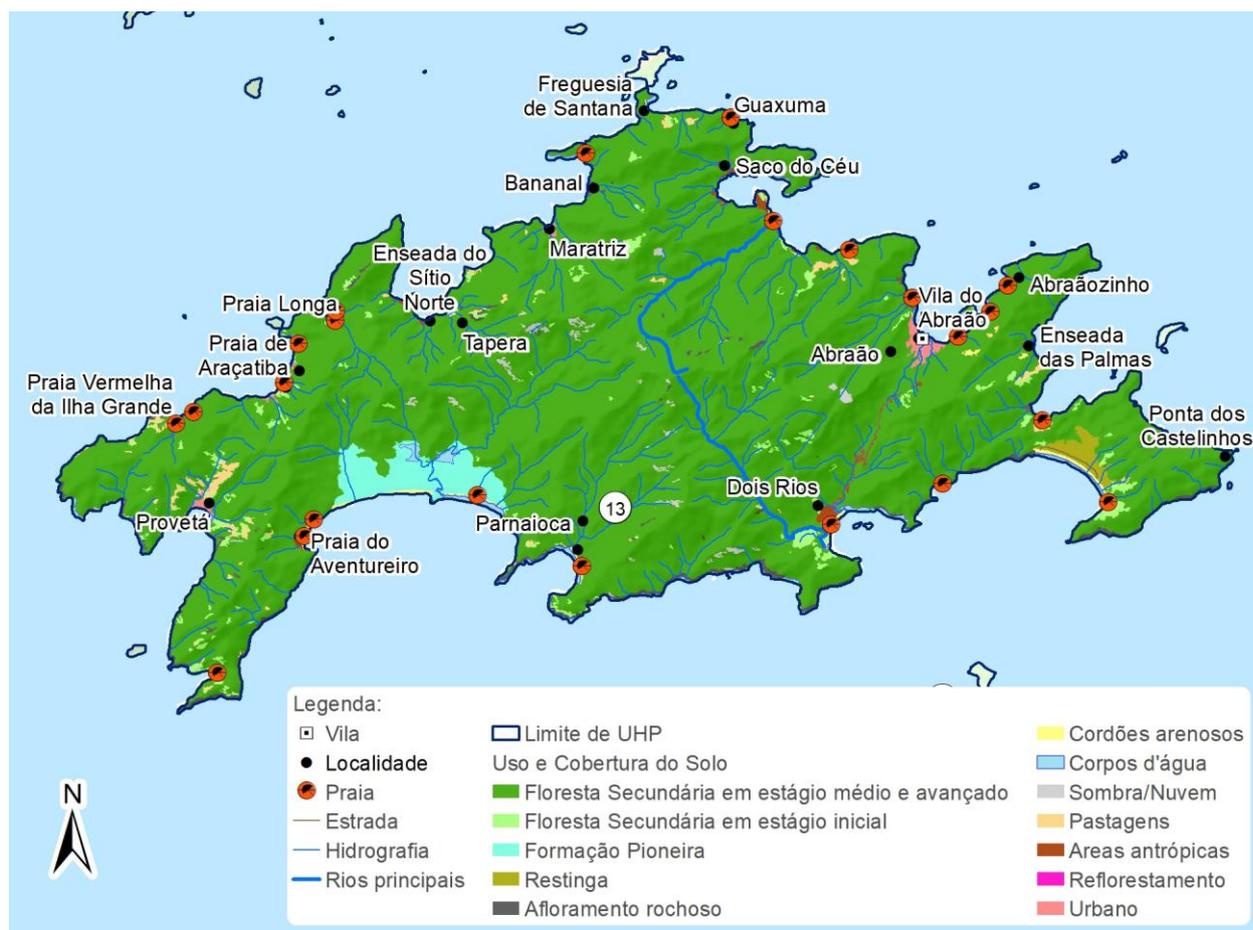
Na Ilha Grande estão localizadas quatro unidades de conservação, a saber: APA de Tamoios, Parque Estadual da Ilha Grande, Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul e Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, sendo que ocorre sobreposição entre essas unidades em diversos locais da ilha. A Ilha Grande tem seu território totalmente abrangido por Unidades de Conservação.

As atividades antrópicas somam 1,81%, sendo que a mais representativa é a classe de pastagens, que recobre 0,80% da UHP, enquanto as áreas antrópicas indiscriminadas e as áreas urbanas ocupam 0,53% e 0,48% da área total da unidade, respectivamente. Deve-se destacar que as áreas de pastagens não se referem necessariamente a áreas de pasto, com criação animal, mas entra na classificação de atividade antrópica-natural segundo o ZEEC. Nessa UHP há diversas comunidades tradicionais caiçaras, como a do Aventureiro, da Vila do Abraão, da Praia Vermelha, entre outras.

Conforme Brito (2001), a Ilha Grande é a maior ilha do Estado do Rio de Janeiro e sua população encontra-se distribuída por cerca de 20 localidades, sendo que a maior delas é a Vila do Abraão. Ainda de acordo com esse autor, as principais atividades econômicas desenvolvidas na Ilha são a pesca, a agricultura e o turismo.

Conforme dados de CPRM (2011), há dez setores de risco hidrológico na Ilha Grande, dos tipos corrida de lama, deslizamento planar, enxurradas e escorregamento planar. Nestas áreas residem 1.788 habitantes.

O uso e cobertura do solo para a UHP-13 está apresentado na Figura 2.24.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.24 - Uso e cobertura do solo para a UHP-13.

2.3.14. Caracterização da UHP 14 - Ilhas

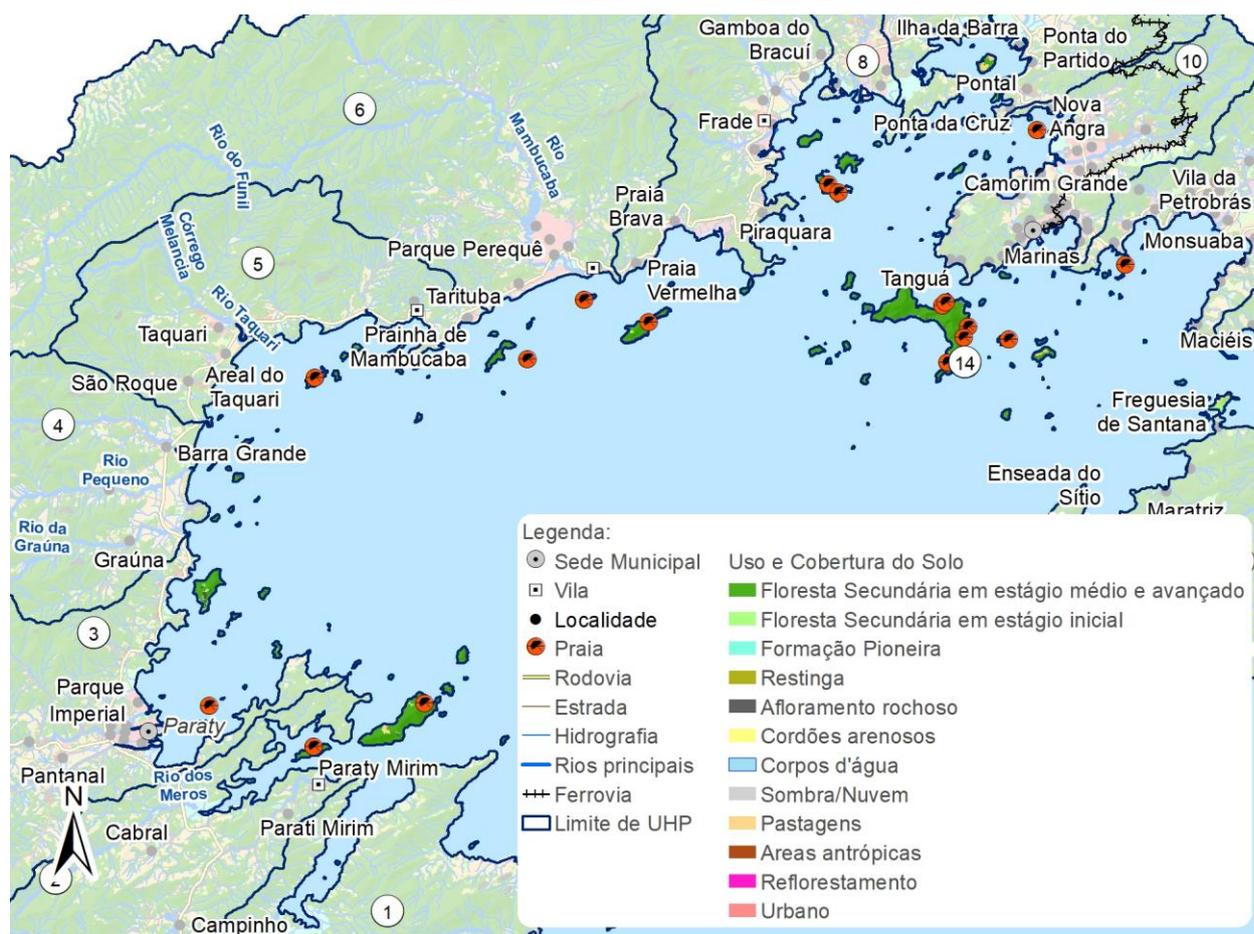
O arquipélago da Baía da Ilha Grande, com exceção da Ilha Grande, é composto por 236 ilhas, ilhotas, lajes e parciais (INEA, 2015), as quais foram agrupadas e denominadas de UHP 14. Ao considerar os tipos de uso do solo no total dessa UHP, observa-se que a UHP 14 é recoberta, predominantemente, por florestas, sendo que as florestas secundárias em estágio médio e avançado de regeneração ocupam 66,51% da área total, enquanto as formações em estágio inicial de regeneração recobrem 8,50% do total da UHP. Destacam-se, também, a classe de afloramentos rochosos, a qual corresponde a 16,57% do total da UHP. Nessa Unidade estão localizadas as UCs APA de Cairuçu, ESEC Tamoios, ARIE das Ilhas Cataguás, APA de Tamoios e PARNA Serra da Bocaina, que juntas abrangem a totalidade das áreas das Ilhas.

Algumas ilhas que compõem a UHP 14 são ocupadas por comunidades, como por exemplo, a ilha do Algodão, a ilha do Araújo, a ilha da Gipóia e a ilha do Cedro, sendo que em algumas delas são encontradas comunidades tradicionais caiçaras.



De acordo com MMA e IBAMA (2006), a Escarpa das Serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba mergulha diretamente sob as águas das baías da Ilha Grande e de Sepetiba por meio de costões rochosos, produzindo uma paisagem pontilhada de ilhas, cabos, sacos e enseadas que configuram o litoral sul fluminense, sendo que diversas ilhas da baía da Ilha Grande são caracterizadas por cobertura rochosa.

O uso e cobertura do solo para a UHP-14 está apresentado na Figura 2.25.



Fonte: IBGE (2018), Inea (2015).

Figura 2.25 - Uso e cobertura do solo para a UHP-14.

O Relatório de Caracterização Física e Biótica do PRH-BIG (RD01) apresenta uma listagem detalhada das ilhas da RH-I.



3. MEIO FÍSICO

3.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

3.1.1. Geologia

De acordo com o Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía de Ilha Grande (INEA, 2015), grande parcela das rochas existentes na área costeira da RH-I tem relação com o sistema orogênico da Faixa da Ribeira. O referido sistema foi formado entre as Eras Proteozóica (de 2,5 bilhões a 541 milhões de anos atrás) e paleozóica (de 542 a 241 milhões de anos atrás), durante a Orogênese Brasileira - evento marcado por sucessivas colisões continentais, resultando em um empilhamento dos terrenos Orientais e Ocidentais.

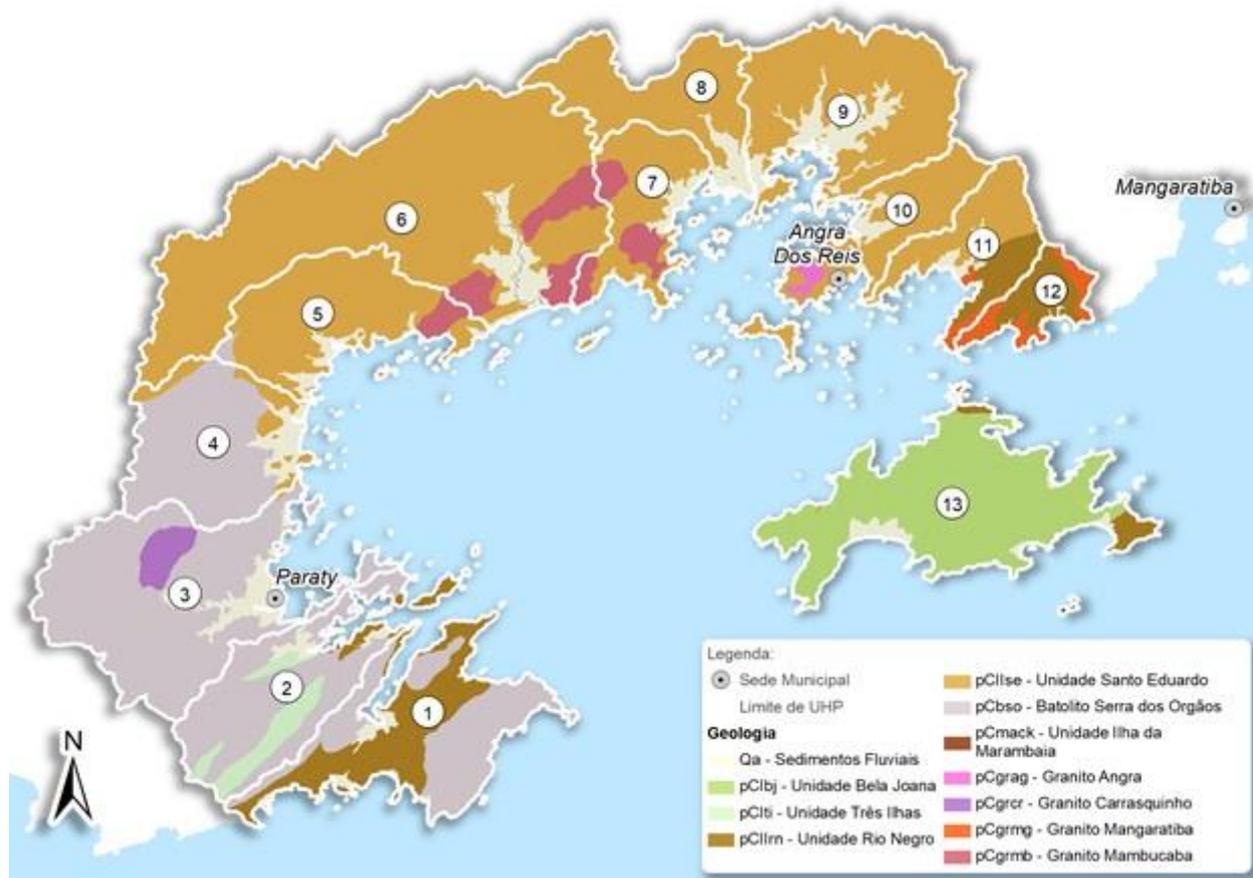
Na RH-I constatou-se o predomínio de rochas como granitos, charnockitos e ortognaisses de diferentes tipos, que afloram nos costões, cachoeiras e paredões rochosos das escarpas. Além disso, são frequentes falhamentos e intrusões por diques de diabásio, originados devido à tectônica mesozóica-cenozóica (de 241 a 65 milhões de anos atrás) na região Grande (INEA, 2015a).

Conforme o Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), apresentam-se maciços montanhosos, sustentados por granitos, granitóides, ortognaisses migmatíticos, charnockitos e paragnaisses. As regiões de baixada, presentes em pequenas proporções na faixa litorânea, são locais de planícies constituídos por sedimentos quaternários, argilo-arenosos e/ou areno-argilosos. Já as planícies fluvio-marinhas (principalmente as áreas de manguezal) são caracterizadas por sedimentos quaternários, argilosos, ricos em matéria orgânica e estão presentes na região da faixa litorânea. Por sua vez, as planícies costeiras (restingas), também presentes, são cordões litorâneos constituídos por sedimentos quaternários arenosos, de origem marinha. Os morrotes alinhados e morros baixos são sustentados por ortognaisses, paragnaisses e granitóides. As serras alinhadas são sustentadas por charnockitos, ortognaisses, granulitos e são encontrados em pequenas proporções tanto em Paraty quanto em Angra dos Reis, especialmente na Ilha da Gipoia; paragnaisses, mármore, granitóides e granitos podem ser observadas em consideráveis proporções próximo à Baía de Paraty.

Na Figura 3.1 está representada a geologia da RH-I e a numeração das UHPs. Pode-se constatar em Paraty significativa presença do Batólito da Serra dos Órgãos (pCbso) e Unidade Santo Eduardo (pCllse). Em menores proporções, observa-se a Unidade Três Ilhas (pCltj), Granito Carrasquinho (pCgrcr), Granito Mambucaba (pCgrmb), Sedimentos Fluviais (Qa) e Unidade Rio Negro (pCllrm). Por sua vez, Angra dos Reis apresenta predominância, em quase



toda sua extensão, da Unidade Santo Eduardo (pCllse). Em quantidades menos significativas, observa-se o Granito Angra (pCgrag), Granito Mambucaba (pCgrmb), Sedimentos Fluviais (Qa), Granito Mangaratiba (pCgrmg) e Unidade Rio Negro (pCllrn). Na Baía de Ilha Grande, constata-se que a maior parte do território se encontra inserido na Unidade Bela Joana (pCibj). Em menor grau, percebe-se a presença de Sedimentos Fluviais (Qa) e Unidade Rio Negro (pCllrn).



Fonte: DRM-RJ (1996).

Figura 3.1 - Geologia da RH-I.

3.1.2. Hidrogeologia

As águas subterrâneas apresentam significativa importância devido às seguintes características básicas:

- I. As reservas de água subterrânea são responsáveis pelo regulamento do fluxo de base dos rios, garantindo-lhes a perenidade no período seco;
- II. A parcela explorável pode ser largamente utilizada no abastecimento público.

O sistema de aquíferos predominante na RH-I é o fissural ou cristalino, que abrange cerca de 90% de seu território. O referido sistema está associado às rochas cristalinas e suas



estruturas geológicas, sobretudo fraturas e falhas. Tais aquíferos, comumente, ocorrem em terrenos com predominância de rochas como: quartzitos e mármore; gnaisses e migmatitos; rochas granitoides; granulitos; rochas alcalinas, graníticas e básicas. A sua porosidade está condicionada à existência de descontinuidades nas rochas, causadas principalmente pela ocorrência de estruturas geológicas como falhamentos, fraturas e fissuras. Em menor proporção, outro sistema presente na região é o de aquífero poroso, o qual é formado por rochas sedimentares, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos. Tal sistema pode ser observado em pequenas frações das áreas costeiras de Paraty, como na Baía de Paraty, Angra dos Reis e de Ilha Grande (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2016).

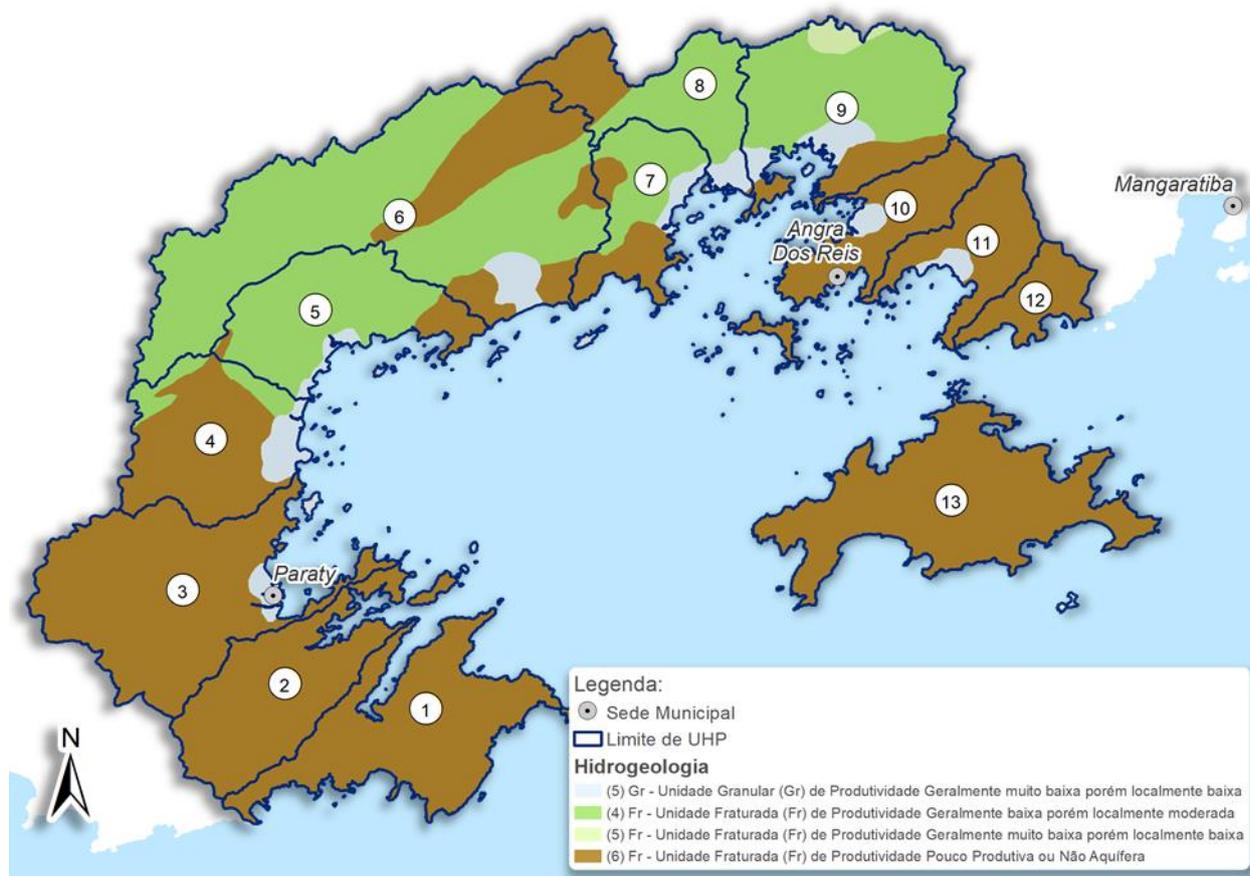
Conforme o Diagnóstico Geoambiental da Hidrogeologia Do Estado Do Rio De Janeiro (CPRM, 2000) e a Carta Hidrogeológica da Folha SF. 23 - Rio de Janeiro (CPRM, 2015), o sistema aquífero cristalino predominante da RH-I encontra-se sob regiões de relevo fortemente ondulado (encostas) e solos pouco espessos ou localmente ausentes. Este está representado na Figura 3.2 como Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera, cuja litologia é descrita como Embasamento Fraturado Indiferenciado, composto por granitoides, rochas vulcânicas, meta-vulcânicas, metassedimentos, gnaisses, migmatitos, granulitos, xistos e quartzitos, que apresenta, em geral, vazões menores que 1 m³/h. Tais características podem ser observadas de forma bastante significativa em todo território de Angra dos Reis, Paraty e Ilha Grande.

O segundo sistema aquífero mais expressivo na região, ainda conforme CPRM (2000), é a Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente baixa, porém localmente moderada, cuja litologia também é o Embasamento Fraturado Indiferenciado, abrangendo a porção norte e noroeste da RH-I, com vazões entre 10 e 25 m³/h. Neste sistema aquífero existem também regiões dispersas de produtividade alta, com vazões maiores que 5 m³/h, com relevo rebaixado com ondulações suaves ou planícies aluviais, e solos geralmente espessos e muito permeáveis. A Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente Muito Baixa, porém localmente baixa pode ser constatada em partes da zona costeira de Paraty, no entorno da foz do Rio Mambucaba e em pequena proporção na costa de Angra dos Reis. Esta unidade (Gr) é composta por depósitos litorâneos de areia, argila, silte e cascalho, apresentando vazões entre 1 e 10 m³/h. Por sua vez, neste sistema de aquífero poroso, observam-se argilas orgânicas costeiras, as quais são caracterizadas por sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica e águas salinas com altos teores de ferro e cloretos. Ainda, há uma pequena porção no norte do RH-I abrangida pela Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente Muito Baixa, porém localmente baixa, composta por Embasamento Fraturado Indiferenciado, apresentando vazões entre 1 e 10 m³/h.



Segundo o Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), nos maciços costeiros, há a ocorrência de aquíferos livres a semiconfinados, restritos aos vales, com potencial regular e águas leves de boa qualidade. As áreas de baixadas apresentam aquíferos livres, com potencial hidrogeológico, em geral, bom. As planícies fluvio-marinhas (mangues) são caracterizadas por terrenos inundados, com baixa capacidade de carga e potencial hidrogeológico nulo. Nas planícies costeiras, ocorrem terrenos permeáveis e nível freático elevado, o qual encontra-se sujeito à contaminação. Para avaliar o risco de contaminação, devem ser analisados os potenciais poluidores existentes na região, como, por exemplo, a existência de fossas sépticas em mal estado de conservação, lançamentos de efluentes em locais inapropriados, proximidade a postos de combustíveis, entre outros. Os aquíferos livres dessas planícies têm potencial restrito e águas frequentemente salinizadas. Nas regiões de morrotes e morros baixos, podem ocorrer aquíferos livres a semiconfinados, restritos aos vales, com potencial de regular a bom. Nas áreas de serras alinhadas, a permeabilidade mostra-se baixa e o potencial hidrogeológico de baixo a nulo.

Na Figura 3.2 está apresentada a hidrogeologia da RH-I. Através dessa figura, é possível observar que cerca da metade do município de Paraty encontra-se inserida na Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera, a outra metade é composta pela Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente baixa, porém localmente moderada. Existem, ainda, pequenas concentrações da Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa, porém localmente baixa nas zonas costeiras, como na Baía de Paraty, nas fozes dos rios da Graúna, Pequeno, da Barra Grande e do Taquari. Em Angra dos Reis, constata-se um cenário bastante semelhante a Paraty: aproximadamente metade do território está inserido na Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Pouco Produtiva ou Não Aquífera e outra parte na Unidade Fraturada (Fr) de Produtividade Geralmente baixa, porém localmente moderada. Pode-se observar também pequenas porções da Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa, porém localmente baixa em locais como as imediações das fozes dos rios Frade, Grataú, Bracuí, Ariró, do Meio (Japuíba) e Jacuecanga. Na Ilha Grande, observa-se somente a presença da Unidade Granular (Gr) de Produtividade Geralmente muito baixa, porém localmente baixa.



Fonte: CPRM (2015).

Figura 3.2 - Hidrogeologia da RH-I.

3.2. CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

A RH-I está inserida nas serras Mangaratiba, Mazomba e da Bocaina em quase toda sua extensão. A Serra da Bocaina se caracteriza por relevo acidentado, contendo áreas onduladas, montanhosas e escarpadas e possui como ponto de maior altitude, na RH-I, a Pedra do Frade (de aproximadamente 1.500 m), localizada na divisa dos Municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Rio Claro, todos pertencentes ao Estado do Rio de Janeiro. (ICMBIO, 2006). O litoral apresenta-se, em parte, de forma “rochosa e escarpada, em certos trechos encontrando-se submersa, dando origem às ilhas” (Jung-Mendaçolli e Bernacci, 2001). Na parte costeira, em menor proporção, apresentam-se regiões de áreas planas, constituídas por várzeas, manguezais e trechos de terrenos mais estáveis, que são ocupados por áreas urbanizadas e pastagens. Praias e cordões arenosos são pouco desenvolvidos e acompanham, em geral, pés de escarpa ou planícies estreitas. Pode-se observar também zonas de planaltos residuais em algumas regiões mais distantes da parte costeira da RH-I, como nas proximidades da nascente do Rio Mambucaba. Constata-se ainda a presença de maciços costeiros e interiores, como no caso da Ilha Grande.



As unidades geomorfológicas são abordadas com maior detalhamento no item 3.2.1 e uma análise acerca da vulnerabilidade à erosão para toda a RH-I é realizada no item 3.2.2.

3.2.1. Geomorfologia da região

Podem ser observadas 5 diferentes Unidades Geomorfológicas na RH-I. Maciço da Juatinga, Baixadas da Baía da Ilha Grande, Escarpa das serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba, Planalto da Bocaina, e Maciço da Ilha Grande. A seguir, encontram-se as descrições de tais unidades segundo CPRM (2000):

Em grande proporção da RH-I, constata-se a Unidade Geomorfológica Escarpas das Serras da Bocaina, Mangaratiba e Mazomba, a qual se caracteriza por um alinhamento serrano, alçado por tectônica de mais de 1.000 m de altitude (Figura 3.3). Tal escarpamento mergulha diretamente sobre as águas das baías da Ilha Grande e de Sepetiba por meio de costões rochosos, produzindo uma paisagem pontilhada de ilhas, cabos, sacos, baías e enseadas que configuram o litoral sul fluminense (Figura 3.4 e Figura 3.6). Esse escarpamento prolonga-se ininterruptamente desde a serra de Paraty até a escarpa da serra do Mazomba, alcançando a baixada de Sepetiba. Consiste em um significativo segmento da cadeia montanhosa da Serra do Mar, que prossegue, a oeste, no litoral norte do Estado de São Paulo.



Foto: Acervo do Parque Nacional da Serra da Bocaina/ICMBio.

Figura 3.3 - Pico do Frade.



Foto: Acervo do Parque Nacional da Serra da Bocaina/ICMBio.

Figura 3.4 - Baía da Ilha Grande vista da Pedra da Macela.

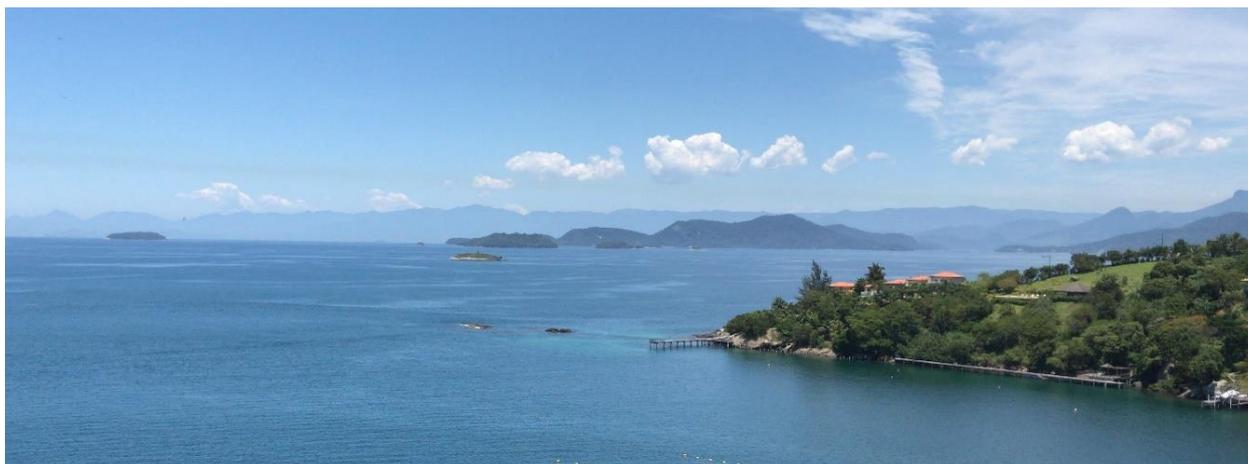


Foto: Profill Engenharia e Ambiente (11/12/2017).

Figura 3.5 - Costões, ilhas e enseadas em Ponta Leste, Angra dos Reis, próximo ao Terminal marítimo da Petrobras.

Parte de Paraty encontra-se inserida na Unidade Geomorfológica Maciço da Juatinga, a qual é caracterizada por um expressivo maciço montanhoso peninsular, apresentando altitudes superiores a 1.000 m. Essa Unidade localiza-se no extremo sudoeste do litoral sul fluminense, entre a baía de Paraty e o oceano Atlântico. Caracteriza-se por um prolongamento destacado da Serra de Paraty, relevante espigão da escarpa da Serra da Bocaina. Destaca-se da escarpa da Serra do Mar pelo Saco de Mamanguá, o qual consiste num vale submerso, estreito e alongado, originado possivelmente por subsidência de blocos condicionados por linhas de fraqueza do substrato geológico. Nesse saco, apresentam-se, de forma restrita, zonas de mangues. Uma pequena área colinosa individualiza o referido maciço da escarpa da Serra da Bocaina.

Em alguns pontos da área costeira da RH-I, pode-se observar a presença da Unidade Geomorfológica Baixadas da Baía da Ilha Grande, que é representada por pequenas áreas de acumulação fluviomarinha espremidas pelas vertentes íngremes da escarpa da serra da Bocaina, localizando-se no recôncavo de enseadas e reentrâncias do litoral recortado do sul fluminense, em geral associado a desembocaduras fluviais. Tais estreitas planícies fluviomarinhas apresentam-se ao longo do litoral sul fluminense, entre Paraty e Muriqui, sendo, com frequência, interrompidas por extensos costões rochosos que mergulham diretamente nas baías da Ilha Grande ou de Sepetiba. Junto à linha de costa existem significativas áreas de mangues e, na retaguarda dos manguezais, extensas áreas de brejos e baixadas aluviais, como pode ser observado no fundo das baías de Paraty, da Ribeira e de Mangaratiba.



Foto: Profill Engenharia e Ambiente (12/12/2017).

Figura 3.6 - Baixada em Angra dos Reis.

Além disso, podem ser encontrados pequenos cordões arenosos, tais como os da desembocadura do rio Mambucaba (Figura 3.7). O cordão arenoso de Mambucaba isola, à retaguarda, uma expressiva área de manguezais e, a montante, a planície fluvial do rio Mambucaba, junto à escarpa da serra da Bocaina. Constatam-se, ainda, baixadas menores, onde se localizam os núcleos urbanos de Monsuaba, Jacuecanga e Muriqui.



Foto: Profill Engenharia e Ambiente (14/12/2017).

Figura 3.7 - Área de baixada junto à foz do rio Mambucaba.

A Unidade Geomorfológica Planalto da Bocaina pode ser observada em uma área mais restrita, encontrando-se em estreitas áreas a montante do escarpamento da Serra da Bocaina, junto à divisa com o Estado de São Paulo, por onde se estende essa zona planáltica. O planalto caracteriza-se por uma alternância de relevos colinosos, de topografia suave, e topos subnivelados a terrenos montanhosos, apresentando amplitudes de relevo elevadas.

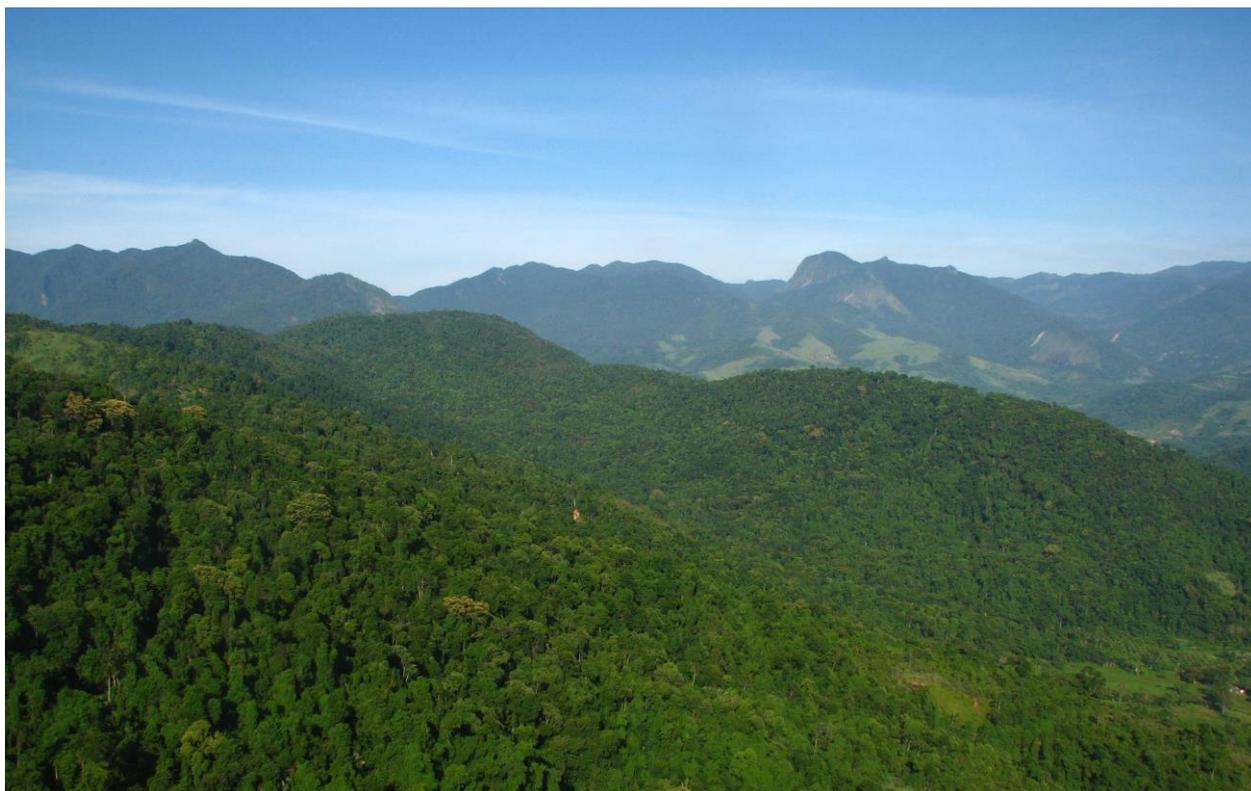
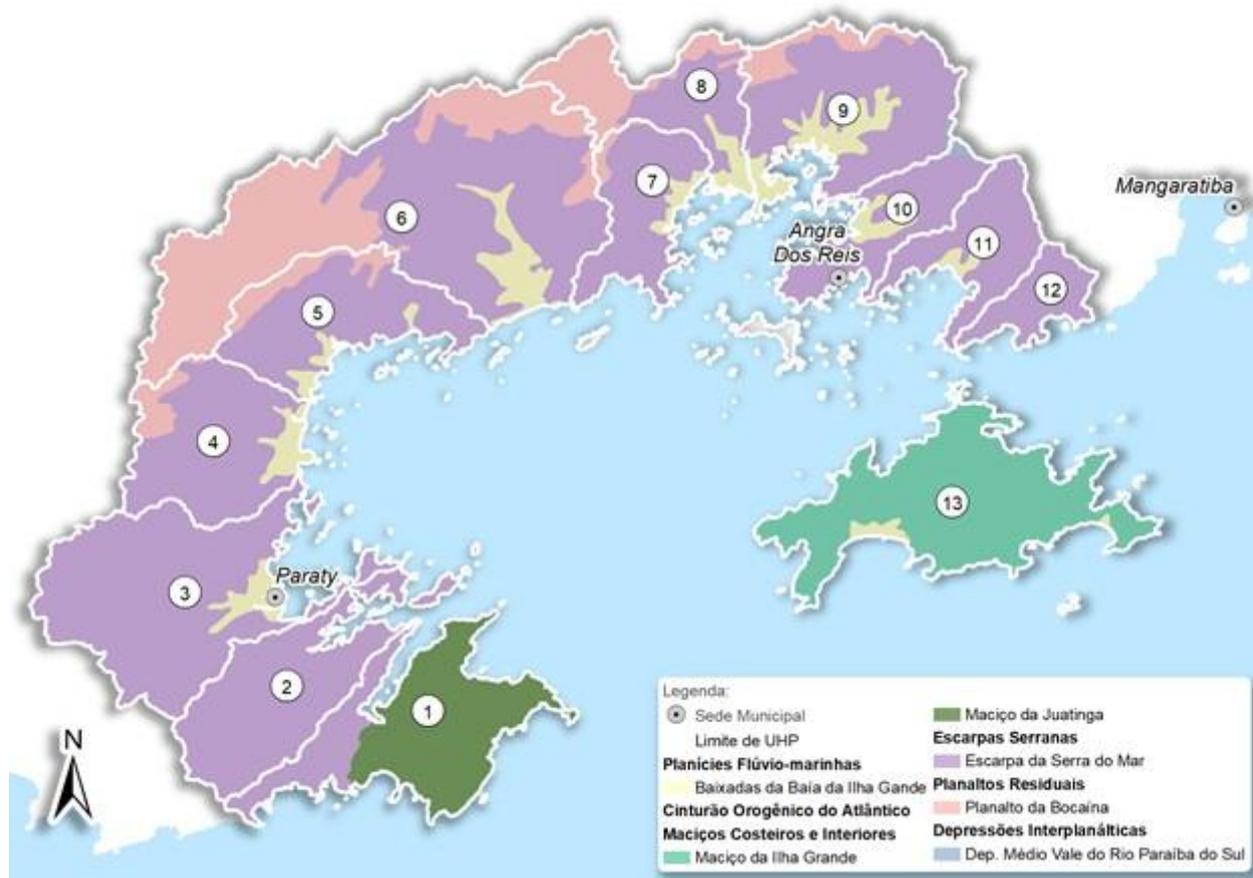


Foto: Acervo do Parque Nacional da Serra da Bocaina/ICMBio.

Figura 3.8 - Relevo no Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Por fim, a Unidade Geomorfológica Ilha Grande é composta por um maciço, que consiste numa unidade insular, localizada no litoral sul-fluminense, separando a baía da Ilha Grande do oceano Atlântico. Pode-se observar diversos alinhamentos de cristas, podendo atingir altitudes superiores a 900 m (Pico do Papagaio - 959 m; Serra do Papagaio - 1.031 m). Juntamente à linha de costa apresentam-se planícies costeiras e fluviolagunares, na praia de Lopes Mendes e na Reserva Biológica da Praia do Sul. As vertentes encontram-se protegidas por uma densa cobertura florestal, especialmente dentro da Reserva Biológica da Praia do Sul. Na Figura 3.9, pode-se observar as Unidades Geomorfológicas da RH-I.

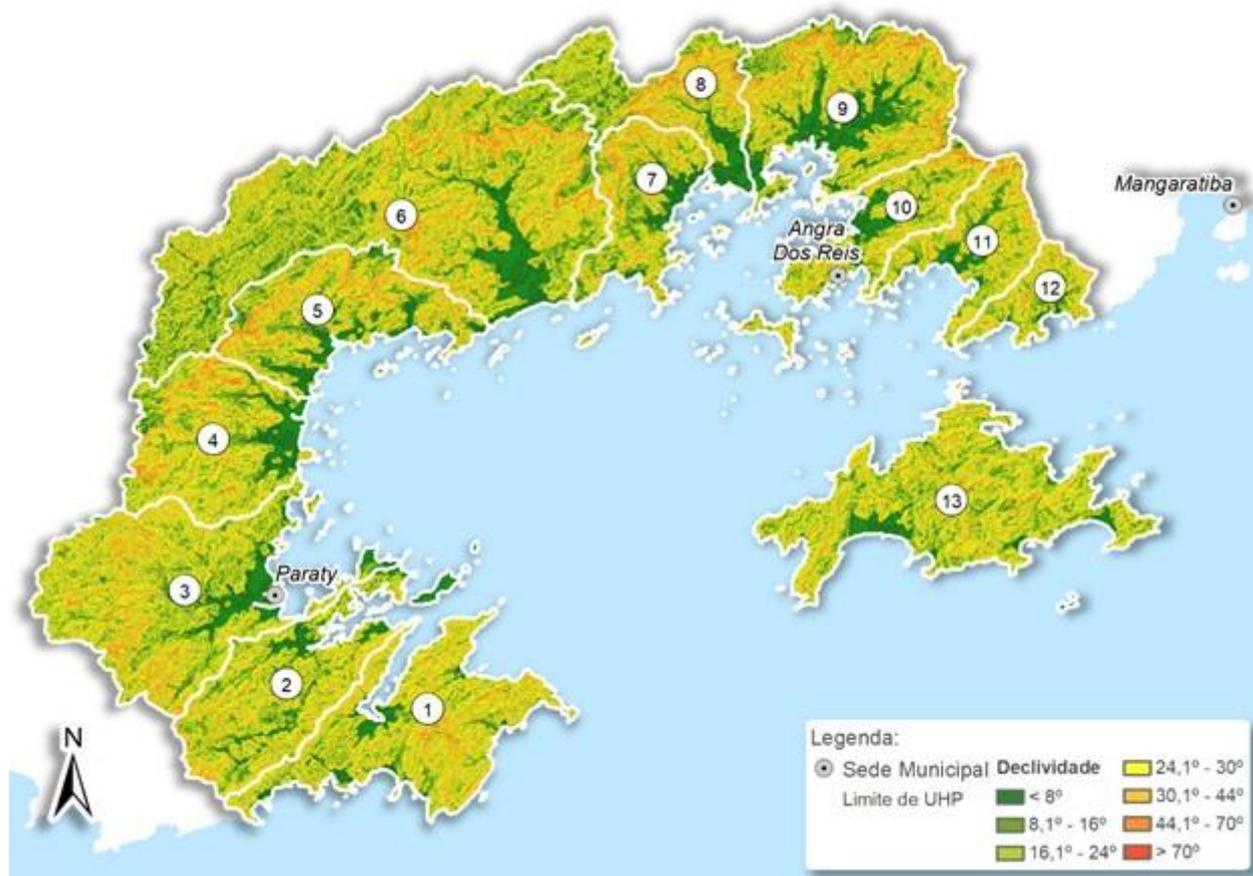


Fonte: CPRM (2000).

Figura 3.9 - Unidades Geomorfológicas da RH-I.

Em termos de declividade, a RH-I apresenta grande variabilidade, com declividades bastante baixas, principalmente, nas áreas das Baixadas da Baía da Ilha Grande, e valores superiores a 70° que ocorrem, principalmente, nas escarpas.

Na Figura 3.10 está apresentado o mapeamento das declividades na área de estudo. Pode-se observar que existe a predominância de declividades entre 24,1° e 30° e 30,1° e 44° seguido de declividades menores do que 8°, especialmente nas áreas das fozes dos rios, localizadas nas proximidades do litoral. Existem, ainda, algumas regiões, em menor proporção, com declividades entre 44,1° e 70°, observadas nas regiões escarpadas e montanhosas.



Fonte: Adaptado de INEA/DISEQ/GETIG (2015).

Figura 3.10 - Declividade da RH-I.

3.2.2. Vulnerabilidade à erosão

A análise da vulnerabilidade à erosão foi realizada a partir da adaptação da metodologia proposta por Ribeiro e Campos (2007), que se baseia na hierarquização de valores de declividade, precipitação, uso e cobertura do solo, geologia e pedologia, para a definição de classes de vulnerabilidade à erosão. A hierarquização atribui valores que vão de zero a três para as classes dos temas utilizados. Esses são então relacionados através de uma média simples entre todas as classes que resulta em uma escala de vulnerabilidade têm valores entre zero e três. O que é apresentado a seguir é uma análise relativa para toda a área da RH-I que visa apontar os pontos com maiores e menores vulnerabilidades a partir das variáveis.

Os valores de declividade (gerados a partir do Modelo Digital de Elevação), intensidade pluviométrica (ANA, 2018) e geologia (INEA, 2015a) foram classificados segundo Ribeiro e Campos (2007) nas classes apresentadas no Quadro 3.1.



Quadro 3.1 - Valores de vulnerabilidade atribuídos a classes de declividade, intensidade pluviométrica e Geologia.

Declividade (%)	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Geologia	Vulnerabilidade
<3,5	<50	Quartzitos ou metaquartzitos	1
3,5 - 5,8	50 - 75	Riolito, Granito, Dacito	1,1
5,8 - 8,2	75 - 100	Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2
8,2 - 10,3	100 - 125	Migmatitos, Gnaisses	1,3
10,3 - 12,9	125 - 150	Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4
12,9 - 15,1	150 - 175	Andesito, Diorito, Basalto	1,5
15,1 - 17,4	175 - 200	Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6
17,4 - 19,8	200 - 225	Milonitos, Quartzo, Clorita xisto	1,7
19,8 - 22,2	225 - 250	Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8
22,2 - 24,5	250 - 275	Actinolita xisto	1,9
24,5 - 27,2	275 - 300	Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2
27,2 - 29,6	300 - 325	Filito, Metassilito	2,1
29,6 - 32,1	325 - 350	Ardósia, Metargilito	2,2
32,1 - 34,6	350 - 375	Mármore	2,3
34,6 - 37,2	375 - 400	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
37,2 - 39,8	400 - 425	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
39,8 - 42,4	425 - 450	Grauvacas, Arcózios	2,6
42,4 - 45,3	450 - 475	Siltitos, Argilitos	2,7
45,3 - 48,1	475 - 500	Folhelhos	2,8
48,1 - 50	500 - 525	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
>50	>525	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Campos (2007).

Na análise do uso e cobertura do solo foi utilizada a base fornecida pelo Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015), para a qual foram atribuídos valores de acordo com as classes de uso e cobertura. Essas classes são apresentadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Valores de vulnerabilidade por classe de uso e cobertura do solo.

Classe de uso	Vulnerabilidade
Afloramento Rochoso	0
Áreas Antrópicas	1
Cordões arenosos	3
Corpos d'água	1,5
Formações Pioneiras	1
Pastagens	2
Reflorestamento	1
Restinga	1
Urbano	1
Vegetação alta/media	1

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Campos (2007).

Na atribuição de valores de vulnerabilidade à classificação pedológica foi necessária a utilização da classificação apresentada por Barbosa Neto *et al.* (2008) em que são classificados em uma escala de vulnerabilidade à erosão correlata solos de mangue. Os valores de vulnerabilidade por classe pedológica são apresentados no Quadro 3.3.



Quadro 3.3 - Valores de vulnerabilidade por classe de pedologia.

Classe de solo	Vulnerabilidade
Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho e Latossolo Bruno.	1
Argissolo, Luvisolo, Alissolo, Nitossolo, Chernossolo, Planossolo e Espodossolo.	2
Cambissolos	2,5
Neossolo, Neossolo Quartzarênico, Vertissolo, Organossolo, Gleissolo, Plintossolo, Chernossolo Rêndzico e Solos indeterminados identificados como mangue.	3

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Campos (2007) e de Barbosa Neto et al. (2008).

Ribeiro e Campos (2007) apresenta uma escala de vulnerabilidade a partir dos valores obtidos através do operador matemático utilizado para o relacionamento entre as bases (declividade, precipitação, uso e cobertura do solo, geologia e pedologia). No Quadro 3.4 é apresentada uma adaptação das classes ao resultado da análise realizada.

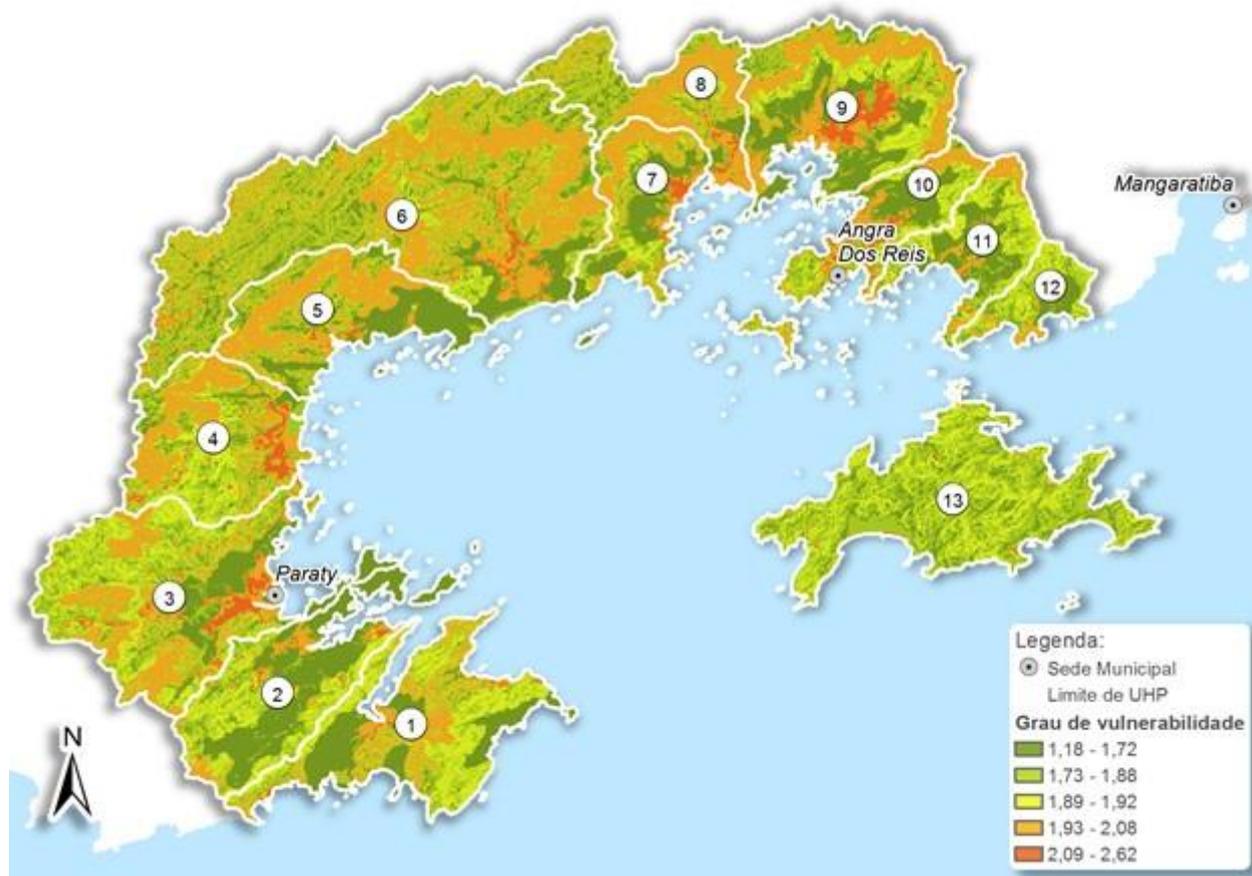
Quadro 3.4 - Valores e classes de vulnerabilidade.

Valores de vulnerabilidade	Classe de vulnerabilidade
1,18 - 1,72	Vulnerabilidade baixa
1,73 - 1,88	Vulnerabilidade moderadamente baixa
1,89 - 1,92	Vulnerabilidade mediana
1,93 - 2,08	Vulnerabilidade moderada
2,09 - 2,62	Vulnerabilidade moderadamente alta

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Campos (2007) e de Barbosa Neto et al. (2008).

As áreas com graus mais altos de vulnerabilidade nas encostas são as que apresentam maior potencial, principalmente quando não possuem mais a cobertura vegetal e em eventos de pluviosidade muito elevada. Nesses locais o solo fica muito susceptível a movimentação de grandes volumes. Essas áreas estão distribuídas por todo o território da RH-I, principalmente nas escarpas das serras. São áreas em que a utilização antrópica deve ser realizada de forma controlada.

Na Figura 3.11 está apresentada a vulnerabilidade à erosão da RH-I. Nesse pode ser observado que as áreas com grau maior de vulnerabilidade são, em sua maioria, áreas planas compostas por rochas e solos classificados como vulneráveis.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 3.11 - Grau de vulnerabilidade da RH-I.

3.3. CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA

3.3.1. Classificação dos solos

De acordo com Plano Diretor do Parque Estadual da Ilha Grande (UFRRJ, 1992) e com o Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía de Ilha Grande (INEA, 2015), as classes de solos mais significantes na RH-I são os Cambissolos, Latossolos, Neossolos, Areias Quatzosas, Espodosolos e Gleissolos. A seguir, encontra-se uma breve descrição de alguns desses solos conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013).

- I. Cambissolos: Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e petroplintita, horizonte glei e horizonte



vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos e Vertissolos, respectivamente. Símbolo: C;

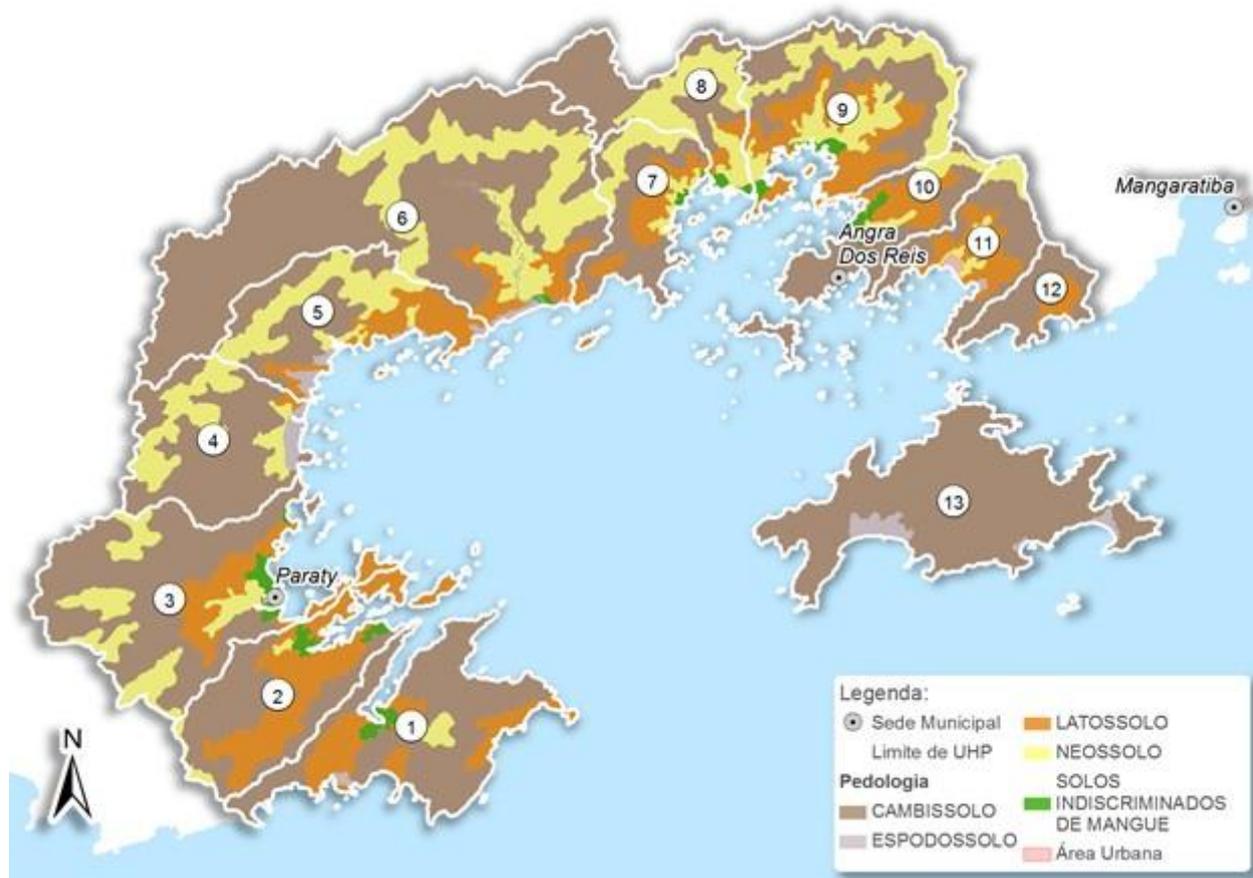
II. Latossolos: Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Símbolo: L;

III. Neossolos: Solos pouco evoluídos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plântico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente. Símbolo: R;

IV. Espodossolos: Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A, ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade. Símbolo: E;

V. Gleissolos: Solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Não apresentam horizonte vértico ou horizonte B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. Horizonte plântico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo. Símbolo: G.

Na Figura 3.12 está apresentada a pedologia da RH-I.



Fonte: Ramos (2011).

Figura 3.12 - Pedologia da RH-I.

3.3.2. Aptidão e permeabilidade

Os solos presentes em maior proporção na RH-I, conforme a Figura 3.12 são os Cambissolos, Neossolos e Latossolos. Os Cambissolos são caracterizados por apresentarem, normalmente, baixa permeabilidade. Em áreas mais planas, os Cambissolos, especialmente os de maior fertilidade natural, argila de atividade baixa e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Em ambientes de relevos com maiores declividades, que podem ser encontrados na RH-I, os Cambissolos mais rasos apresentam significantes limitações para o uso agrícola, relacionadas à mecanização e à alta suscetibilidade aos processos erosivos.

Os Neossolos podem apresentar, tanto regiões de alta, quanto de baixa permeabilidade. Em áreas mais planas, os Neossolos, em especial os de maior fertilidade natural e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Para os solos de baixa fertilidade natural e também mais ácidos, é necessário o uso de adubação e de calagem para possibilitar seu uso. Os Neossolos de textura arenosa mostram-se com restrições de uso causadas pela dificuldade de retenção de umidade.



Os Latossolos são solos que apresentam alta permeabilidade. Tais solos podem ser utilizados para o desenvolvimento de culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento. Embora apresente alto potencial para agropecuária, parte de sua área deve ser mantida com reserva para proteção da biodiversidade desses ambientes (EMBRAPA, 2013).

Dessa maneira, conforme descrição apresentada no estudo Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Rio de Janeiro (EMBRAPA, 2000), a RH-I apresenta aptidões agrícolas, em geral, de classes baixas e muito baixas, e indica-se sua utilização para preservação de flora e fauna. As terras sem aptidão para uso agrícola apresentam limitações ao uso para essa finalidade devido, especialmente, à significativa susceptibilidade à erosão, inferida pela pouca espessura do horizonte B, condicionada principalmente pelo relevo movimentado, em geral montanhoso ou escarpado. Existem, ainda, algumas áreas adequadas para pastagem (CPRM, 2000).

3.4. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O clima predominante na RH-I é do tipo tropical quente e úmido, característico de regiões litorâneas entre os trópicos. Possui índice de precipitação relativamente elevado, apresentando médias entre 2.000 mm/ano e 3.000 mm/ano. As temperaturas apresentam bastante variação entre máximas e mínimas, com máximas médias anuais variando de 35°C a 40°C e mínimas médias anuais de 10°C a 15°C, variação influenciada pela variabilidade de altitudes. As temperaturas médias anuais se situam na faixa dos 20°C a 28°C (INMET, 2018).

O relevo acidentado da região exerce grande influência nas características climáticas regionais, contribuindo para altas variações locais de temperatura entre as localidades mais próximas do nível do mar e aquelas no alto da serra, além de serem responsáveis pela formação de chuvas orográficas, causadas pela obstrução das massas de ar que vem do mar. As declividades altas funcionam como “paredões”, que retêm a umidade que vem do oceano e provocam intensificação das chuvas, podendo causar grandes volumes de precipitação. Segundo Davis e Naghettini (2001) a Serra do Mar atua como barreira aos sistemas frontais e linhas de instabilidade, o que gera os altos índices de pluviosidade da região.

3.4.1. Estações de monitoramento

As estações de monitoramento disponíveis na RH-I foram obtidas das bases de dados do INMET (2018), para análise de temperaturas e medições de velocidade do vento, e do portal Hidroweb (ANA, 2018) para análise das precipitações.



O INMET possui duas estações na região da RH-I, uma localizada no município de Angra dos Reis, e a outra em Paraty. No Quadro 3.5 são apresentadas as informações básicas das estações, e na Figura 3.13 fotos das estações.

Quadro 3.5 - Estações do INMET localizadas na RH-I.

Município	Código da estação automática	Código OMM	Latitude	Longitude	Altitude
Paraty	A619	86913	23°13'S	44°43'W	4 m
Angra dos Reis	A628	83788	23°00'S	044°19'W	3 m

Fonte: INMET (2018).

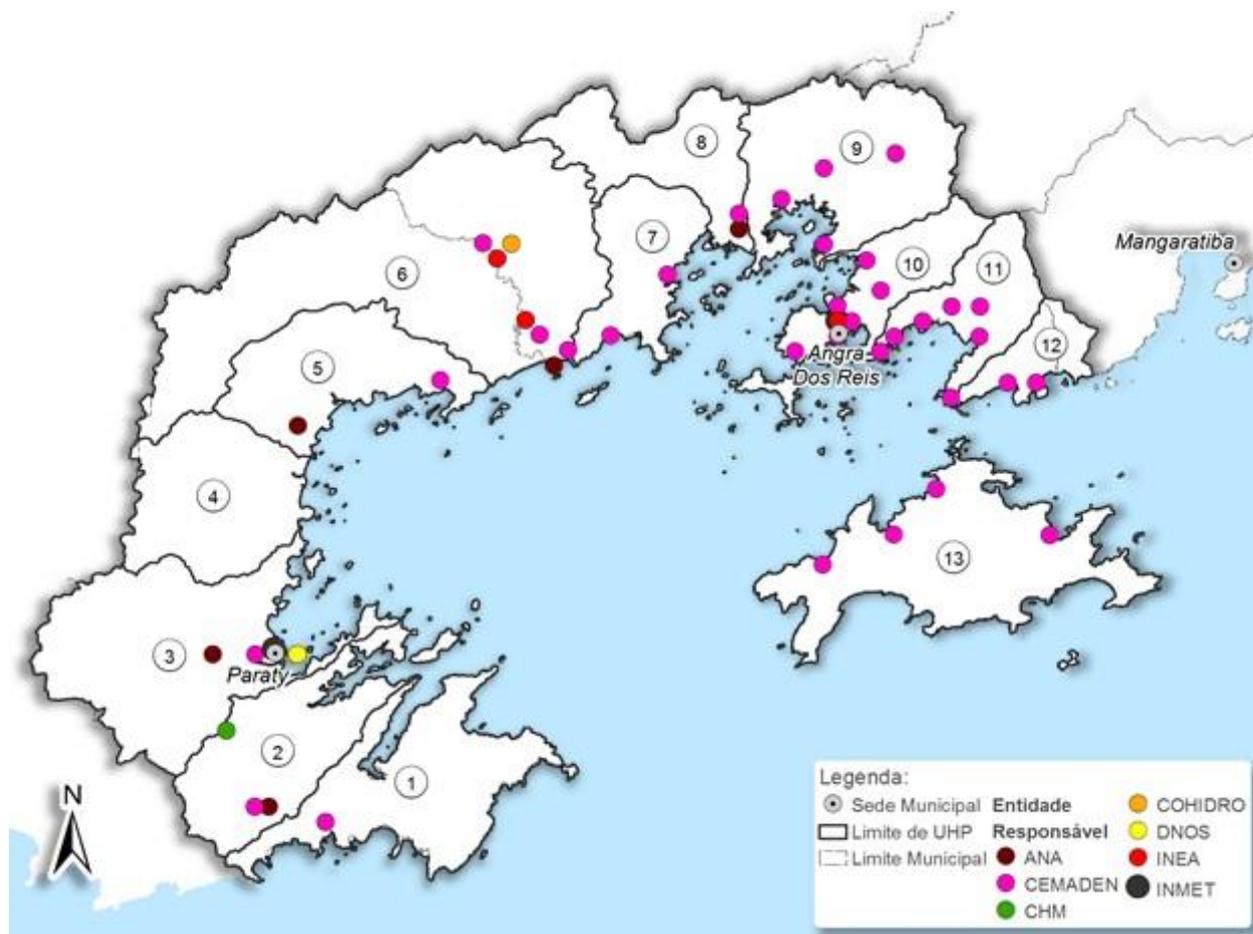


Fonte: INMET (2018).

Figura 3.13 - Estações automáticas do INMET localizadas em Angra dos Reis (à esquerda) e Paraty (à direita).

Além do INMET, a ANA, DNOS, COHIDRO, Inea, CEMADEN e Centro de Hidrografia Marinha (CHM) também possuem estações de monitoramento na RH-I, a maioria para monitoramento da precipitação, que constam na base de dados do Hidroweb.

Na Figura 3.14 está apresentada a localização espacial e os responsáveis pelas estações da bacia.



Fonte: ANA (2018) e INMET (2018).

Figura 3.14 - Estações de monitoramento de temperatura, velocidade do vento e/ou precipitação na RH-I com os responsáveis pela sua operação.

3.4.2. Temperatura

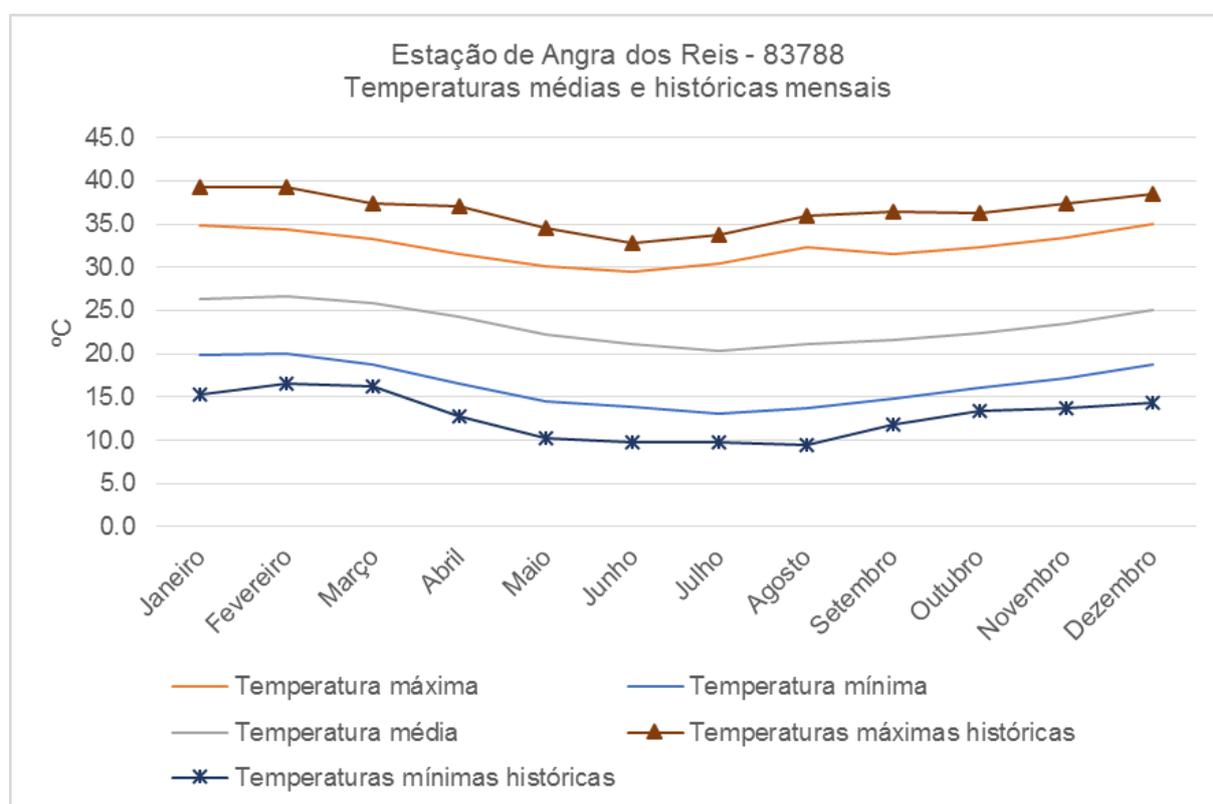
A RH-I possui um regime de temperaturas bastante afetado pelas variações bruscas de altitude da área, que variam do nível do mar até cerca de 1.000 m no alto da Serra do Mar, em distâncias horizontais de algumas dezenas de quilômetros. Segundo dados históricos obtidos das estações de monitoramento climático do INMET, no período de 1961 a 2015, as temperaturas médias variam de cerca de 18°C a 28°C, na maior parte do tempo se mantendo entre 22°C e 23°C. As temperaturas máximas médias variam de 28°C a 34°C, se mantendo em 34°C na maior parte do tempo, e as mínimas médias de cerca de 12°C a 20°C.

A cobertura vegetal abundante influencia na manutenção de temperaturas próximas da média, assim como a presença próxima do oceano. As temperaturas mais frias do ano são registradas no período de junho a setembro, e as mais altas de novembro a fevereiro, características típicas do clima tropical quente-úmido, predominante na região da RH-I.



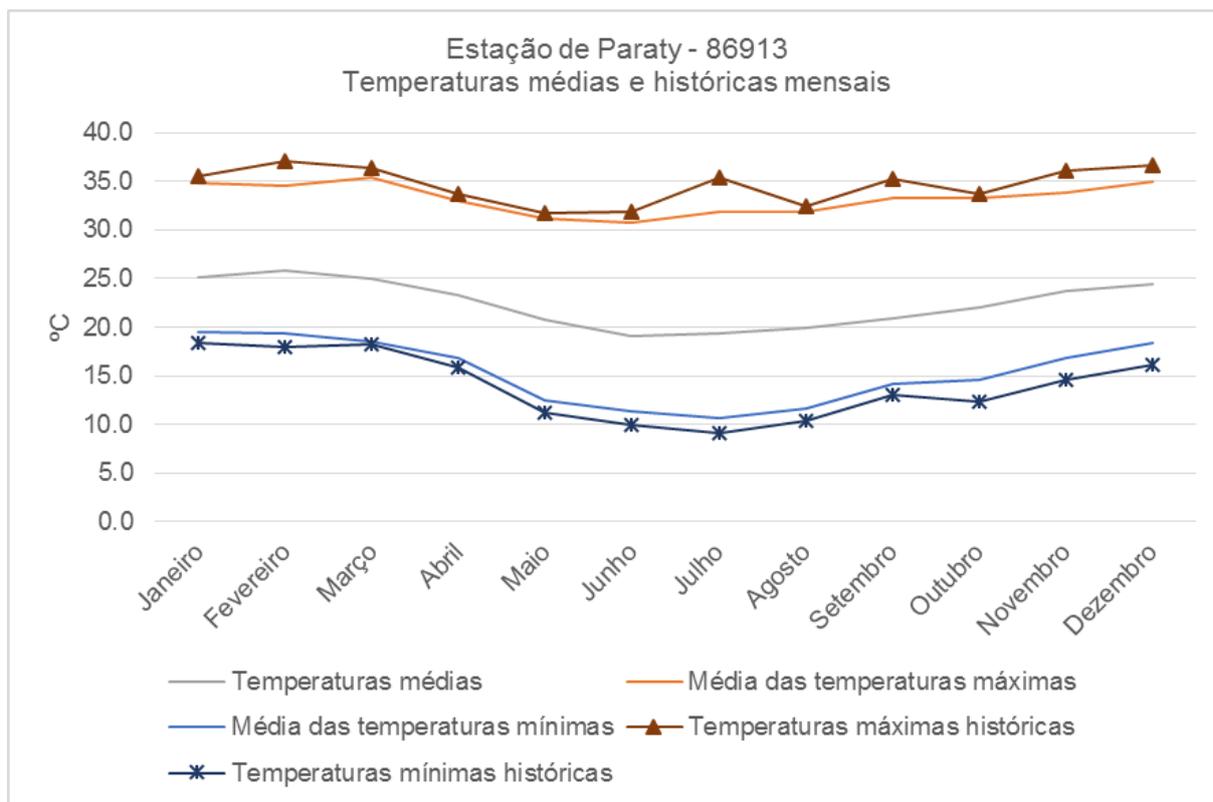
A análise das temperaturas foi feita com base em duas estações do INMET, uma localizada no município de Angra dos Reis (código OMM: 83788), e a outra no município de Paraty (código OMM: 86913). A estação de Angra dos Reis possui uma ótima disponibilidade de dados, que vai de 1961 a 2015, com alguns anos de falha de 1983 a 1986 e 1991 a 1998. A estação de Paraty é mais recente, com dados de 2007 a 2010, sem falhas. Foi realizada uma análise das temperaturas sazonais médias nos doze meses do ano, e em seguida são apresentados os dados históricos de temperatura.

Na Figura 3.15 e Figura 3.16 são apresentadas as temperaturas médias mensais (máximas, médias e mínimas) para as duas estações de monitoramento do INMET. São também apresentadas as vazões máximas e mínimas históricas de cada mês, mostrando a amplitude de temperaturas possíveis.



Fonte: INMET (2018).

Figura 3.15 - Temperaturas médias e históricas mensais (83788).

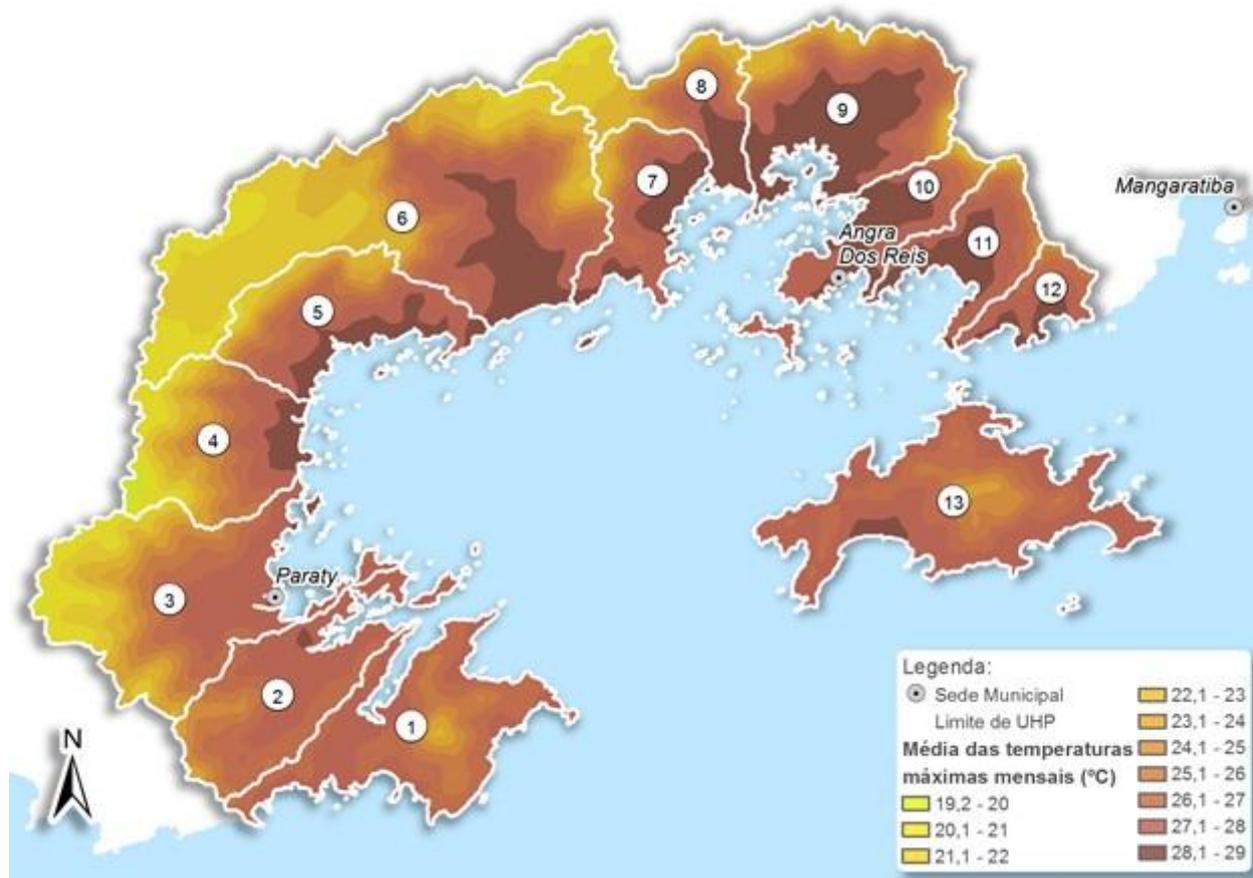


Fonte: INMET (2018).

Figura 3.16 - Temperaturas médias e históricas mensais (86913).

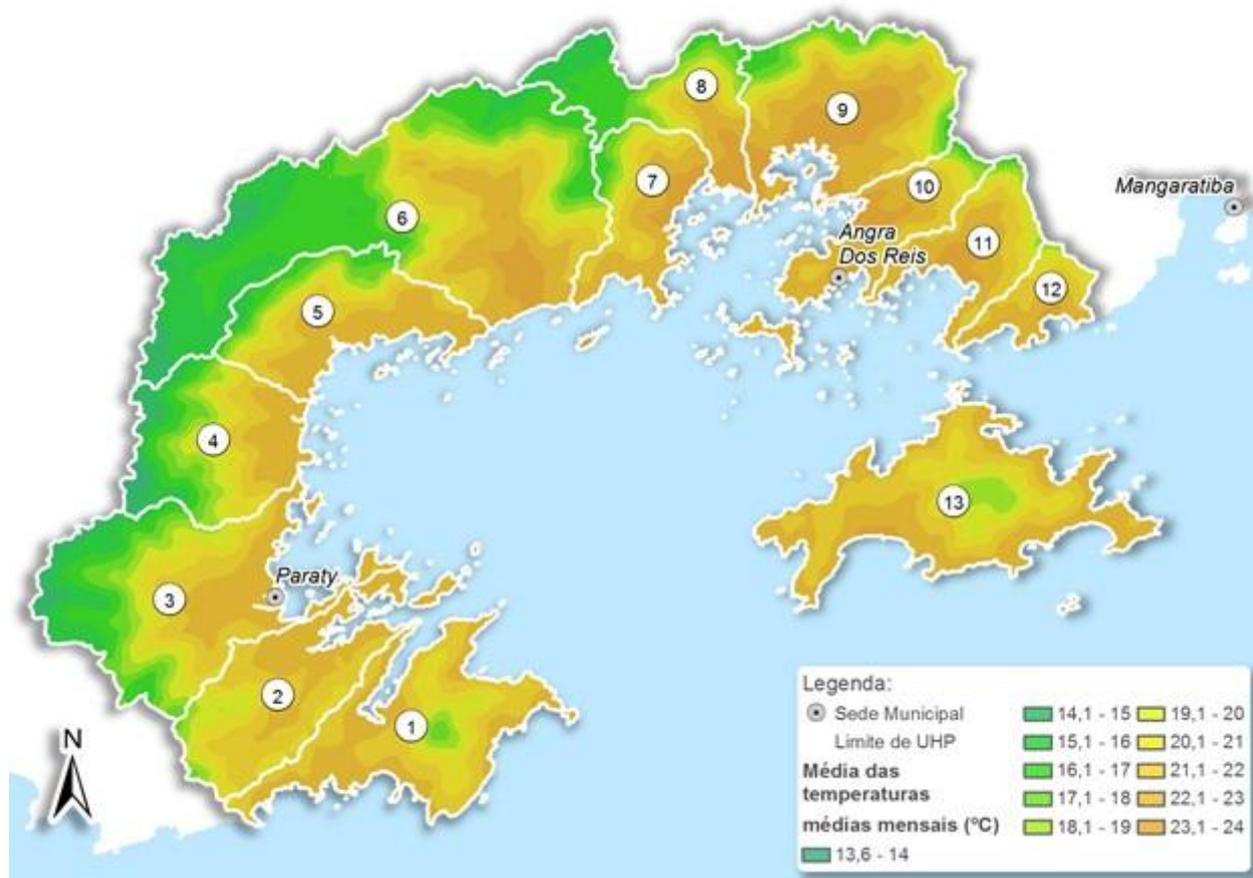
As temperaturas máximas mensais mais altas já registradas na RH-I foram de 39,3°C, no mês de fevereiro de 1978, na estação de Angra dos Reis; e 37,1°C, no mês de fevereiro de 2010, na estação de Paraty. A temperatura mínima mensal mais baixa já registrada foi de 9,4°C no mês de agosto de 1988 na estação de Angra dos Reis, e 9,1°C no mês de julho de 2007, na estação de Paraty.

Na Figura 3.17, Figura 3.18 e Figura 3.19 estão apresentadas as médias das temperaturas máximas, médias e mínimas, respectivamente, registradas na RH-I.



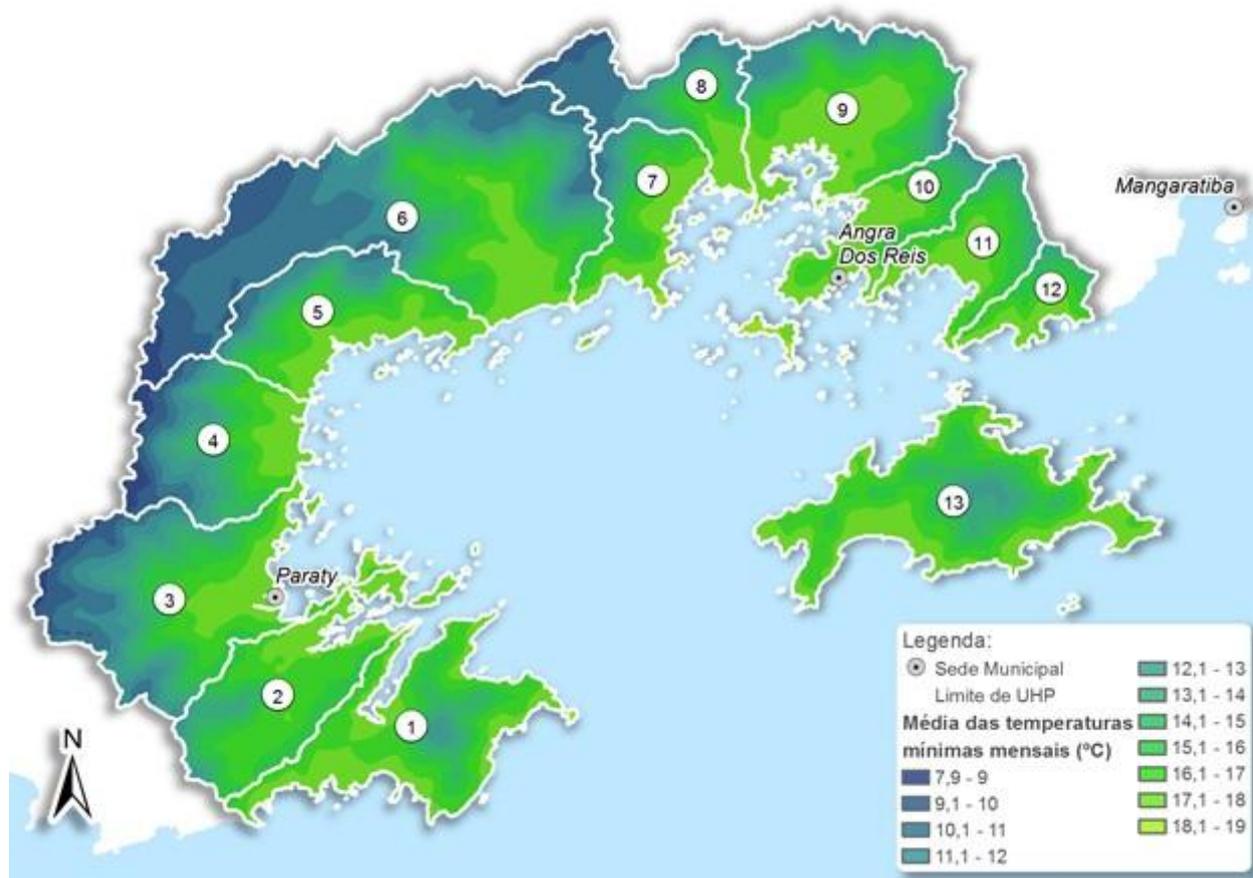
Fonte: Adaptado de WorldClim (2017).

Figura 3.17 - Temperaturas máximas na RH-I.



Fonte: Adaptado de WorldClim (2017).

Figura 3.18 - Temperaturas médias na RH-I.



Fonte: Adaptado de WorldClim (2017).

Figura 3.19 - Temperaturas mínimas na RH-I.

3.4.3. Precipitação

A análise da precipitação na região da RH-I foi realizada a partir das estações pluviométricas disponíveis no Hidroweb, apresentadas no Quadro 3.6, onde estão apresentadas as estações com dados para esse período, e a disponibilidade temporal dos dados históricos. Das 50 estações que constam na base de dados, 12 possuem dados históricos de precipitação. Foi analisado o período histórico de 1936 a 2017, e verificada a disponibilidade de dados nesse período.

A partir dos dados presentes nessas estações, serão apresentados os volumes acumulados de precipitação anuais, mensais e diários para as séries de dados disponíveis, bem como as médias mensais sazonais, calculadas a partir das médias mensais individuais de cada estação, apresentadas no Quadro 3.7.

De forma geral, pode ser observada uma redução nos índices de precipitação anual de oeste para leste, e das baixas altitudes para as altas altitudes, com médias da ordem de



2.400 mm/ano nas regiões de Paraty e Paraty-Mirim até 1.500 mm em alguns pontos do alto da serra, próximo à fronteira com SP, e na região mais continental de Angra dos Reis.

Quadro 3.6 - Estações pluviométricas com dados históricos disponíveis na RH-I.

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Período
2244028	Fazenda Fortaleza	Angra dos Reis	-22,96	-44,56	1936 a 1972 e 1978 a 1992
2244122	Fazenda Fortaleza	Angra dos Reis	-22,95	-44,55	1959 a 1960 e 1971 a 1972
2244149	Bracuí	Angra dos Reis	-22,94	-44,39	1990 a 2017*
2344006	Patrimônio	Paraty	-23,32	-44,72	1967 a 2017*
2344007	Parati	Paraty	-23,22	-44,76	1961 a 2017*
2344008	São Roque	Paraty	-23,07	-44,70	1967 a 2017*
2344013	Angra Dos Reis	Angra dos Reis	-23,00	-44,32	1961 a 1969, 1975 a 1983 e 1985 a 1990
2344016	Vila Mambucaba	Angra dos Reis	-23,03	-44,52	1982 a 2017*
2344019	Vila Pereque	Angra dos Reis	-23,00	-44,54	1995 a 2017*

Fonte: ANA (2018).

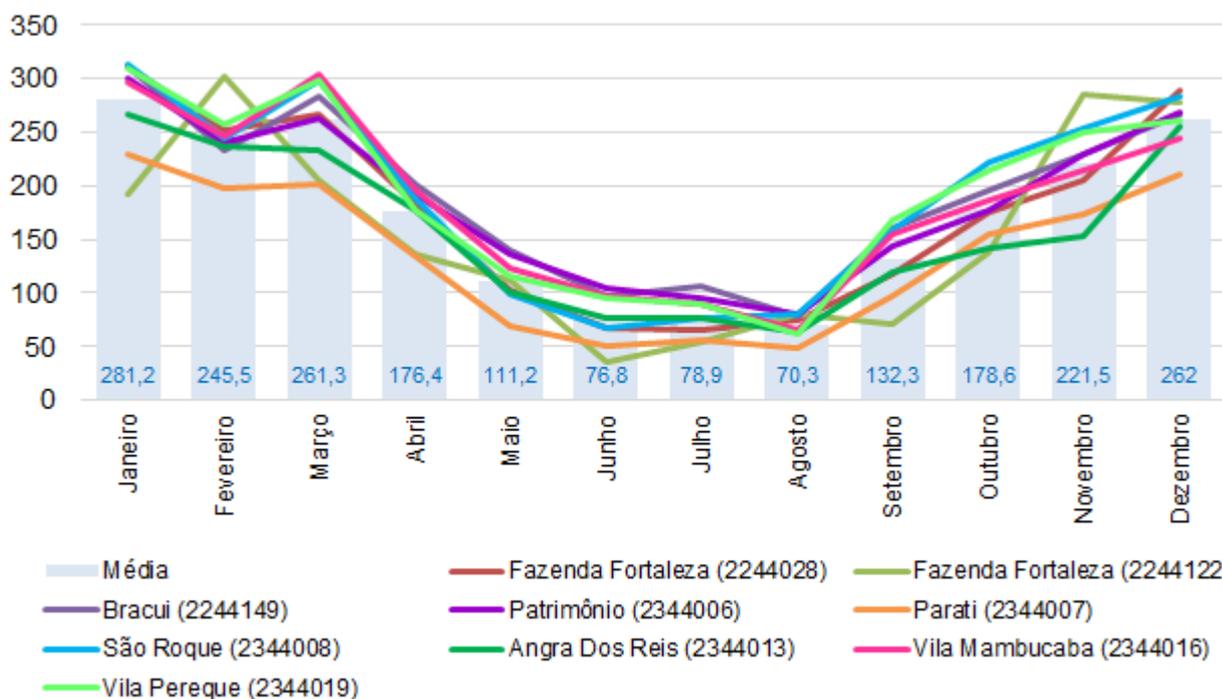
Nota: *O Relatório de Caracterização Física e Biótica (RD01) considera dados até o final de 2017, já que foi elaborado em sua primeira versão no início desse ano. Como o RD01 é utilizado para compor este relatório síntese, as estações que têm período de dados até 2017, estavam em funcionamento à época de aquisição das informações. Então, a série não se encerra necessariamente no ano de 2017, podendo apresentar dados para períodos posteriores.

Quadro 3.7 - Precipitações médias mensais nas estações da RH-I.

Mês	2244028	2244122	2244149	2344006	2344007	2344008	2344013	2344016	2344019	Média
Janeiro	311,0	191,6	312,3	300,7	229,8	312,9	267,5	295,6	309,4	281,2
Fevereiro	251,5	302,8	233,8	240,8	197,1	243,6	236,1	245,5	257,9	245,5
Março	266,1	205,3	282,9	262,9	200,8	298,2	232,3	303,7	299,2	261,3
Abril	182,7	135,7	200,9	192,7	135,1	189,3	177,9	195,2	177,6	176,4
Mai	103,6	111,3	140,2	135,6	69,9	99,7	101,6	122,8	116,3	111,2
Junho	66,7	36,4	96,8	104,2	51,3	68,0	76,3	96,6	94,9	76,8
Julho	65,3	55,0	105,9	94,7	55,2	76,7	77,3	90,3	90,0	78,9
Agosto	75,2	80,2	77,6	80,6	48,0	80,9	63,4	64,8	61,6	70,3
Setembro	118,2	70,5	160,0	144,3	97,7	158,4	118,9	154,5	168,1	132,3
Outubro	175,8	138,4	195,9	177,6	154,7	222,1	142,7	185,7	214,1	178,6
Novembro	204,4	284,8	229,9	229,5	172,9	254,4	152,2	214,6	250,4	221,5
Dezembro	289,1	277,7	266,9	267,9	211,1	284,0	255,0	245,1	261,6	262,0

Fonte: ANA (2018).

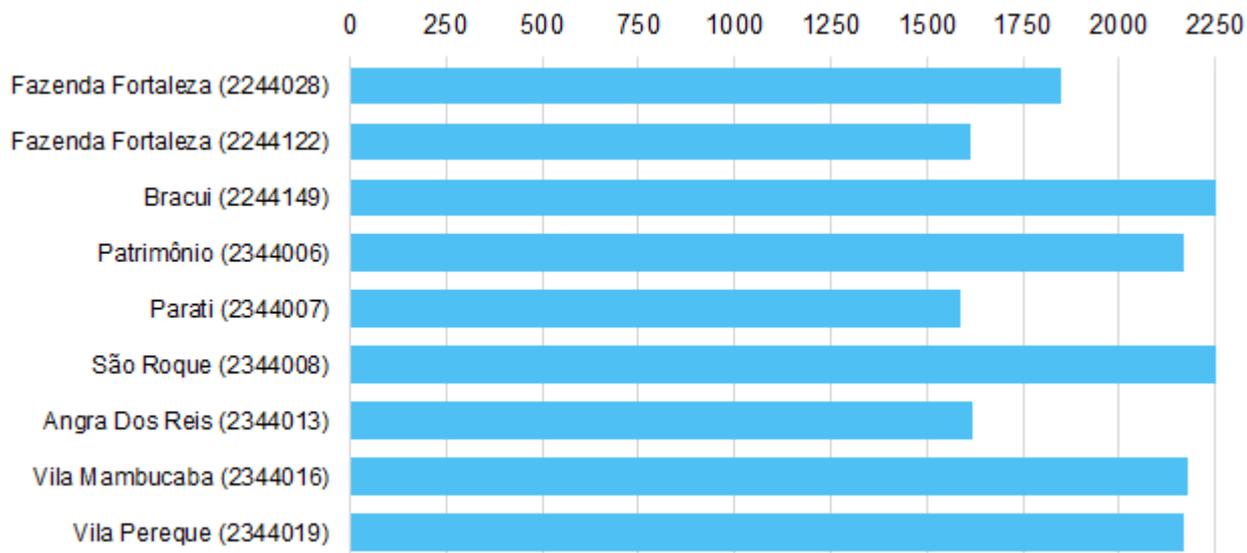
Os valores acumulados de precipitação média mensal indicam um regime de chuvas bem distribuído ao longo do ano (Figura 3.20), com uma estação úmida de outubro a março, e seca de abril a setembro. Os meses de junho, julho e agosto se destacam pelos menores índices de precipitação, com uma média de cerca de 75 mm mensais. Dezembro, janeiro, fevereiro e março são os meses mais úmidos, com índices pluviométricos médios de 245 a 280 mm/mês.



Fonte: ANA (2018).

Figura 3.20 - Precipitações médias mensais na RH-I.

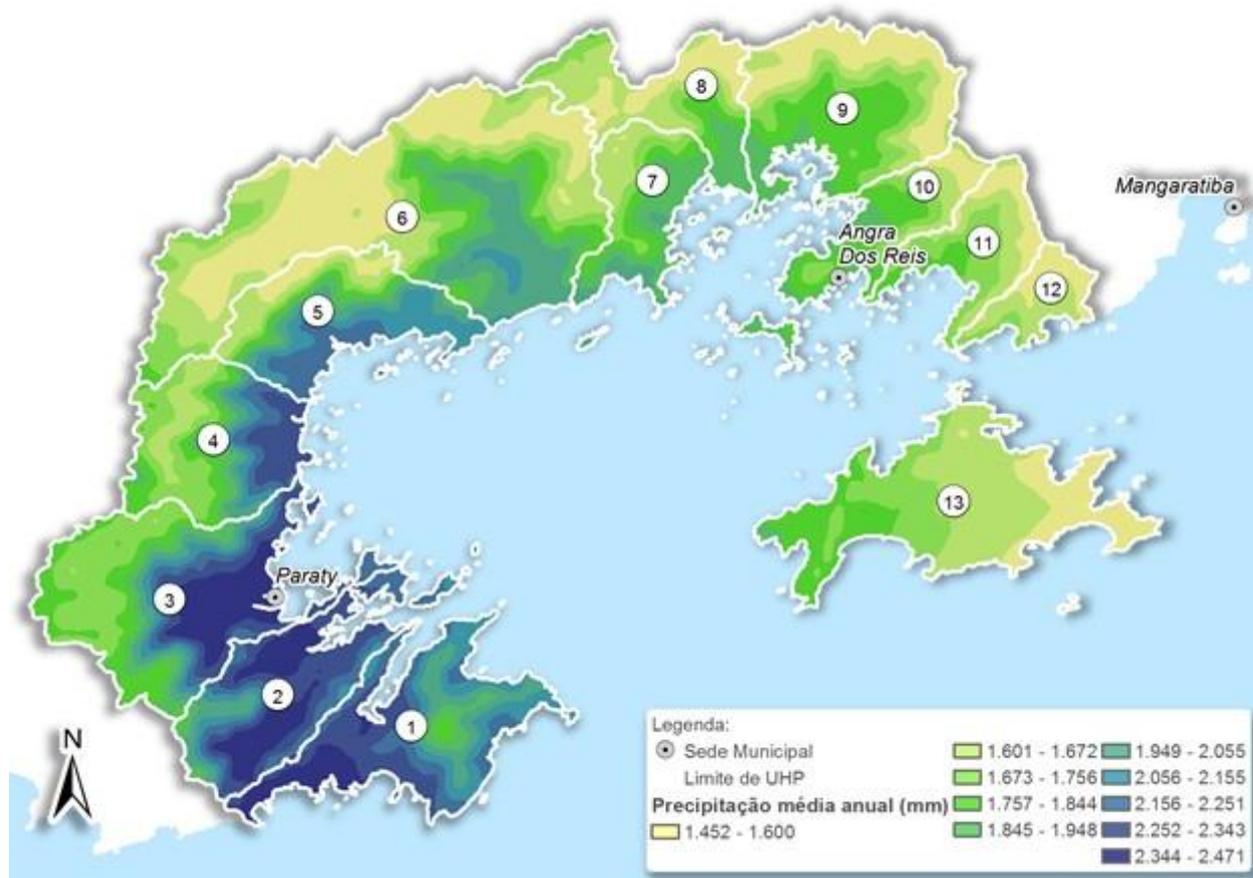
As médias anuais das estações variam de 1.585,33 mm/ano a 2.262,69 mm/ano (Figura 3.21), estando a média desses valores igual a 1.985,5 mm anuais.



Fonte: ANA (2018).

Figura 3.21 - Precipitações históricas médias anuais na RH-I.

Na Figura 3.22 estão apresentadas as precipitações médias anuais registradas na RH-I.



Fonte: Adaptado de WorldClim (2017).

Figura 3.22 - Valores médios de precipitação anual na RH-I.

3.4.4. Eventos extremos

No território brasileiro, uma parte significativa das ameaças naturais com risco de desastre está relacionada a fatores climáticos. Nos períodos chuvosos, geralmente, acontecem as inundações e os movimentos de massa, assim como, durante a seca aumentam os riscos de estiagem, secas hídricas e incêndios (CEMADEN, 2018).

Na RH-I, sobretudo em Angra dos Reis, alagamentos e deslizamentos são os eventos extremos de maior possibilidade de ocorrência, conforme o Mapa de Ameaças Múltiplas (Defesa Civil do Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2016). O deslizamento é um fenômeno de extrema importância, resultante da atuação de processos geomorfológicos nas mais diversas escalas temporais causando, geralmente, significantes prejuízos à sociedade. Dentre os diversos fatores que condicionam tal fenômeno, destacam-se os parâmetros morfológicos do terreno, os quais controlam diretamente o equilíbrio das forças e, indiretamente, a dinâmica hidrológica dos solos (FERNANDES *et al*, 2001). Outros fatores condicionantes dos deslizamentos estão relacionados



às variáveis climáticas (dinâmica pluvial e variações térmicas) (SOUZA, 2013) e aos tipos de relevo.

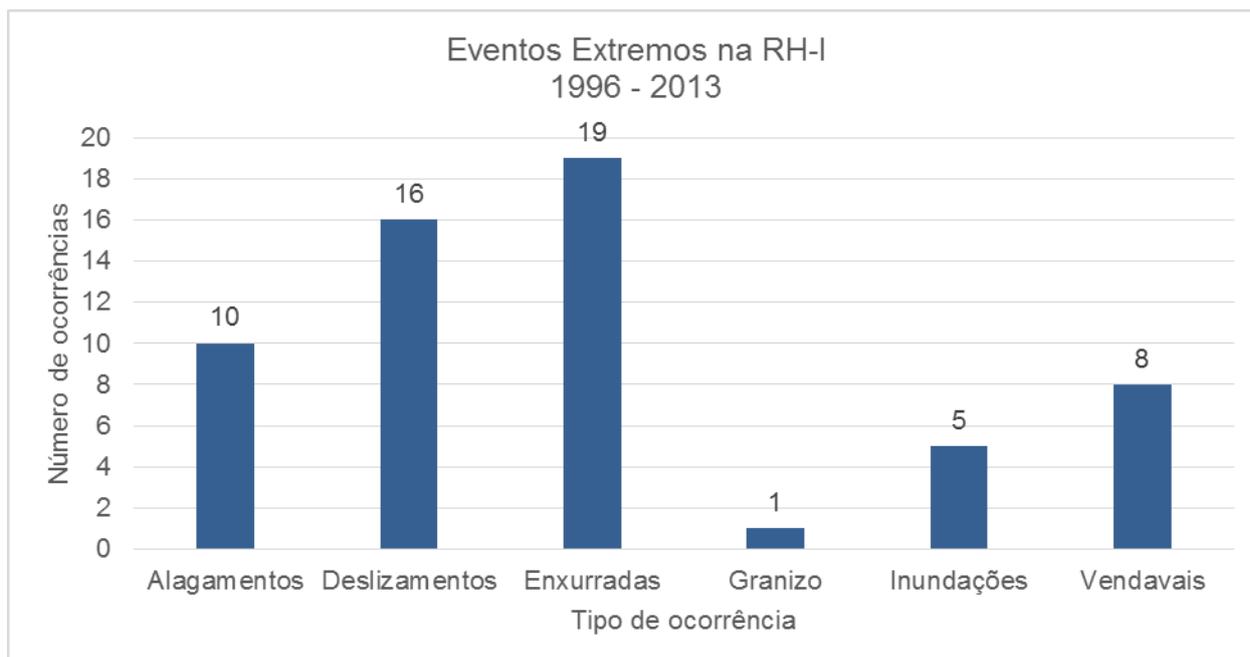
Por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID, que integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC, pode-se constatar a ocorrência de diversos eventos extremos entre os anos de 1996 e 2013 na RH-I, apresentados no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Eventos extremos ocorridos entre 1996 e 2013 na RH-I.

Eventos Extremos na RH-I de 1996 a 2013			
Ano	Desastre	Município	Número de ocorrências
1996	Enxurradas	Paraty	1
2002	Inundações	Angra dos Reis	2
		Paraty	1
2003	Deslizamentos	Mangaratiba	1
	Enxurradas	Angra Dos Reis	1
		Mangaratiba	1
2004	Enxurradas	Mangaratiba	1
2005	Deslizamentos	Mangaratiba	1
2006	Deslizamentos	Mangaratiba	1
	Granizo	Mangaratiba	1
	Vendavais	Mangaratiba	3
2007	Enxurradas	Mangaratiba	1
	Vendavais	Mangaratiba	1
2008	Deslizamentos	Mangaratiba	1
	Enxurradas	Mangaratiba	2
	Vendavais	Mangaratiba	1
2009	Deslizamentos	Mangaratiba	1
	Enxurradas	Mangaratiba	2
		Paraty	2
	Vendavais	Mangaratiba	1
2010	Alagamentos	Angra dos Reis	5
		Mangaratiba	1
	Deslizamentos	Angra dos Reis	7
		Paraty	1
	Enxurradas	Angra dos Reis	3
Paraty		1	
	Vendavais	Mangaratiba	2
2011	Alagamentos	Angra dos Reis	1
	Deslizamentos	Angra dos Reis	1
	Enxurradas	Mangaratiba	1
		Paraty	2
	Inundações	Angra dos Reis	1
2012	Inundações	Angra dos Reis	1
2013	Alagamentos	Angra dos Reis	3
	Deslizamentos	Angra dos Reis	2
	Enxurradas	Mangaratiba	1

Fonte: SEDEC (2018), UFSC (2013).

A Figura 3.23 reúne os eventos extremos ocorridos entre 1996 e 2013, de acordo com o S2ID, nos municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty.



Fonte: SEDEC (2018), UFSC (2013).

Figura 3.23 - Ocorrência de eventos extremos na RH-I.

As enxurradas e os deslizamentos são os principais desastres identificados entre 1996 e 2013 na RH-I, sendo que em torno de 47% das enxurradas aconteceram no município de Mangaratiba e 63% dos deslizamentos em Angra dos Reis.

Destaca-se o evento extremo ocorrido na região do município de Angra dos Reis, na virada do ano de 2009 para 2010, no qual aproximadamente 52 mortes foram registradas por conta de deslizamentos de terras que atingiram Ilha Grande (Figura 3.24) e o morro Carioca, na parte continental (Figura 3.25). Durante a ocorrência, foi registrado para as últimas 12 horas do dia 31 de dezembro de 2009 e as 12 primeiras horas do dia primeiro de janeiro de 2010, um valor aproximadamente de 142 mm de precipitação para a região de Angra dos Reis (REIS *et al.* 2011).



Fonte: O GLOBO (2010).

Figura 3.24 - Deslizamento de terra na Enseada do Bananal, na porção norte de Ilha Grande.



Fonte: O GLOBO (2010).

Figura 3.25 - Deslizamento de terra em parte do Morro do Carioca, Angra dos Reis.

3.5. CARACTERIZAÇÃO DA INFLUÊNCIA MARINHA

A Baía da Ilha Grande está inserida na Região Hidrográfica I - Baía de Ilha Grande (RH-I) que abrange uma área total de 2.282,46 km². A baía representa importante papel na hidrologia da RH-I, uma vez que a geomorfologia existente na bacia, onde a escarpa da Serra do Mar



mergulha abruptamente no oceano, faz com que os principais cursos d'água afluam diretamente na RH-I, os quais, por possuírem pequena área de drenagem, apresentam pequena vazão média (MMA e IBAMA, 2006). Isto somado à brusca variação sazonal entre verão (estação chuvosa) e inverno (estação seca) na vazão desses cursos acaba por influenciar quali-quantitativamente a circulação da água na área de estudo, em especial nas áreas estuarinas.

Apesar de sua localização entre duas das maiores metrópoles do Brasil, ainda existem lacunas de informação sobre a caracterização das águas marinhas e estuarinas da RH-I. De acordo com MMA e SBF (2007), os poucos estudos existentes são pontuais e há uma lacuna de informações relativas à dinâmica temporal ou variação espacial de parâmetros físicos e químicos deste corpo d'água. Todavia, dentre os estudos existentes destacam-se os estudos: “Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande” (INEA, 2015a) e “Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande” (MMA e SBF, 2007) seja pela abordagem interdisciplinar seja pelo nível de aprofundamento destes estudos.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a caracterização geral, a partir de dados secundários, da área sob influência marinha na RH-I com foco, sempre que possível e/ou pertinente, nas áreas estuarinas. No Quadro 3.9 estão resumidas as características ambientais da Baía da Ilha Grande.

Quadro 3.9 - Síntese informativa do ecossistema marinho da Baía da Ilha Grande.

Origem e Formação	
Formada na última regressão do nível do mar, há cerca de 9.000 anos.	
Dimensões Geográficas	
Superfície total:	1.728 km ²
Superfície do espelho de água:	1.525 km ²
Superfície das Ilhas:	203 km ²
Extensão total do litoral:	757 km
Extensão do litoral continental:	401 km da ponta de Trindade (divisa RJ/SP), até Rochedo (entre Garatuaia e Conceição de Jacareí). O litoral de Angra dos Reis tem 174 km, enquanto o de Paraty tem 227 km.
Extensão do litoral insular:	356 km
Maior distância norte-sul:	23,4 km
Maior distância Leste-Oeste:	18 km
Ponto no extremo norte:	Baía da Ribeira (foz do rio Ariró)
Ponto do extremo sul:	Ponta Negra
Ponto no extremo leste:	Ponta dos Castelhanos (Ilha Grande)
Ponto no extremo oeste:	Baía de Paraty
Recursos Naturais	
Recursos naturais:	Água, paisagens emersas e submersas, manguezais, costões rochosos, ilhas, praias, algas, peixes, camarões, ostras, lulas, polvos e mexilhões.



Morfologia e Sedimentos	
Feições gerais:	Litoral continental e insular extremamente recortado, formando diversas enseadas e sacos separados por pontas.
Pontas:	Acima de uma centena, destacando-se Trindade, Negra, Juatinga, Grossa de Paraty, Cajaíba, Pasto, Leste e do Gambelo no continente e as pontas Grossa, dos Meros, Lopes Mendes e Tucunduba na Ilha Grande.
Praias continentais e insulares:	Não há inventários. Estima-se em mais de 200 praias, posto que só a Ilha Grande conta com mais de 100.
Ilhas:	237 ilhas, ilhotes, lajes e parcéis. Maiores ilhas: Grande, Gipóia, Algodão, Araújo e Sandri, seguidas de Cunhambembe, Araraquara, Cedro, Meros, Jorge Grego, Paquetá, dos Porcos Grandes, Cedro, Mantimento, Cairucú, das Pedras e Macacos.
Sacos e enseadas:	Diversas enseadas, angras, sacos ou reentrâncias das mais variadas formas e tamanhos. As principais são conhecidas como baía de Jacuecanga, Angra dos Reis, da Ribeira e de Paraty; enseadas de Paraty-Mirim, Ariró e do Pouso e os sacos de Mamanguá, da Barra Grande e do Céu.
Costões rochosos:	Presentes no litoral continental e em todas as ilhas. Têm formato de rampa ou de lajes e podem chegar a 20 m de profundidade ou mais.
Sedimentos:	Predominam bancos de areia fina, seguidos de areias grossa e de lama, estes na periferia norte da Ilha Grande e em algumas enseadas.

Águas	
Comunicação com o mar aberto:	Através de duas barras: leste, com 12 km (entre a Ilha Grande e o Morro da Marambaia), e oeste, com 17 km (entre as pontas da Juatinga e dos Meros).
Hidrodinamismo:	Em geral, águas calmas e abrigadas. Ondulações são sentidas em algumas áreas. O vento Sudoeste é o principal responsável pela formação de fortes ondulações, comuns no período de outono/inverno.
Profundidades:	10 m a 30 m
Profundidade máxima	40 m
Maré:	Do tipo semi-diurno, com desigualdade diurna, apresentando-se assim com duas preamares e duas baixa-mares de diferentes alturas, com amplitudes médias de maré de sizígia variando em torno de 100,8 a 107,0 cm.
Canais de navegação:	Canais artificiais de acesso ao TEBIG/PETROBRAS, estaleiro BrasFels e Porto de Sepetiba.
Temperatura:	Entre 14 °C e 30 °C dependendo da época do ano e da profundidade.
Salinidade:	Entre 33,4 e 36,1 na superfície e no fundo.
Tonalidade:	Verdes e transparentes.
Visibilidade:	Entre 4 e 20 metros, sendo em média de 12 metros.

Biodiversidade	
Principais biótopos:	Praias arenosas, costões e lajes rochosas, manguezais e pequenos estuários. Grande quantidade de ilhas.
Biodiversidade:	Milhares de espécies de invertebrados e mais de uma centena de algas, mais de 150 espécies de peixes, além de 5 espécies de tartarugas, dezenas de aves aquáticas e cerca de 13 espécies de baleias e golfinhos. Estudo recente da UERJ (<i>Biodiversidade Marinha da Baía de Ilha Grande</i>) registrou 889 espécies de macroalgas marinhas, echinodermata, cnidaria; mollusca, annelida polychaeta e crustacea, sendo estes três últimos somente em substrato não consolidado. Foram encontradas 20 espécies novas para a ciência, 21 novas ocorrências para o Brasil, 206 para o estado do Rio de Janeiro e 241 para a baía em si.
Espécies invasoras:	Dois espécies de corais, <i>Tubastraea coccinea</i> e <i>Tubastraea tagusensis</i> habitando costões rochosos, a macroalga <i>Caulerpa scalpelliformis</i> , o siri <i>Charybdis hellerii</i> e o camarão-tigre-gigante <i>Penaeus monodon</i> .
Áreas de reprodução de espécies de interesse comercial:	O saco de Mamanguá, a enseada de Paraty-Mirim e as baías de Paraty e Ribeira são criadouros naturais de inúmeras espécies marinhas de interesse econômico, como o camarão-branco, camarão sete-barbas e o robalo.



Manguezais:	Apresenta manguezais tanto na orla continental quanto na insular. Os maiores são: Monsuaba, Jacuecanga, Praia da Chácara, Retiro, Japuiba, Gamboa, Pontal, Ariró-Jurumirim, Itanema, Bracuí/Cansado, Saco do Bracuí, Ponta do Quitumba: Mambucaba, Saco Grande, Mangue do Tu, Jabaguara, Terra Nova, Ilha das Cobras, Boa Vista, Paraty-Mirim, Saco Grande e Saco do Fundão, Caetana/Meros/Turvos/Itatinga, Mamanguá e praias do Sul e do Leste. Nos últimos 30 anos, os manguezais no município de Angra dos Reis foram reduzidos a 60%, havendo uma perda estimada em 2.000 ha.
Usos e Empreendimentos	
Principais tipos de usos:	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat de milhares de espécies nativas; • Banho, recreação e natação nas praias; • Esportes de praia; • Surfe; • Iatismo e lazer náutico (embarcações à vela e motor e caiaques); • Passeio de escunas; • Mergulhos contemplativos; • Pesca artesanal de linha e rede, industrial (arrasto, cerco e espinhel), amadora (embarcada ou na praia) e submarina; • Coleta de invertebrados em manguezais e costões rochosos (mexilhões, ostras); • Coleta de peixes e invertebrados para o comércio de aquariofilia; • Coleta de conchas e demais invertebrados para artesanato e venda como objeto de decoração • Maricultura (produção de mexilhão <i>Perna-perna</i>, vieira <i>Nodipecten nodosus</i> e do peixe beijupirá <i>Rachycentron canadum</i>); • Transporte interno de passageiros • Infraestrutura portuária para navegação oceânica; • Suprimento de água para refrigeração industrial (Usina Nuclear), para os navios e atividades de suporte a indústria off-shore.
Principais empreendimentos:	<ul style="list-style-type: none"> • Porto de Angra dos Reis; • Terminal de Angra dos Reis - TEBIG; • Central Nuclear de Angra dos Reis (Usinas Termonucleares de Angra I e II, com 626 MW e 1.245 MW de potência); • Estaleiro BrasFels; • Marinas, condomínios e complexos hoteleiros; • BR-101.
Principais impactos:	Eutrofização, poluição por óleo, redução do espelho de água, alteração hidrodinâmica e de movimentação de sedimentos, assoreamento, redução de biodiversidade marinha, redução dos estoques de peixes e camarões, perda de oportunidades de geração de empregos e renda

Fonte: Modificado de INEA (2011), INEA (2015).

3.5.1. Circulação

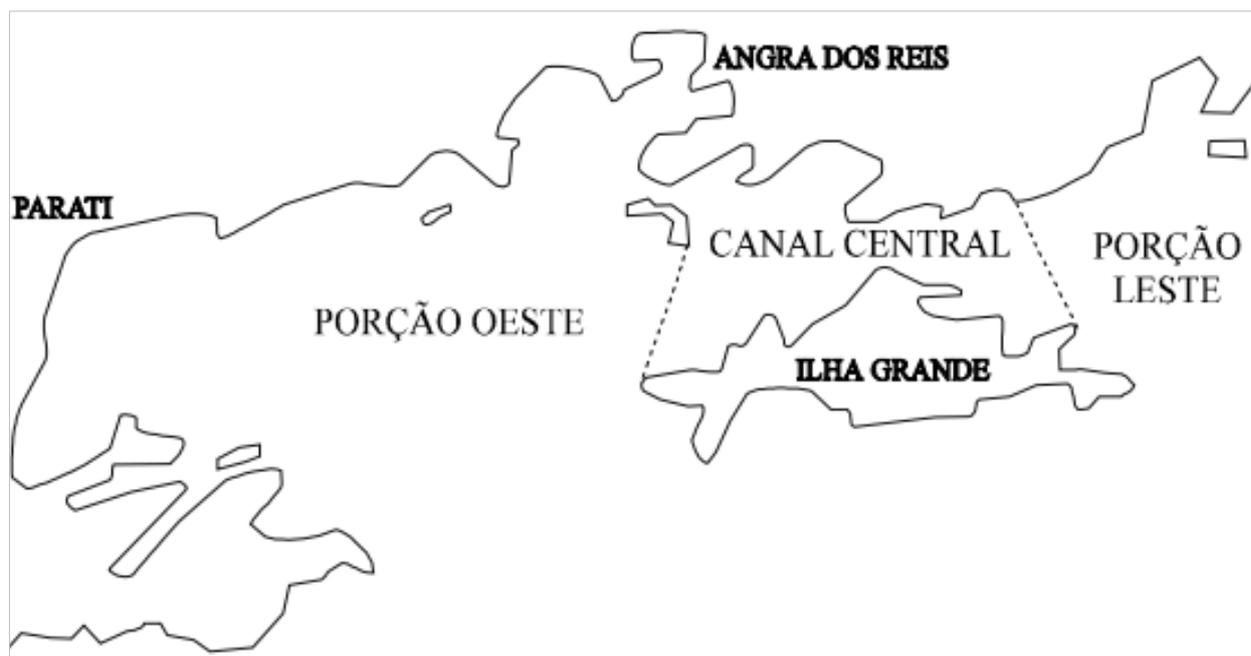
A Baía da Ilha Grande é um corpo d'água marinho semi-confinado pela presença da Ilha Grande, separada do continente por um estreito associado a uma grande depressão batimétrica, conhecido como Canal Central (INEA, 2015a). A combinação da Baía de Ilha Grande e da Baía de Sepetiba forma um complexo sistema estuarino parcialmente misturado. A Baía de Sepetiba é um conjunto estuarino conectado à baía de Ilha Grande por seu lado leste, e fornece a maior parte da água fresca na região. A RH-I apresenta uma batimetria pouco variável, com profundidades entre 30-40 m nas barras, sendo que as linhas batimétricas apresentam um suave gradiente até o continente (1:800).

Fisiograficamente a RH-I pode ser subdividida em (i) Porção Oeste, (ii) Canal Central e (iii) Porção Leste (MMA e IBAMA, 2006). A comunicação da baía com o oceano é realizada por meio de duas barras: a barra leste (próxima à Baía de Sepetiba) e a barra oeste (entre as Pontas da Juatinga e dos Meros). Na Figura 3.26 estão resumidas estas subdivisões.

A existência de dois canais de comunicação com o oceano faz com que o litoral sul da Ilha Grande e as áreas expostas pelas barras sofram ação direta das ondulações do quadrante sul, enquanto o litoral interno forma um ambiente de baixa energia (MMA e SBF, 2007).



Além disso, os canais fazem com que as correntes de maré sejam mais fracas nos setores mais internos da baía, uma vez que estas adentrariam a baía da Ilha Grande tanto pelo lado oeste quanto pelo lado leste, antes da preamar, gerando velocidades de poucos cm/s. Como resultado, o tempo de residência apresenta-se bem maior no fundo do sistema de baías, próximo ao continente, mesmo sob o efeito das marés meteorológicas. Próximo aos canais de comunicação com o oceano os fluxos de maré são mais intensos e alternantes, atingindo velocidades de 50 a 75 cm/s (MMA e IBAMA, 2006).



Fonte: Mahiques (1987) *apud* MMA e IBAMA (2006).

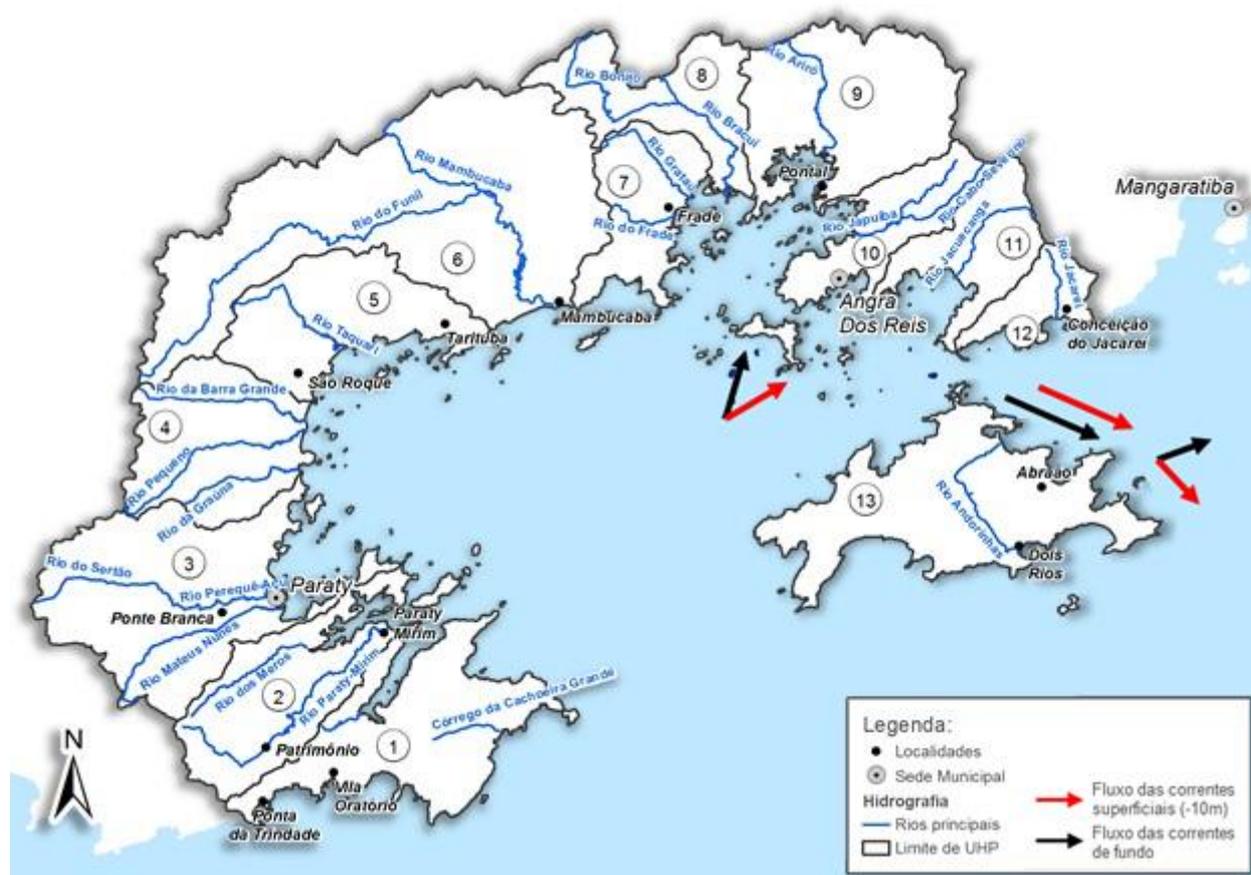
Figura 3.26 - Divisão fisiográfica da RH-I.

As características fisiográficas supracitadas fazem com que as correntes marinhas na RH-I sejam influenciadas por diferentes forçantes, que atuam sobre um complexo sistema de baías menores, são elas: maré, convecção gravitacional (decorrente tanto do gradiente na densidade da água dos rios e do oceano em zonas estuarinas e da mistura causada pelas marés) e regime de ventos na região (SIGNORINI, 1980).

As baías de Sepetiba e Ilha Grande apresentam comportamento hidrodinâmico bastante distinto, o mesmo acontecendo com suas características hidrográficas. A baía de Sepetiba é fortemente influenciada pela descarga de água doce proveniente de canais e rios e além disso, a troca de águas com o oceano adjacente é dificultada pela barreira formada por uma grande restinga, a Restinga da Marambaia. Todavia, a baía da Ilha Grande por ser mais profunda e por apresentar uma abertura mais franca para o oceano, sofre maior influência de águas da Plataforma, mais frias e salgadas (FRAGOSO e LORENZZETTI, 1999).



Os estudos realizados por Ikeda e Steveson (1980) mostraram que junto ao fundo da baía da Ilha Grande existe uma significativa circulação no sentido horário, de oeste para o leste, e, então, de volta ao mar aberto através da Barra Leste. Já nos 10 m superiores da coluna d'água, a água flui para o centro da Baía no lado leste do canal central, e, junto à Barra Leste, flui para nordeste, em direção à Restinga de Marambaia, como pode ser observado na Figura 3.27.



Fonte: Adaptado de MMA e SBF (2007).

Figura 3.27 - Fluxos de água na Baía da Ilha Grande, RJ.

As setas em preto indicam o sentido do fluxo das correntes superficiais (-10 m) e as setas em vermelho das correntes de fundo. As águas entrariam na baía da Ilha Grande pelo lado oeste, fluindo pelo canal central (entre o norte da Ilha Grande e o continente), misturando-se com as águas menos salinas da baía de Sepetiba a leste, e sendo, posteriormente, desviadas para o oceano (MMA e IBAMA, 2006). Segundo Signorini (1980), este fluxo quase permanente ocuparia os primeiros 10 m da coluna d'água, ocorrendo pelos dois lados da Ilha Grande, com velocidades de 8,8 cm/s para oeste, em direção ao interior da baía, e de 7,2 cm/s para leste, em direção à restinga da Marambaia. No estreito leste este fluxo inverteria seu sentido nas camadas de fundo.



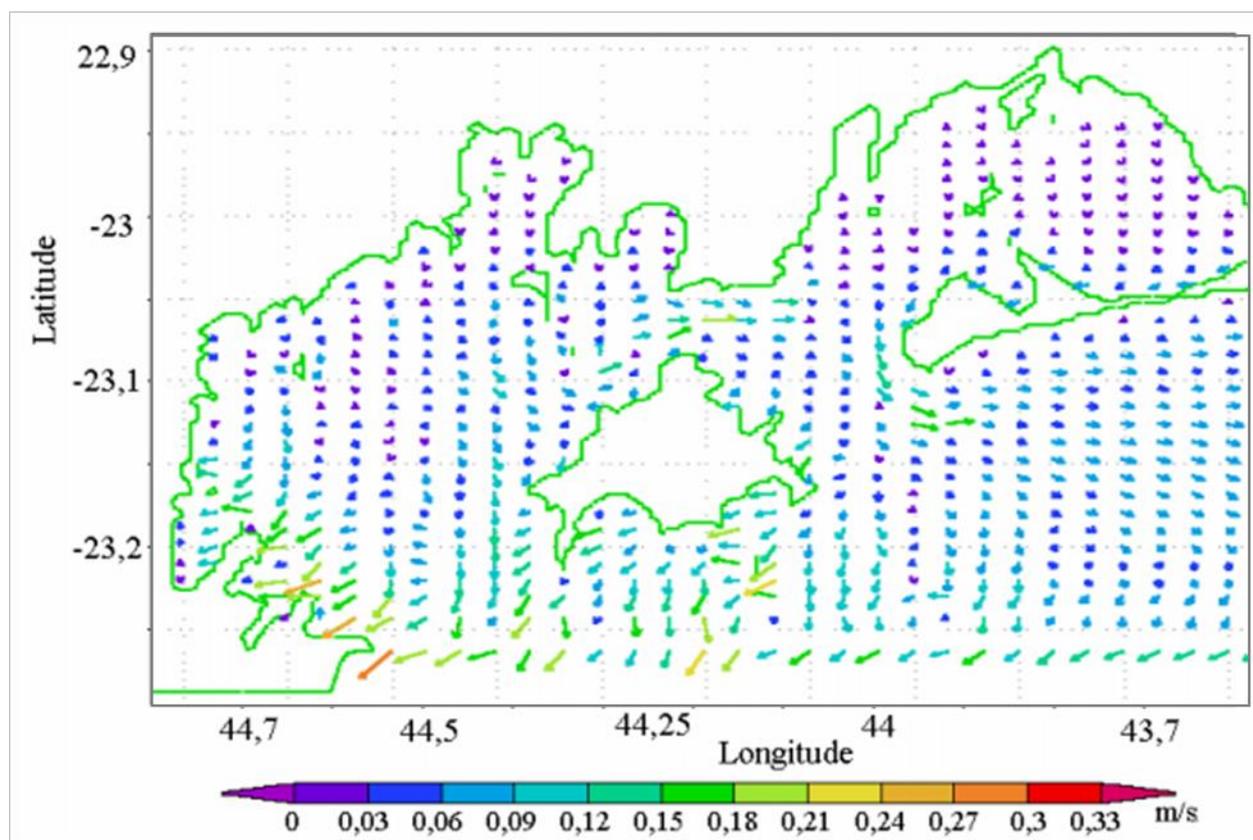
Haveria também fluxos de retorno e de saída de água, em direção ao oceano no setor oeste da Baía da Ilha Grande.

A RH-I tem uma fraca circulação devido à maré sobreposta por um fluxo quase-estacionário, induzido pelos diferentes gradientes de densidade d'água. As águas fluem em direção leste (águas oriundas da plataforma continental, mais frias e salinas) e na direção contrária, para fora da Baía de Sepetiba (águas quentes e menos salinas) (MMA e SBF, 2007).

Pode-se afirmar que o fluxo das correntes marítimas na RH-I já é bem conhecido, Fragoso e Lorenzetti (1999), após extenso levantamento bibliográfico, concluem que:

- As Baías da Ilha Grande e de Sepetiba formam um complexo sistema estuarino em que as forçantes de maré, vento e gradiente de densidade, têm relevância em diferentes escalas na geração da circulação deste sistema;
- A Baía da Ilha Grande possui maiores salinidades em função da sua maior troca de águas com o oceano e da maior profundidade, sua circulação não é fortemente influenciada pela maré, nem pelos ventos locais. Já a Baía de Sepetiba possui águas menos densas do que a da Ilha Grande e tem a circulação gerada principalmente pela maré;
- Existe um fluxo unidirecional no canal, entre a Ilha Grande e o continente, cuja forçante foi atribuída, por alguns autores, ao gradiente horizontal de pressão, causado pela diferença de densidade entre as águas das duas baías. Supõe-se ainda, que esta corrente faça parte de uma circulação com sentido horário ao redor da Ilha Grande;
- Os ventos predominantes na região são os de quadrante sul, sendo os ventos de quadrante norte menos frequentes e efetivos.

Ainda de acordo com Fragoso e Lorenzetti (1999), cujo estudo compreendeu a modelagem numérica da circulação marinha, nas Baías da Ilha Grande e de Sepetiba, a circulação gerada pela maré é bem mais intensa na Baía de Sepetiba do que na da Ilha Grande. Já na Baía de Sepetiba, existe uma defasagem da onda de maré entre a entrada e o fundo da Baía, o que gera acentuados gradientes de densidade existentes na região, o vento que atua sobre a Plataforma Continental adjacente pode exercer papel importante nas correntes do interior das Baías. Na Figura 3.28 estão apresentadas estas correntes, onde a graduação de cores indica a velocidade, em m/s, e a seta indica a direção.



Fonte: Fragoso e Lorenzetti (1999).

Figura 3.28 - Campo de velocidades de corrente obtido após estabilização do modelo.

3.5.2. Regime de ondas e marés

De acordo com MMA e IBAMA (2006), as ondas na baía da Ilha Grande podem ser geradas por ventos locais ou oriundas de águas profundas. No primeiro caso, há de se considerar, na formação dessa modalidade de ondas, a extensão da superfície d'água sobre a qual o vento pode atuar ("pista"), além da própria intensidade do vento e sua duração. Assim, no interior da baía as maiores "pistas" se dispõem aproximadamente na direção Leste-Oeste, o que é indício da direção das maiores ondas geradas localmente. As maiores ondas que ocorrem na baía, contudo, são aquelas geradas a milhares de quilômetros da costa, em águas profundas, e que ao longo do seu rumo à baía de Ilha Grande vêm sentindo as influências do fundo e dos obstáculos naturais como as ilhas, parcéis, etc.

No entanto, parte dessas ondas é barrada pela entrada oeste da baía da Ilha Grande, definida pela ponta de Juatinga e a ilha Grande, desta forma, as ondas vindas de leste e oeste são totalmente barradas; as ondas de sudoeste são parcialmente barradas; enquanto a penetração das ondas do setor sul-sudoeste é facilitada. Na porção leste, as ondas oceânicas de sul-sudeste penetram pela passagem existente entre a ilha Grande e a ilha da Marambaia, atingindo todo o litoral a oeste da ilha Guaíba (INEA, 2015).



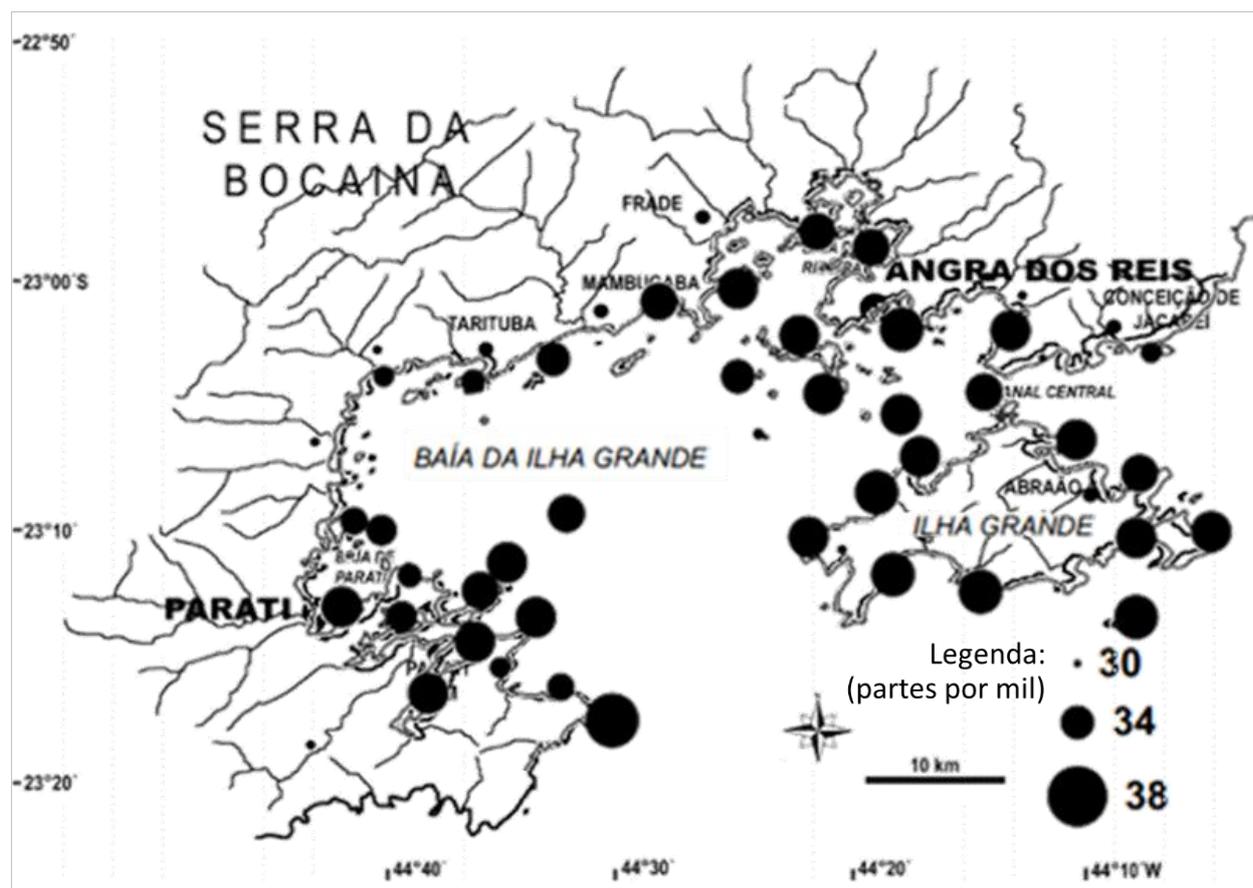
O regime de ondas observado na RH-I resulta da ação de ventos locais, combinada à contribuição de ondas oceânicas que atingem a baía. Os ventos de nordeste, associados ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), originam ondas de leste e nordeste, que atingem o sistema de baías durante grande parte do ano. Durante o inverno, o sistema é exposto às ondulações dos quadrantes sul (sudoeste - sul - sudeste), associadas a ventos de sudoeste derivados de ciclones extratropicais, originados no extremo sul do oceano Atlântico. Os ventos associados a estes sistemas apresentam velocidades superiores a 18 m/s, gerando ondas que atingem 5 m a 6 m de altura significativa em mar aberto (MMA e IBAMA, 2006).

O sistema Baía da Ilha Grande/Baía de Sepetiba é sujeito a um regime de marés do tipo semi-diurno, com desigualdade diurna, e apresenta dois ciclos de preamar/baixa-mar consecutivos a cada período de 48 horas, com intervalos de aproximadamente 12 horas, e elevações de maré diferenciadas entre os ciclos. As amplitudes máximas assumem valores próximos a 0,6 m, durante marés de sizígia, variando de 0,1 m a 0,2 m em marés de quadratura, podendo atingir valor zero em alguns dias do ano (MMA e IBAMA, 2006). Nas maiores marés de sizígia o mar avança sobre determinados bairros, influenciando na drenagem e favorecendo o alagamento de algumas áreas.

3.5.3. Salinidade e Temperatura

Em termos gerais, pode-se afirmar que a descarga fluvial e as áreas estuarinas associadas, não parecem desempenhar importante papel na circulação da baía, como um todo. Todavia, a análise dos dados de salinidade disponíveis para a região, permite que se observe os efeitos do aporte de água continental na RH-I, uma vez que, no verão, se observam os maiores volumes pluviométricos e, conseqüentemente, os maiores valores sazonais de vazão fluvial, bem como as menores salinidades, principalmente junto à desembocadura dos principais rios da região, como por exemplo, o Rio Mambucaba e Rio Taquari.

A salinidade da água da superfície varia entre 27 e 37 no verão, enquanto no inverno observam-se valores entre 31,5 e 38 (MMA e SBF, 2007). Sendo que as águas superficiais apresentam valores de salinidade maiores em pontos próximos da Ilha Grande, no Canal Central e em pontos menos abrigados na região de Paraty. Locais abrigados na porção oeste da RH-I, e pontos continentais do Canal Central, tenderam a apresentar uma salinidade mais baixa, provavelmente devido ao aporte dos rios da região. Na Figura 3.29 estão apresentadas as medições de salinidade, onde o tamanho do círculo representa a dimensão da unidade medida.



Fonte: Modificado de MMA e SBF (2007).

Figura 3.29 - Salinidade superficial da água do mar em parte por mil da Baía da Ilha Grande, RJ, durante a campanha verão.

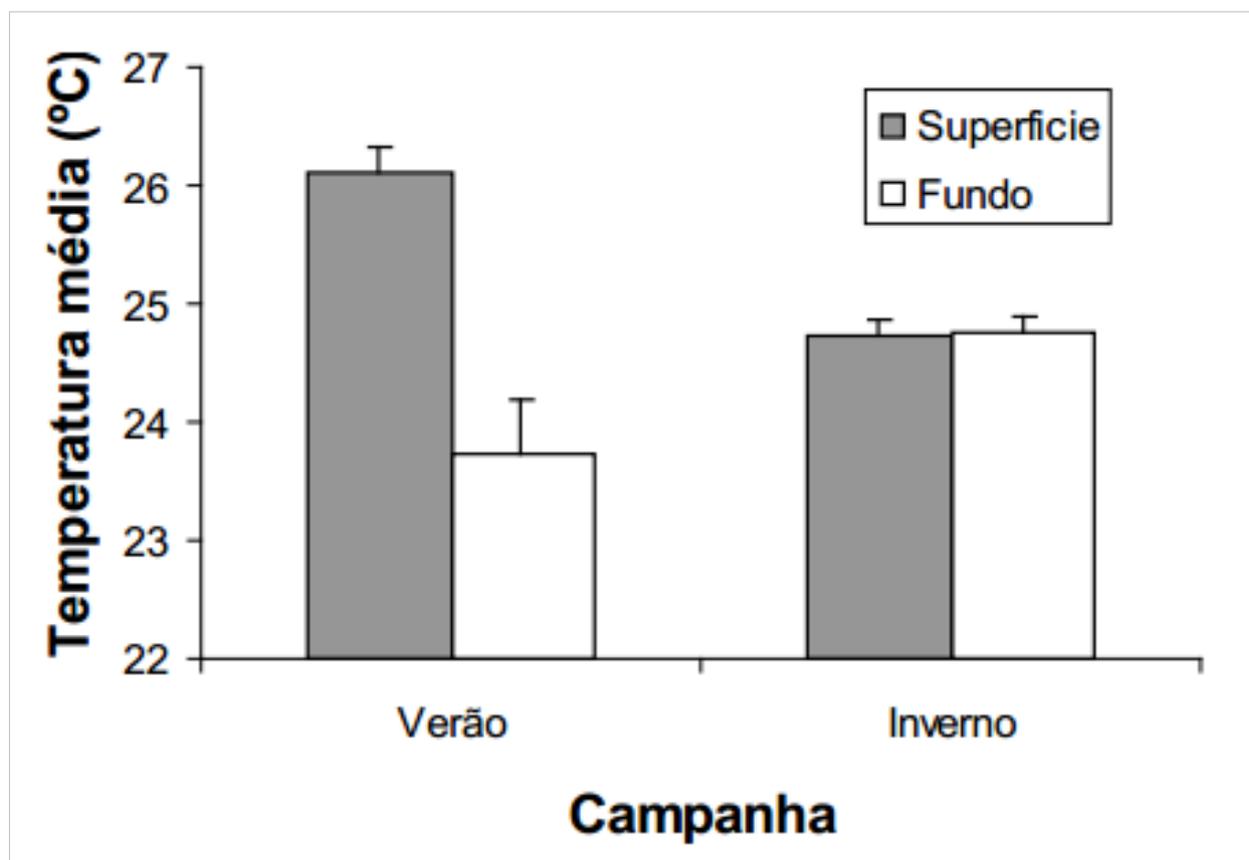
MMA e SBF (2007) observam que as salinidades mais baixas nas camadas superficiais se justificariam pela influência da drenagem do continente, e pelos altos índices de precipitação característicos do verão, gerando aportes significativos de água doce, principalmente nas zonas mais costeiras. Enquanto as maiores salinidades nas camadas de fundo derivam da influência das águas de plataforma nas camadas de subsuperfície.

A distribuição horizontal das salinidades superficiais e de fundo mostra um aumento nos valores de leste para oeste, refletindo a maior drenagem continental a leste, em associação ao confinamento da Baía de Sepetiba. A drenagem continental costeira gera salinidades ligeiramente menores nas porções internas da baía, quando comparadas aos setores com maior comunicação com o oceano (INEA, 2015).

No que diz respeito ao comportamento sazonal da temperatura da água na RH-I, MMA e SBF (2007) observou que a Temperatura Superficial do Mar (TSM) no verão é significativamente maior que no inverno, variando entre 24,4 e 28,4°C durante o verão e entre 24 e 26°C no inverno. Todavia, o contrário foi observado na temperatura das águas de fundo, que foram mais frias no verão que no inverno. Ou seja, nos meses de verão a coluna d'água apresenta uma termoclina



mais evidente, quando as águas superficiais são em média 2° C mais quentes que as águas do fundo, ao passo que no inverno não foi observada uma diferença significativa na temperatura na superfície em relação às águas de fundo, fato associado pelos autores às intrusões sazonais da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) em sub superfície por sobre a Plataforma Continental Sudeste Brasileira (CASTRO *et al.*, 2006). Na Figura 3.30 estão apresentadas as medias de temperaturas.



Fonte: MMA e SBF (2007).

Figura 3.30 - Temperatura média da água do mar na RH-I, durante as campanhas verão e inverno.

Essas intrusões da ACAS alcançam o interior da RH-I pelos canais leste e oeste favorecendo o estabelecimento de uma termoclina estável, que frequentemente atinge isóbatas mais rasas. Por outro lado, a ausência de estratificação térmica durante o inverno indica que essas intrusões se tornam menos intensas e, aparentemente, não alcançam o interior da RH-I (MMA e IBAMA, 2006)

A distribuição espacial da TSM pode ser caracterizada pela ocorrência de águas mais quentes na porção oeste da Baía da Ilha Grande, no canal central e em baías menores onde a circulação é mais restrita. Já as menores temperaturas são observadas no entorno da Ilha Grande e junto aos canais de comunicação com mar aberto. Todavia, ao contrário do observado



com relação à distribuição sazonal da temperatura da água, especialmente, as águas de fundo apresentam uma distribuição semelhante à das águas superficiais (MMA e IBAMA, 2006).

A principal influência oceanográfica é a alternância entre o predomínio da massa d'água ACAS e a Água Costeira (AC). A ACAS é caracterizada pela presença de águas com temperatura baixa e salinidade alta sobre a plataforma interna no verão e atingindo a zona costeira. Já no inverno, domina no lugar a AC, que é mais quente e menos salina. A salinidade de águas superficiais apresenta pequena margem de variação, sendo, aparentemente, a principal diferença devido à descarga de chuvas durante o verão, responsável pela diminuição da salinidade nas águas superficiais (MMA e SBF, 2007).

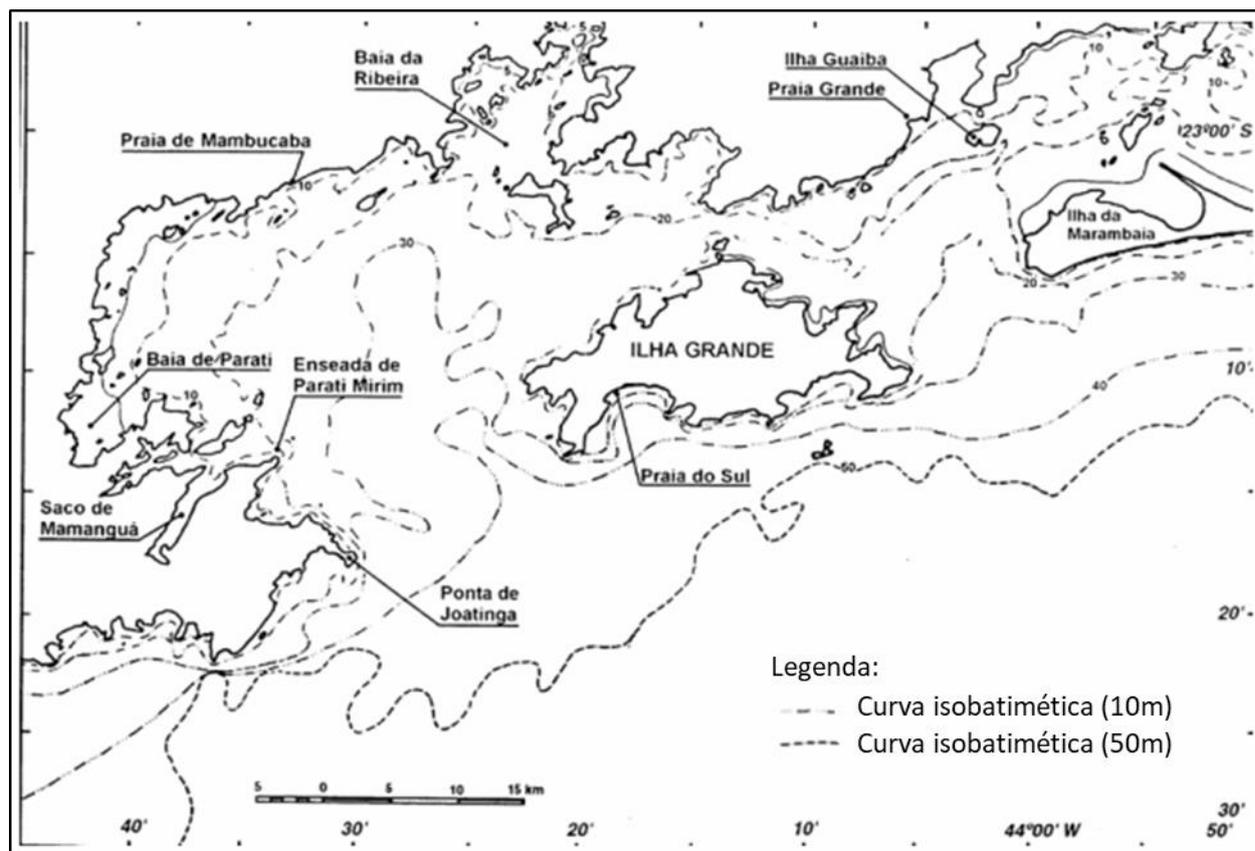
3.5.4. Batimetria e Sedimentologia

A Baía da Ilha Grande apresenta em sua maioria áreas com profundidade inferior a 40 m, todavia nos canais interiores a cota batimétrica avança até 55 m de profundidade, enquanto que em áreas confinadas, tais como baías menores, sacos e enseadas, a profundidade média é inferior a 10 m. Comparativamente, o setor leste da RH-I apresenta profundidades menores (cerca de 20 m) que o setor oeste onde a profundidade média é de 30 m (INEA, 2015).

O Canal Central apresenta profundidade média de 25 m, mas atinge 55 m em alguns pontos. Existem ainda três canais artificiais, criados e mantidos por dragagens com o objetivo de garantir o acesso de embarcações de grande calado (navios cargueiros e petroleiros): o canal de acesso do TEBIG/PETROBRAS, no lado oeste e profundidade média de 25 m; o canal de acesso ao Porto de Sepetiba dragado a 24 m e o canal do estaleiro BrasFels na Baía de Jacuecanga (MMA e IBAMA, 2006).

Os costões rochosos da RH-I apresentaram profundidade de base entre 1 e 30 m. Aparentemente, as áreas localizadas em pequenas baías ou em regiões mais abrigadas, como Paraty e Angra dos Reis, possuem costões com uma menor profundidade de base do que os observados em áreas mais expostas, como por exemplo, na região sul da Ilha Grande e em ilhas e lajes no centro da baía (MMA e SBF, 2007).

A plataforma continental interna apresenta-se estreita em frente à Ilha Grande, onde a isóbata de 50m chega a uma distância de 4,5km da ilha. Alarga-se, em seguida, em direção às duas desembocaduras, onde a largura passa para aproximadamente 13km. Na porção Oeste, a isóbata de 30m penetra significativamente para o interior, balizando a posição do eixo de maior entalhamento. O mesmo não ocorre na porção Leste, onde essa mesma isóbata passa em frente à embocadura, sem penetrar para o interior do embaixamento (MMA e IBAMA, 2006). A batimetria da baía está apresentada na Figura 3.31.



Fonte: Mahiques (1987) apud MMA e IBAMA (2006).

Figura 3.31 - Batimetria da Baía da Ilha Grande.

Conforme Inea (2015a), a análise da distribuição espacial da granulometria sedimentar da Baía da Ilha Grande permite identificar ambientes sedimentares distintos, sendo que, de modo geral, os sedimentos apresentam baixo grau de selecionamento. No setor oeste da RH-I e na plataforma continental predominam areias muito finas, enquanto o setor oeste é caracterizado por areias médias e grossas. Nas áreas abrigadas predominam sedimentos siltosos, finos ou muito finos, devido à baixa hidrodinâmica típica dessas áreas, enquanto o canal central apresenta predomínio de siltes grossos a muito finos.

Junto aos costões rochosos ocorrem sedimentos mais grosseiros, com maior porcentual de carbonato de cálcio, provavelmente devido aos restos de conchas, esqueletos e carapaças de organismos que são carregados dos costões para os sedimentos mais próximos. Ao mesmo tempo, devido a um maior batimento de ondas e a uma maior ressuspensão do sedimento, os grãos de menor tamanho são carregados para áreas afastadas, resultando em um sedimento formado por grãos de diâmetro maior em áreas próximas dos costões rochosos (MMA e SBF, 2007).



3.5.5. Baías e praias

A linha de costa é marcada por ser bastante irregular e acidentada, com ocorrência de várias reentrâncias e saliências formando tanto manguezais, enseadas e praias arenosas, quanto costões rochosos, pontas, lajes e parcéis, além de um extenso e complexo conjunto de 237 ilhas e ilhotas na Baía de Ilha Grande (INEA, 2015), e 187 ilhas no arquipélago da Ilha Grande (INEA, 2011). A RH-I possui inúmeras praias e ilhas protegidas de intempéries devido à presença da Ilha Grande, reunindo excelentes condições para a navegação desportiva e favorecendo a prática de várias modalidades de esporte aquático.

Neste contexto merece destaque a Ilha Grande, principal destino turístico da região, repleta de enseadas, rios, cachoeiras, lagoas e locais para mergulho que podem ser alcançados por barco e através de trilhas, sendo que apenas a Ilha Grande e as pequenas ilhas vizinhas possuem juntas 122 praias (INEA, 2011). Também merece destaque a Estação Ecológica de Tamoios, com suas 29 ilhas protegidas, das quais 26 encontram-se na Porção Oeste e 3 no Canal Central (Imboassica, Queimada Grande e Queimada Pequena) (MMA e IBAMA, 2006).

Portanto, os principais ecossistemas litorâneos são praias arenosas, costões e lajes rochosas (recifes não-biogênicos), manguezais e pequenos estuários no fundo de enseadas abrigadas da influência de ondas. Essa complexidade de ambientes costeiros, em conjunto com a Mata Atlântica e a Serra do Mar, confere à região uma beleza paisagística única, a qual se converte em forte indutor do turismo doméstico e internacional relacionado à observação da natureza, passeios e turismo subaquático (INEA, 2015). Em 2019, o município de Paraty e a Ilha Grande foram reconhecidos como patrimônio mundial pelo comitê da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), sendo o primeiro bem brasileiro e da América do Sul inscrito na categoria de sítio misto (cultural e natural).



4. MEIO BIÓTICO

4.1. IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES DO BIOMA MATA ATLÂNTICA

A Região Hidrográfica da Ilha Grande (RH-I) é considerada uma das mais ecologicamente complexas do RJ. Suas matas e restingas constituem um dos reservatórios de biodiversidade mais importantes do planeta, enquanto suas ilhas, serras e baías constituem um verdadeiro monumento nacional, pela sua beleza e tranquilidade (MMA e IBAMA, 2006).

Nessa região litorânea, a escarpa frontal da Serra do Mar chega a entrar em contato com o oceano Atlântico, formando paisagens de encostas abruptas e uma costa repleta de pequenas enseadas e planícies de áreas reduzidas. Um grande número de ilhas está presente nas baías da Ilha Grande e da Ribeira, situação que caracteriza e destaca o litoral dos municípios de Angra dos Reis e Paraty (MMA e IBAMA, 2006).

Em decorrência das características do relevo presente na região, os ecossistemas identificados são característicos da Floresta Ombrófila Densa, ou simplesmente Mata Atlântica, nas encostas da Serra do Mar e nas ilhas, sendo que nestas ocorre, nos costões rochosos, um tipo de vegetação rupestre (MMA e IBAMA, 2006).

Paraty ainda se caracteriza por um litoral recortado e abrigado dos ventos predominantes, com abundância de manguezais e bancos de lodo, e por vales de declividades relativamente suaves que adentram pela Serra do Mar, facilitando o acesso aos sertões. Por outro lado, as estradas que proporcionam acesso às cotas mais altas da Serra do Mar, potencializam a exploração intensa da mata nativa por parte de criadores de gado, palmiteiros, madeireiros, dentre outros, e como consequência disto tem-se que a vegetação nativa já se encontra quase totalmente removida dos vales mais acessíveis. Esse quadro ameaça dividir o maior remanescente contínuo da Mata Atlântica, sendo que a interrupção do fluxo genético e intensificação dos efeitos de borda resultante reduziriam significativamente a viabilidade ecológica das matas da Serra do Mar (MMA e IBAMA, 2006).

Do vale da Graúna até a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) em Itaorna, englobando a bacia do rio Mambucaba, maior curso d'água da Baía da Ilha Grande, a paisagem caracteriza-se por extensas praias de areia fina expostas a ondas oceânicas, e, em terra, pelas vertentes íngremes e bem preservadas da Serra do Mar, protegidas pelo Parque Nacional da Serra da Bocaina. Seu estado de conservação é o melhor da região, à exceção das partes baixas do vale do rio Mambucaba, ocupadas por atividades agrícolas. A beleza das praias acaba



atraindo a especulação imobiliária, que tem o potencial de gerar expansão urbana desordenada e impactando os ecossistemas locais (MMA e IBAMA, 2006).

A baía da Ribeira, em Angra dos Reis, caracteriza-se por águas rasas e fundo lodoso. Juntamente com os manguezais e desembocaduras de rios que a circundam, esta baía compõe o maior complexo estuarino da baía da Ilha Grande. Sua proteção adequada é fundamental para a recuperação da pesca e para a manutenção da qualidade das águas da baía da Ilha Grande, inclusive para o turismo e Maricultura. Não obstante, devido à sua proximidade a Angra dos Reis e à facilidade de construção de marinas nas bocas de seus rios, vem sofrendo um processo de ocupação acelerada e desordenada. Grandes empreendimentos imobiliários associados com marinas já ocuparam e aterraram grande parte dos manguezais e estuários da baía da Ribeira. A população que foi atraída pela oferta de empregos desses empreendimentos ocupou, por sua vez, grande parte das baixadas com vilas desordenadas e infraestrutura de saneamento precária ou inexistente, dentre as quais destacam-se a Japuíba e a Vila do Frade. Como resultado, a maior parte das restingas e matas de baixada da região foram alteradas, e a metade leste da baía da Ribeira apresenta sinais de eutrofização e assoreamento severo (MMA e IBAMA, 2006).

As baías de Angra dos Reis e de Jacuecanga englobam aglomerações urbanas significativas para a região, inclusive o centro de Angra dos Reis. Contêm também a maior parte dos condomínios e três dos quatro empreendimentos de grande porte da região: o estaleiro BrasFels, o Terminal de Petroleiros da Baía da Ilha Grande e o porto de Angra dos Reis. Sua orla encontra-se quase toda ocupada e a maior parte de seus ambientes costeiros encontra-se severamente degradada por esgoto, óleo proveniente de embarcações e assoreamento. Seus manguezais já foram quase totalmente devastados, restando apenas fragmentos inexpressivos em algumas localidades, e a maior parte de suas praias foram “privatizadas” por condomínios e mansões. Em terra, a vegetação nativa encontra-se severamente degradada entre o litoral e a cota 100 ao longo de praticamente toda a extensão dessa unidade, e mesmo as encostas mais íngremes sofrem processo de ocupação irregular, principalmente nas proximidades das indústrias e de empreendimentos imobiliários (MMA e IBAMA, 2006).

As ilhas da Baía da Ilha Grande, especialmente as que se localizam a mais de 500 metros do continente, encontram-se relativamente isoladas dos efeitos ambientais negativos que ocorrem nas demais unidades. Dentre essas ilhas, as principais são a ilha Grande e ilha da Gipóia. Devido a seu isolamento ecológico e a desmatamentos que ocorreram no passado, em geral, as ilhas apresentam menor riqueza de espécies animais e vegetais do que o continente. Sua orla, porém, representa quase 50% da extensão total de orla marítima da Baía da Ilha Grande, e abriga os ecossistemas litorâneos e costeiros em melhor estado de conservação,



incluindo manguezais, restingas, praias, costões rochosos e sistemas estuarinos (MMA e IBAMA, 2006).

4.1.1. Caracterização fitogeográfica

A RH-I está inserida no bioma Mata Atlântica e as fitofisionomias encontradas apresentam um *continuum* transicional das formações costeiras até as matas de altitude, de características subtropicais, e apresenta como fisionomias principais, Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), Floresta Ombrófila Mista, Restingas e Manguezais (INEA, 2015a).

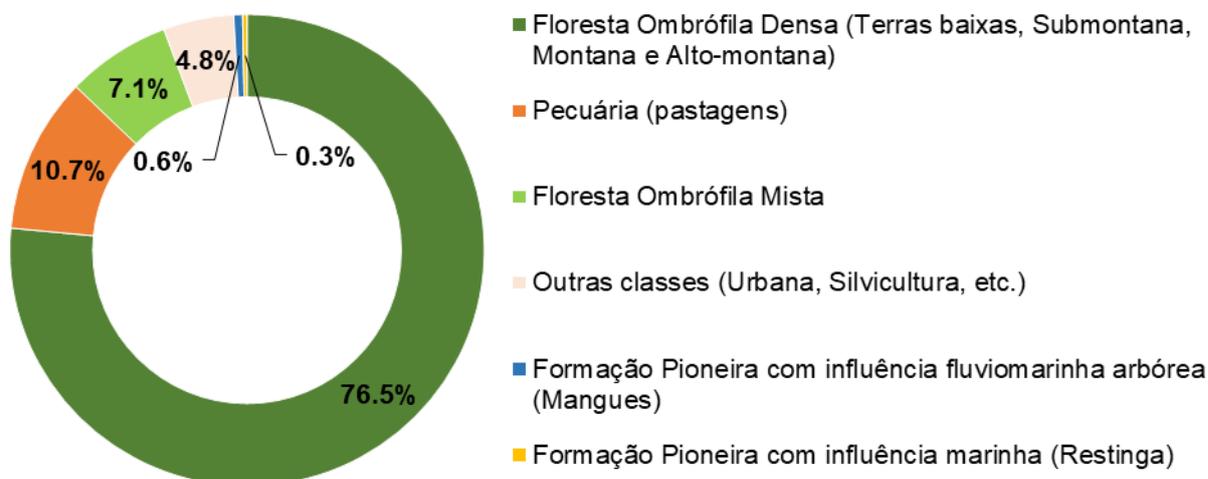
A presente caracterização fitogeográfica teve como base de dados fundamental o Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil (Escala 1:250.000) (Folha SF-23), publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2018. A metodologia do mapeamento considerou a caracterização da cobertura do solo, com ênfase na distribuição regional das fitofisionomias de vegetação natural. A classificação segue o Sistema de Classificação da Vegetação do IBGE, considerando-se a conceituação de Região Fitoecológica e as possíveis tipologias de Cobertura do Solo (IBGE, 2018).

A fitofisionomia dominante na RH-I é a Floresta Ombrófila Densa (Terras baixas, Submontana, Montana e Alto-montana), ocupando em torno de 76,4% da área total da RH-I. Seguida pela classe “3Ap - Pecuária (pastagens)” que ocupa cerca de 10,7% e pela formação Floresta Ombrófila Mista (Montana e Alto-montana) com 7,1% da área total da RH-I. Outras classes associadas a usos antrópicos tais como áreas urbanas, silvicultura e vegetação secundária sem palmeiras somam 4,8%, ao passo que a Formação Manguezais ocupa 0,6% da RH-I e a Formação Restingas soma cerca de 0,3%, as duas últimas concentradas na linha de costa.

A Floresta Ombrófila Densa é definida por uma estrutura complexa, de aspecto exuberante e úmido, com muitas lianas e epífitas, apresentando riqueza de espécies distribuídas em estratos distintos. Sua caracterização varia mais em função das inúmeras interferências antrópicas. As espécies mais representativas são o angelim (*Andira antheimia*), a peroba (*Aspidosperma* spp.), a canjerana (*Cabralea canjerana*); cedros (*Cedrela ocbata* e *Cedrela fissilis*), paineiras (*Chorisia speciosa*), sombreiros (*Clitoria racemosa*), canelas-brancas (*Cryptocaria moschata*), canelas-pretas (*Nectandra mollis*), jatobás (*Hymenaea coubaril*), boleiras (*Joannesia princeps*), guaricicas (*Pouteria fissilis*), guapevas (*Pouteira lauriflora*), caneleiras (*Ocotea divaricata*), canelas-sassafrás (*Ocotea pretiosa*) e angicos (*Piptadenia* spp.). Destaca-se a espécie de palmito (*Euterpe edulis*) atualmente ameaçada de extinção pelo extrativismo descontrolado (INEA, 2015a).



Na Figura 4.1 está apresentada a distribuição fitogeográfica da RH-I.



Fonte: IBGE (2018).

Figura 4.1 - Distribuição dos tipos de vegetação na RH-I Baía da Ilha Grande.

A Floresta Ombrófila Densa na RH-I se divide em: Floresta Submontana (45,8% da área total da RH-I), Floresta Montana (29,6% da RH-I), Floresta de Terras Baixas (0,5%), e Floresta Alto-Montana (0,5%) (Figura 4.3). Segundo Inea (2015a), as formações florestais Submontana e Montana recobrem quase toda a extensão das escarpas, com áreas de vegetação secundária e pastos, com diferentes graus de degradação.

A Floresta Ombrófila Densa Submontana é constituída por espécies arbóreas perenes, geralmente formando um dossel espesso e estratificado, com altura de 20 m a 35 m. Esta formação vegetal se encontra bastante alterada nas proximidades das estradas, em decorrência da presença de assentamentos humanos e pastagens, com a presença de árvores frutíferas e árvores de estágios sucessionais iniciais (INEA, 2015a). Onde a floresta secundária está estruturada existe a presença da embaúba (*Cecropia pachystachya*) e de quaresmeiras (*Tibouchina* sp.) (MMA e IBAMA, 2006).

A Floresta Ombrófila Montana está localizada em áreas de relevo montanhoso, sobre litologias pré-cambrianas, entre 500 m e 1.500 m de altitude, com fisionomia arbórea densa, de troncos relativamente delgados e altura de dossel em torno de 20 m. Na Zona Costeira da Baía da Ilha Grande esta formação vegetal é predominantemente associada às vertentes de encosta, sendo que alterações na estrutura vegetal são comuns devido aos constantes deslizamentos e quedas de encostas. A frequente abertura de clareiras, seguida de regenerações secundárias, resulta em uma estrutura estratificada de dossel e densos sub-bosques (INEA, 2015a).

Da Floresta Ombrófila de Terras Baixas (0 a 50 m de altitude) restam alguns poucos e pequenos fragmentos com a composição florística profundamente alterada pela presença de



espécies exóticas cultivadas, como as bananeiras (*Musa spp.*) (INEA, 2015a). Na RH-I esta formação ocorre apenas em Paraty e apresenta duas tipologias significativas, uma localizada em terrenos drenados, onde é forte a presença da embaúba (*Cecropia pachystachya*) e outra em solos encharcados onde a vegetação é denominada como Floresta Paludosa, com predomínio da caixeta ou pau-de-tamanco (*Tabebuia cassinoides*) e da taboa (*Typha domingensis*) na porção herbácea inferior (MMA e IBAMA, 2006).

Nas formações de Terras Baixas e Submontana observa-se a pressão antrópica pela introdução de espécies exóticas, como o plantio comercial de eucalipto (*Eucaliptus sp.*) por exemplo, todavia a maior fonte de pressão antrópica nestas formações ainda é a expansão urbana, muitas vezes feita de forma desordenada e irregular.

Nas formações Montana e Alto-Montana a pressão antrópica é menor permitindo uma maior integridade destas parcelas de Floresta Ombrófila Densa. Tal fato deve-se principalmente à sua localização em maiores altitudes, relevo mais íngreme e consequente dificuldade de acesso os quais inibem usos antrópicos (MMA e IBAMA, 2006).

Podem ser encontrados ainda, de forma bem restrita, remanescentes de Floresta Ombrófila Mista de Alto Montana, com a presença do pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), espécie ameaçada de extinção, e do pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) em pequenos enclaves dos planaltos de reverso. Junto aos afloramentos rochosos e em áreas mais expostas, com altitudes superiores a 1.500 m e solos litólicos rasos, pode-se encontrar ainda campos de altitude, presentes na Serra da Bocaina (INEA, 2015a).

A formação Manguezal, característica da Zona Costeira, está distribuída por áreas salobras como na foz do rio Jurumirim e nas rias ou vales afogados, também conhecidos como “sacos” e enseadas, a exemplo do bairro enseada (UHP-10 – Rio do Meio ou Japuiba) e Saco do Céu (UHP-13 - Ilha Grande), onde estão pequenos fragmentos de manguezal. A fitofisionomia Manguezal ocorre ainda na foz dos rios Mambucaba, Ariró e Brachuy; Praias do Recife e Porto Marisco, na Ilha do Jorge Grego e nas localidades de Japuíba e Caieira em Angra dos Reis. Manguezais bem preservados também são encontrados no fundo do Saco do Mamanguá, em Paraty (MMA /SBF, 2007).

O Manguezal é a comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e riachos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas. Por esta razão o manguezal é considerado ecossistema transicional entre os ambientes marinhos e terrestres, sendo caracterizado por espécies arbóreas com raízes aéreas: mangue-bravo ou vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue-preto ou mangue-seriba ou seriúba (*Avicena schaueriana*) e mangue-branco



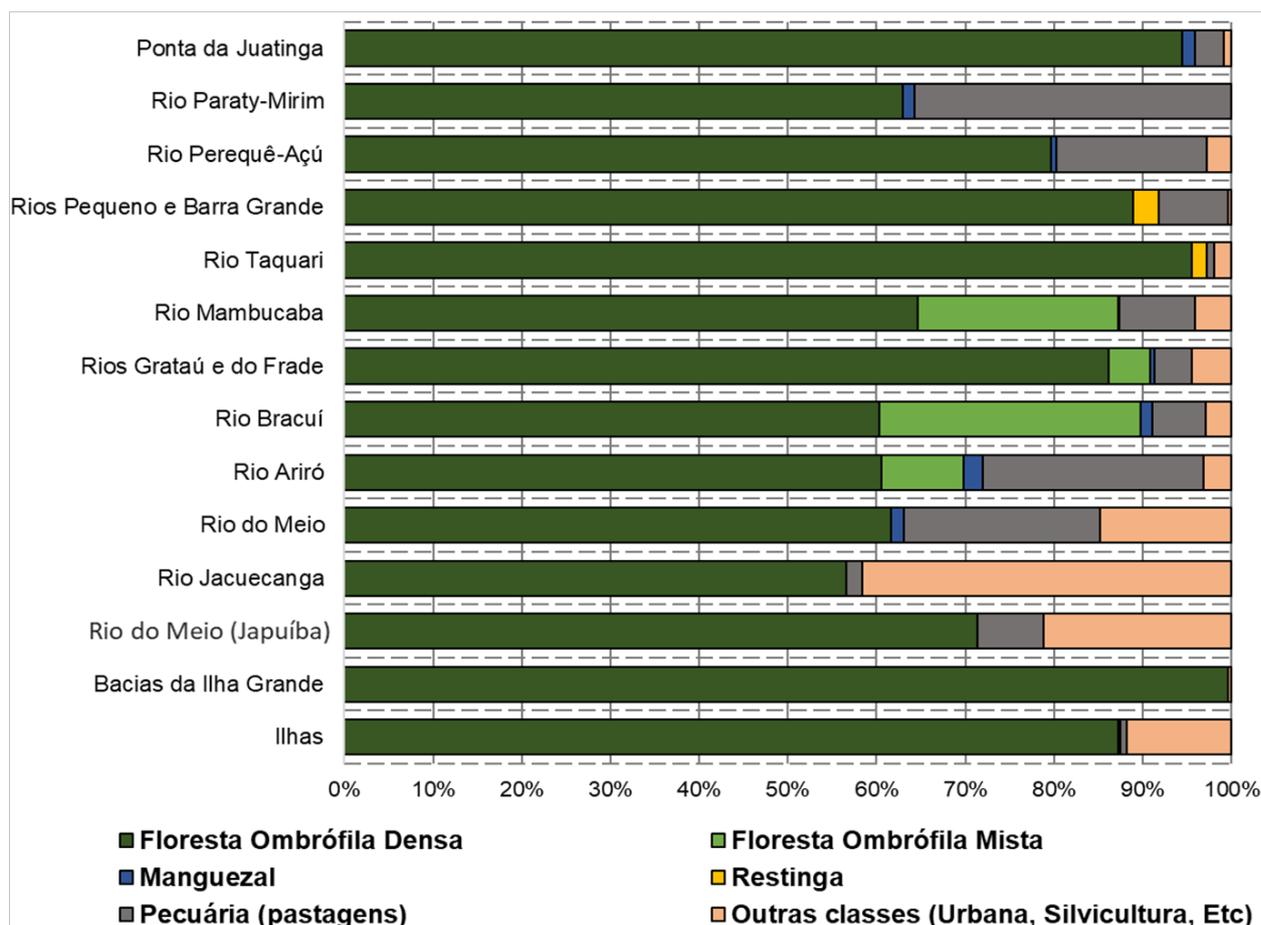
(*Laguncularia racemosa*), e gramíneas (*Spartina* spp.), tolerantes à imersão durante as marés cheias (IBGE, 2012). Nesta comunidade, pode faltar um ou mesmo dois desses elementos e margeando os bosques desta comunidade vegetal, podem ser observadas as espécies samambaia-do-brejo (*Acrostichum aureum*), araticum (*Annona* sp.), guaxima (*Hibiscus pernambucensis*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e taboa (*Typha domingensis*) (MMA e IBAMA, 2006).

As Restingas apresentam alto grau de similaridade à Vegetação Ombrófila Densa das Terras Baixas e Submontana (INEA, 2015a), porém também representam uma fisionomia vegetal fortemente alterada, mostrando uma fragilidade na continuidade desse ambiente que gera perda de biodiversidade. Ocupa pequenas extensões de planície arenosa, sendo ainda encontrada quase exclusivamente no trecho de Tarituba a Paraty, onde ocorrem as restingas da Praia do Iriguaçu, Praia da Graúna e Praia da Jabaquara, entre outras. As comunidades vegetais nesses trechos exibem uma primeira parcela herbácea, uma segunda arbustiva e uma terceira arbórea, que formam uma cobertura vegetal contínua até encontrar a Floresta Ombrófila Densa. Algumas das espécies são: embaúba (*Cecropia* sp.), rabo-de-bugio (*Dalbergia ecastophyllum*), algodoeiro-da-praia (*Hibiscus pernambucensis*), salsa-da-praia (*Ipomoea* sp.), capotiraguá (*Phyloxerus portulacoides*), araçá (*Psidium cattleianum*), grama-a-praia (*Sporobolus virginicus*) e aroeira (*Schinus terebinthifolius*) (MMA e IBAMA, 2006).

Dentre as classes associadas aos usos antrópicos destaca-se as áreas urbanas que ocupam 39,14 km² e a vegetação secundária sem palmeiras que engloba uma área de 40,87 km². Na vegetação secundária estão incluídas todas aquelas áreas onde houve intervenção humana para o uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária. Assim sendo, essas áreas, quando abandonadas, reagem diferentemente de acordo com o tempo e a forma de uso da terra. Porém, a vegetação secundária que surge reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente (IBGE, 2012).

4.1.2. Caracterização Fitogeográfica por UHP

A análise do mapeamento da vegetação realizado por IBGE (2018), tendo como área de estudo a área das Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs), mostrou que, ao considerar o percentual da área da UHP coberta pelas diferentes classes de vegetação, as UHPs Bacias da Ilha Grande, Rio Taquari, Ponta da Juatinga, Rios Pequeno e Barra Grande, Ilhas Rios Grataú e do Frade ganham destaque pela presença da Formação Ombrófila Densa em percentuais variando entre 99,6% na UHP Bacias da Ilha Grande e 86,2% na UHP Rios Grataú e do Frade. Na Figura 4.2 estão apresentadas as distribuições fitogeográficas por UHP.

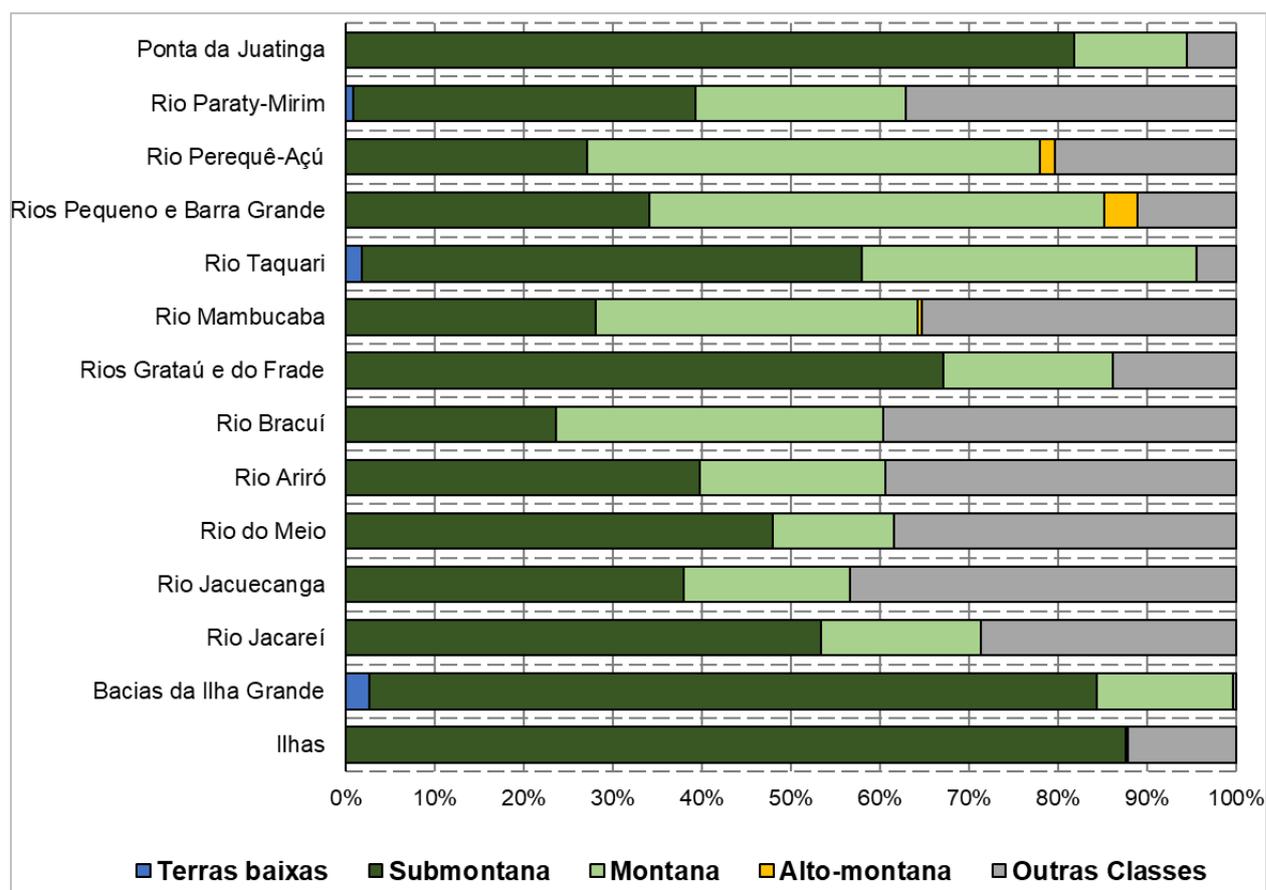


Fonte: IBGE (2018).

Figura 4.2 - Percentual das classes de vegetação ocorrentes nas UHPs da RH-I.

Ao considerar a subdivisão da classe Floresta Ombrófila Densa em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto-montana, observa-se o predomínio dos tipos Submontana e Montana que ocupam em média 46% e 30% respectivamente da área total da RH-I, enquanto que as demais classes (Terras Baixas e Alto-Montana) ocupam juntas cerca de 1% da RH-I. A Floresta Ombrófila Densa Submontana predomina nas UHPs Ilhas (87,6%), Ponta da Juatinga (81,8%), Bacias da Ilha Grande (81,6%) e Rios Grataú e do Frade (67,1%). Enquanto que a Floresta Ombrófila Densa Montana ocupa porção significativa das UHPs Rios Pequeno e Barra Grande e Rio Perequê-Açú com 51% e 50,8% respectivamente. Na Figura 4.3 estão apresentadas as subclasses de Floresta Ombrófila Densa.

Em termos de área absoluta, as maiores áreas cobertas pela Floresta Ombrófila Densa Submontana são encontradas nas UHPs Bacias da Ilha Grande (147,12 km²), Ponta da Juatinga (118,49 km²) e Rio Mambucaba (100,68 km²). Já a Floresta Ombrófila Densa Montana ocupa as maiores áreas nas UHPs Rio Mambucaba e Rio Perequê-Açú com 129,98 km² e 102,45 km² respectivamente.



Fonte: IBGE (2018).

Figura 4.3 - Distribuição das subclasses da Floresta Ombrófila Densa por UHP.

Em linhas gerais, a distribuição da Floresta Ombrófila Mista é limitada na RH-I, uma vez que Floresta Ombrófila Mista Montana ocupa cerca de 7% da RH-I, e a Floresta Ombrófila Mista Alto-montana ocupa apenas 0,1%. A Floresta Ombrófila Mista Montana se concentra na UHPs Rio Bracuí onde 27% da UHP é coberta por esta classe de vegetação, Rio Mambucaba com 22,6%, Rio Ariró com 9,2% e Rios Grataú e do Frade com 4,7%. Já a Floresta Ombrófila Mista Alto-montana ocorre exclusivamente na UHP Rio Bracuí em uma área de 2,13 km².

Os Manguezais estão presentes de forma pontual nas UHPs Rio Ariró, Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rio Bracuí, Rio do Meio (Japuíba), Rios Grataú e do Frade e Ilhas nas quais os Mangues ocupam uma área total de 11,21 km². Já a ocorrência de Restingas está restrita às UHPs Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Taquari e Rio Mambucaba, totalizando 6,13 km².

No Quadro 4.1 estão apresentadas as distribuições de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, por UHP; e no Quadro 4.2 a distribuições de manguezais, restinga, pastagens e outros usos, por UHP.



Quadro 4.1 - Distribuição (km²) da Floresta Ombrófila Densa e Ombrófila Mista por UHP na RH-I.

UHP		Floresta Ombrófila Densa (km ²)				Floresta Ombrófila Mista (km ²)	
		Terras baixas	Sub-montana	Montana	Alto-montana	Montana	Alto-montana
1	Ponta da Juatinga	-	118,5	18,3	-	-	-
2	Rio Paraty-Mirim	1,1	45,9	28,3	-	-	-
3	Rio Perequê-Açú	-	54,8	102,5	3,3	-	-
4	Rios Pequeno e Barra Grande	0	41,6	62,1	4,6	-	-
5	Rio Taquari	2,1	64,3	42,9	-	-	-
6	Rio Mambucaba	-	100,7	130	1,4	81	-
7	Rios Grataú e do Frade	-	51,2	14,5	-	3,6	-
8	Rio Bracuí	-	21,5	33,4	-	24,6	2,1
9	Rio Ariró	-	60,8	31,9	-	14,1	-
10	Rio do Meio (Japuíba)	-	32,7	9,4	-	-	-
11	Rio Jacuecanga	-	25,6	12,6	-	-	-
12	Rio Jacareí	-	19,1	6,4	-	-	-
13	Bacias da Ilha Grande	4,8	147,1	27,6	-	-	-
14	Ilhas	-	21,3	0,1	-	-	-
Total RH-I (Km²)		8	804,9	520	9,3	123,2	2,1
Total RH-I (%)		0,50%	45,80%	29,60%	0,50%	7,00%	0,10%

Fonte: IBGE (2018).

Quadro 4.2 - Distribuição (km²) de Manguezais, Restinga, Pastagens e outros usos antrópicos por UHP na RH-I.

UHP		Mangue	Restinga	Pastagem	Outros usos antrópicos
1	Ponta da Juatinga	2,2	-	4,6	1,3
2	Rio Paraty-Mirim	1,6	-	42,8	-
3	Rio Perequê-Açú	1,3	-	34,1	5,6
4	Rios Pequeno e Barra Grande	-	3,6	9,5	0,5
5	Rio Taquari	-	2	0,9	2,3
6	Rio Mambucaba	-	0,6	30,8	14,6
7	Rios Grataú e do Frade	0,4	-	3,2	3,4
8	Rio Bracuí	1,3	-	5,4	2,7
9	Rio Ariró	3,4	-	38	4,8
10	Rio do Meio (Japuíba)	1	-	15,1	10,1
11	Rio Jacuecanga	-	-	1,2	28,1
12	Rio Jacareí	-	-	2,7	7,6
13	Bacias da Ilha Grande	-	-	-	0,7
14	Ilhas	0,1	-	0,2	2,7
Total RH-I (Km²)		11,2	6,1	188,5	84,5
Total RH-I (%)		0,60%	0,30%	10,70%	4,80%

Fonte: IBGE (2018).

Na Figura 4.4 está apresentada a cobertura vegetal da RH-I.

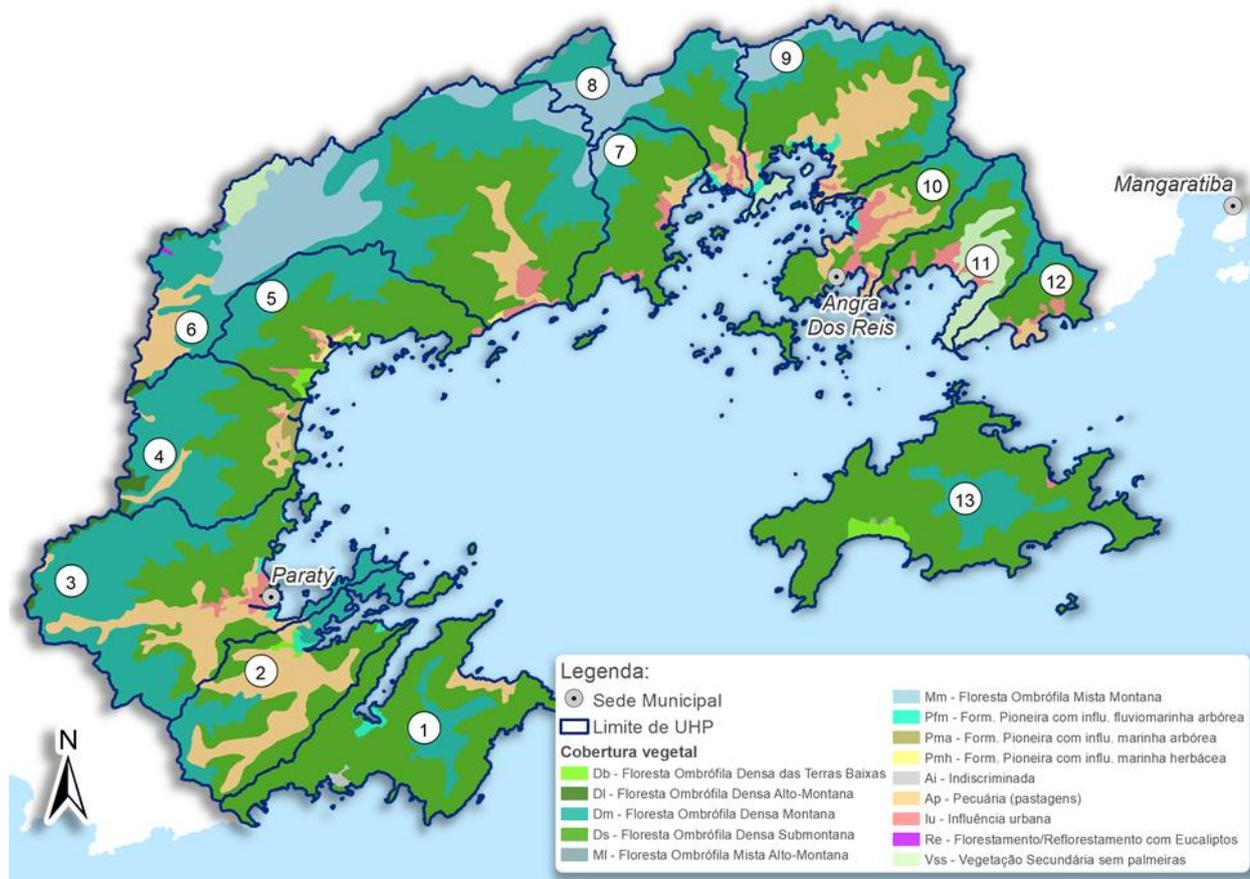


Figura 4.4 - Cobertura vegetal da RH-I.

4.2. PRESERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS NATURAIS

A Constituição Federal de 1988 cita em seu Artigo 225º, Inciso VII, que a Serra do Mar, a Mata Atlântica e a Zona Costeira constituem “patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”.

Dentre as inúmeras legislações para preservação e proteção da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande, destaca-se a Constituição Estadual do Rio de Janeiro de 05 de outubro de 1989, em seu Capítulo VIII, que aborda o Meio Ambiente e estabelece como Áreas de Preservação Permanente (APP) do Estado do Rio de Janeiro: manguezais, praias, vegetação de restinga, costões rochosos, cavidades naturais subterrâneas, nascentes, faixas marginais de proteção e áreas de interesse arqueológico, histórico, científico, paisagístico e cultural (Art. 268º).

O Artigo 269º da Constituição Estadual determina como Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE): coberturas florestais nativas (compostas pelo bioma Mata Atlântica), a Zona Costeira que abarca a totalidade dos municípios de Paraty e Angra dos Reis, além da área insular da Ilha Grande, cuja utilização dependerá de prévia autorização dos órgãos competentes.



Ressalta-se que nas Reservas Ecológicas e nas Áreas de Relevante Interesse Ecológico declaradas pelos Estados e Municípios, poderão ser estabelecidas normas e critérios complementares aos determinados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os quais serão considerados como exigências mínimas.

Em seu Artigo 273º da Constituição Estadual estabelece a manutenção das florestas, onde "as coberturas florestais nativas existentes no Estado são consideradas indispensáveis ao processo de desenvolvimento equilibrado e à sadia qualidade de vida de seus habitantes e não poderão ter suas áreas reduzidas".

Isto posto, percebe-se que a RH-I merece atenção especial no que diz respeito à preservação e proteção dos ecossistemas, pois grande parte da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande se enquadra como APP e Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE). Devido a sua beleza paisagística e riqueza da flora e fauna, a RH-I abriga o maior número de Unidades de Conservação (14) do estado do Rio de Janeiro, que juntas ocupam aproximadamente 73,65% dos setores terrestre e marinho da BIG (INEA, 2015).

Referente às Unidades de Conservação (UCs), na Zona Costeira da Baía da Ilha Grande, merecem destaque diferentes tipos de Unidades de Conservação, a composição do Mosaico Bocaina, instituído pela portaria nº 349/2006, e a Reserva da Biosfera. Conforme Lei Federal nº 9.985/2000, as Unidades de Conservação integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação dividem-se em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, cujas definições podem ser encontradas no item 4.3.

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA, prevê destinação das águas enquadradas em Classe Especial (necessariamente dentro de Unidades de Conservação de Proteção Integral), de modo que garanta a preservação dos ambientes aquáticos nas unidades de conservação de proteção integral, e a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

O litoral Sul do Rio de Janeiro, mais precisamente a região da Baía da Ilha Grande, possui a maior concentração de remanescentes de Mata Atlântica do Estado, sendo classificada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como área de extrema importância.

Na região destas duas Unidades de Conservação, ocorre a exploração econômica do turismo. A Fundação SOS Mata Atlântica e a Associação Cairuçu lançaram, no ano de 2013, o Fundo Juatinga-Cairuçu, que apoia a Área de Proteção Ambiental (APA) Cairuçu e a Reserva Ecológica de Juatinga, dentre outras UCs, com o objetivo de fortalecer e apoiar a gestão das UCs por meio de suporte técnico, logístico e financeiro. Entre as atividades destacam-se o apoio à gestão, manejo e fiscalização; promoção da melhoria da infraestrutura e aquisição de



equipamentos; atividades de formação e educação ambiental; pesquisas e estudos científicos; e incentivo ao turismo sustentável de base comunitária (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

Destaca-se que a existência das UCs é de extrema relevância para a manutenção da qualidade ambiental da região, moderando inclusive as áreas e formas de ocupação. A localização de várias dessas unidades de conservação e as características de relevo da região fazem com que os impactos sobre os ecossistemas naturais estejam concentrados nas áreas próximas ao litoral, onde está concentrada a ocupação humana na região. Dessa forma essas áreas, mais próximas ao litoral, surgem como prioritárias à gestão no que tange à recuperação e preservação dos ambientes naturais, não se restringindo aos recursos hídricos, mas a todo o conjunto de sistemas que sendo impacto, reflete na qualidade dos corpos d'água.

4.3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E ÁREAS PROTEGIDAS

De acordo com o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, a criação e consolidação das Unidades de Conservação são consideradas ações prioritárias para a conservação da diversidade biológica e sociocultural, e dos recursos naturais (Decreto Federal nº 5.758/06).

As Unidades de Conservação são definidas como “um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob um regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (Lei nº 9.985/00, BRASIL, 2000). O SNUC divide as UCs em dois grupos, com características de gestão específicas:

- Unidades de Proteção Integral: a proteção da natureza é o principal objetivo dessas unidades, por isso as regras e normas são mais restritivas. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais. Exemplos de atividades de uso indireto dos recursos naturais são: recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras. As categorias de Proteção Integral são: Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque, Monumento Natural (MONA) e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS).
- Unidades de Uso Sustentável: são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse grupo, atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, mas desde que praticadas de uma forma que a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos



esteja assegurada. As categorias de uso sustentável são: Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta, Reserva de Fauna, Reserva De Desenvolvimento Sustentável (RDS), Reserva Extrativista (RESEX), Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

Dentre as UCs existentes na RH-I, sete são UCs categorizadas no grupo de Proteção Integral: o Parque Nacional (PARNA) da Serra da Bocaina (parcialmente inserido na RH-I); a Estação Ecológica (ESEC) de Tamoios; a Reserva Biológica (REBIO) da Praia do Sul; o Parque Estadual (PE) da Ilha Grande; a Reserva Ecológica Estadual da Juatinga¹; o PE do Cunhambebe (parcialmente inserido na RH-I) e o Parque Natural Municipal da Mata Atlântica.

As outras sete UCs pertencem ao grupo de Uso Sustentável, são elas: Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal da Baía de Paraty, Paraty-Mirim e Saco do Mamanguá; APA de Cairuçu; APA de Mangaratiba, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Aventureiro, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Japuíba, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) das Ilhas Cataguás e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Tamoios. No entanto, apesar da reconhecida importância da biodiversidade marinha da região, poucas são as UCs que contemplam ecossistemas marinhos ou estuarinos da RH-I (MMA e SBF, 2007).

Em Angra dos Reis o território coberto por UCs de Proteção Integral (PARNA da Serra da Bocaina; ESEC de Tamoios; PE da Ilha Grande; REBIO da Praia do Sul; PE do Cunhambebe e Parque Natural Municipal da Mata Atlântica) totaliza 533,53 km² ou 65,4% do território total do município. A RDS do Aventureiro recobre áreas marinhas e não foi contabilizada neste percentual (INEA, 2015a).

Em Paraty, as UCs de Proteção Integral (Parque Nacional da Serra da Bocaina; Reserva Ecológica da Juatinga; e Estação Ecológica de Tamoios); e de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental de Cairuçu) recobrem mais de 75% (720,55 km²) do território municipal. A estes percentuais soma-se a APA Municipal da Baía de Paraty, Paraty-Mirim e Saco do Mamanguá que recobre áreas marinhas e não foram contabilizadas as sobreposições entre diferentes UCs (INEA, 2015a).

Ainda de acordo com Inea (2015a), aproximadamente 85% da pequena porção do município de Mangaratiba, inclusa na Zona Costeira da Baía da Ilha Grande (11,65 km²), abriga UCs de Proteção Integral (PE Cunhambebe) e Uso Sustentável (APA Mangaratiba). O estudo supracitado aponta ainda para a importância das UCs no contexto da gestão de recursos hídricos na RH-I, uma vez que a maioria das bacias de contribuição que alimentam as captações da água

¹ A Reserva Ecológica da Juatinga encontra-se em processo de recategorização para atendimento ao SNUC, uma vez que o mesmo não prevê a categoria de "Reserva Ecológica". Todavia, a gestão da Reserva Ecológica da Juatinga tem características de proteção integral na maior parte do território e de uso sustentável nas vilas caiçaras (INEA, 2015A)



estão inseridas dentro de Unidades de Conservação. Um detalhamento maior sobre as UCs pode ser encontrado no Relatório de Caracterização Física e Biótica (RD01) e um detalhamento maior sobre as captações de água pode ser encontrado no Relatório de Demandas Hídricas (RD08), ambos componentes da etapa de Diagnóstico do PRH-BIG.

No Quadro 4.3 e na Figura 4.5 estão apresentadas as UCs da RH-I.



Quadro 4.3 - Características gerais das Unidades de Conservação da RH-I.

Unidade de Conservação	Área (Ha)	Plano de Manejo	Grupo ¹	Observações	Ato Legal de Criação	Esfera de domínio	Órgão Gestor
Parque Estadual da Ilha Grande	12.052	Sim	PI	Os principais objetivos são: (1) proteger e recuperar a integridade ecológica dos diversos ecossistemas presentes na UC; (2) proteger e revitalizar construções históricas, ruínas e sítios arqueológicos; (3) oferecer espaços naturais nos quais o visitante possa explorar, aprender e apreciar o patrimônio natural e histórico; (4) promover a educação ambiental; (5) promover o desenvolvimento de pesquisas acerca da biodiversidade, dos processos ecológicos e da dinâmica socioeconômica do entorno; (6) contribuir com a dinamização da economia local, a geração de empregos e de receitas para o município de Angra dos Reis, através do ICMS Ecológico.	Decreto nº 15.273 de 27/06/71	Estadual	Inea
Parque Estadual Cunhambebe	38.053	Sim	PI	Objetivos: I. Preservar os remanescentes de Mata Atlântica e recuperar as áreas degradadas; II. Preservar a fauna e flora nativas, especialmente espécies raras, vulneráveis, endêmicas e ameaçadas de extinção; III. Preservar montanhas, cachoeiras e demais paisagens notáveis; IV. Oferecer oportunidades de visitação, recreação, aprendizagem, interpretação, educação e pesquisa; V. Estimular a geração de emprego e renda; VI. Conectar os maciços florestais da Bocaina e do Tinguá.	Decreto nº 41358 de 16/06/08	Estadual	Inea
Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul	3.502	Não	PI	Objetiva a preservação dos ecossistemas naturais e do patrimônio histórico, a pesquisa ecológica, a educação e interpretação ambiental, sendo vedadas atividades turísticas, esportivas e de recreação.	Decreto nº 4972 de 03/12/81	Estadual	Inea
Estação Ecológica de Tamoios	9.361,27	Sim	PI	Objetivo de proteção integral para a realização de pesquisa e monitoramento dos ambientes marinhos e das ilhas da Baía da Ilha Grande.	Decreto nº 98.864 de 23/01/90	Federal	ICMBio
Parque Nacional da Serra da Bocaina	106.000	Sim	PI	Tem como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas, atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação e de turismo ecológico.	Decretos nº 68.172 de 05/02/71, e nº 70.694 de 08/06/72	Federal	ICMBio
Parque Natural Municipal da Mata Atlântica	11,17	Sim	PI	Considerando os graves incidentes ambientais ocorridos ao longo dos últimos 15 (quinze) anos, resultante das fortes chuvas que caíram em Angra dos Reis nos anos de 2002, 2006 e 2010 que representaram grandes perdas econômicas as famílias e de vidas humanas e a necessidade de se estabelecer critérios de controle à ocupação desordenada do solo fica criado o Parque Natural Municipal da Mata Atlântica.	Decreto nº 10.760/2017	Municipal	Prefeitura de Angra dos Reis



Unidade de Conservação	Área (Ha)	Plano de Manejo	Grupo ¹	Observações	Ato Legal de Criação	Esfera de domínio	Órgão Gestor
Reserva Ecológica Estadual da Juatinga ²	9.960	Não ³	PI/US ⁴	Objetivo de preservar o ecossistema local, composto por costões rochosos, remanescentes florestais de Mata Atlântica, restingas, mangues e demais ambientes costeiros.	Decreto n° 17.981 de 30/10/92	Estadual	Inea
APA Municipal da Baía de Paraty, Paraty-Mirim e Saco do Mamangá	5.642	Não ³	US	Objetivo é proteger as áreas de criadouro de organismos marinhos na baía de Paraty da pesca predatória, especialmente o arrastão, definindo os locais e as épocas permitidas para esse tipo de pesca.	Lei n° 685/1984, modificada pela Lei n° 744/1987	Municipal	Prefeitura de Paraty
APA de Mangaratiba	25.239	Sim	US	Tem o objetivo de assegurar a preservação da vegetação do bioma da Mata Atlântica e manguezais, dos mananciais e costões rochosos	Decreto n° 9.802/87	Estadual	Inea
RDS do Aventureiro	1.910	Não	US	Objetiva conciliar a preservação dos ecossistemas locais com a cultura caiçara, valorizando os modos de vida tradicionais, assim como as práticas em bases sustentáveis desenvolvidas pela população tradicional beneficiária da unidade.	Decreto n° 15.983/1990	Estadual	Inea
APA de Cairuçu	34.690	Sim	US	O objetivo da UC é assegurar a proteção do ambiente natural, que abriga espécies raras e ameaçadas de extinção, paisagens de grande beleza cênica, sistemas hidrológicos da região e as comunidades caiçaras integradas nesse ecossistema.	Decreto n° 89242/1983	Federal	ICMBio
APA do Rio Japuiba	2.711	Não	US	Proteger e conservar os mananciais, regular o uso dos recursos hídricos e o parcelamento do solo, garantindo o uso racional dos recursos naturais e protegendo remanescentes de floresta atlântica e o patrimônio ambiental e cultural da região	Lei n° 1.888/2007	Municipal	Prefeitura de Angra dos Reis
ARIE das Ilhas Cataguás	9,8	Não	US	Organizar a visitação turística limitando o número de embarcações e a visitação pública, ordenar o uso e a exploração comercial na citada área e proteger o entorno marinho direto compreendido num raio de 2 km a partir do ponto central entre as duas ilhas	Lei n° 1.920/2007	Municipal	Prefeitura de Angra dos Reis
APA de Tamoios	20.636	Sim	US	Tem o objetivo de assegurar a proteção do ambiente natural, das paisagens notáveis e dos sistemas geo-hidrológicos, bem como as comunidades caiçaras tradicionais.	Decreto n° 9452/1986	Estadual	Inea

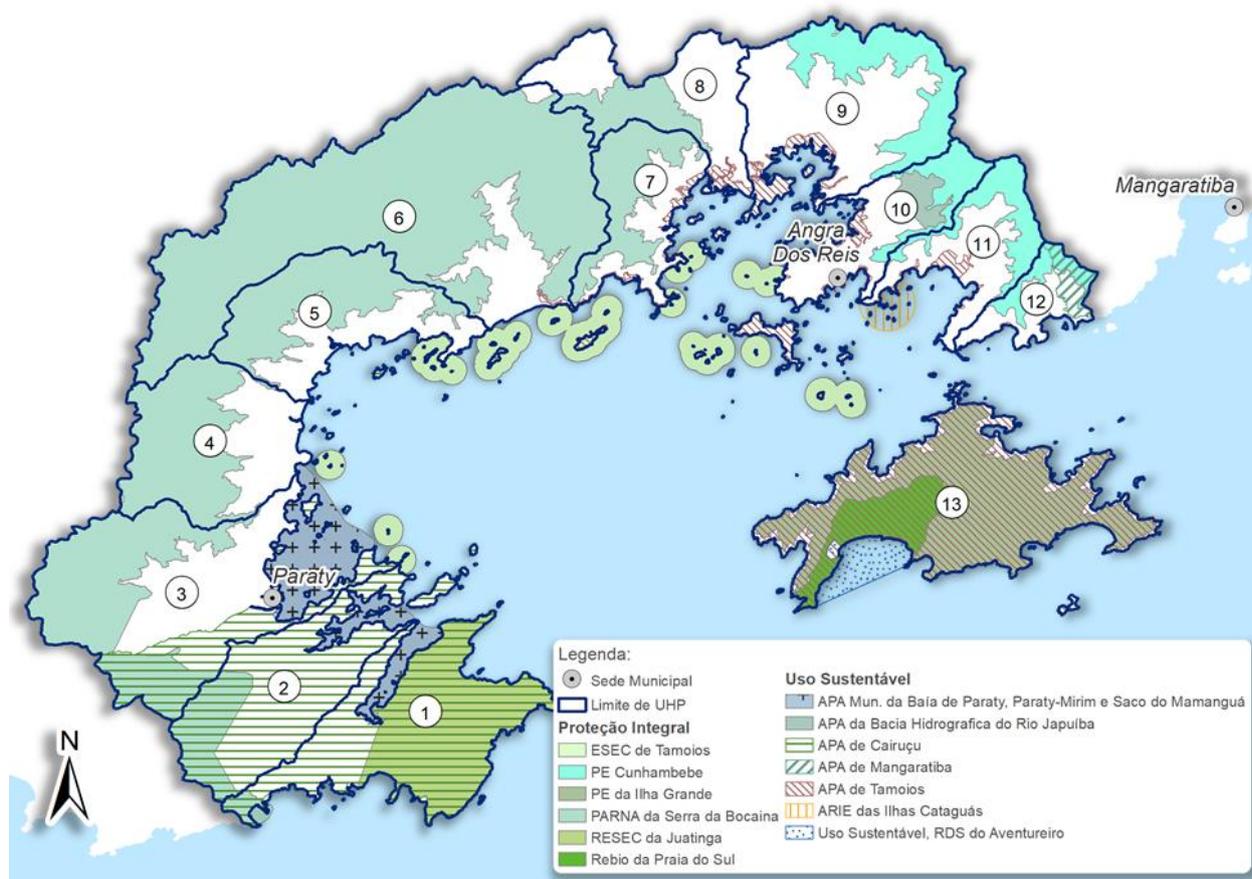
Observações: ¹ PI = Proteção Integral e US = Uso Sustentável.

² Em processo de recategorização para atendimento ao SNUC.

³ Foi adotado o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Cairuçu.

⁴ A gestão da RESEC Juatinga tem características de proteção integral na maior parte do território e de uso sustentável nas vilas caiçaras

Fonte: modificado de Inea (2015a).

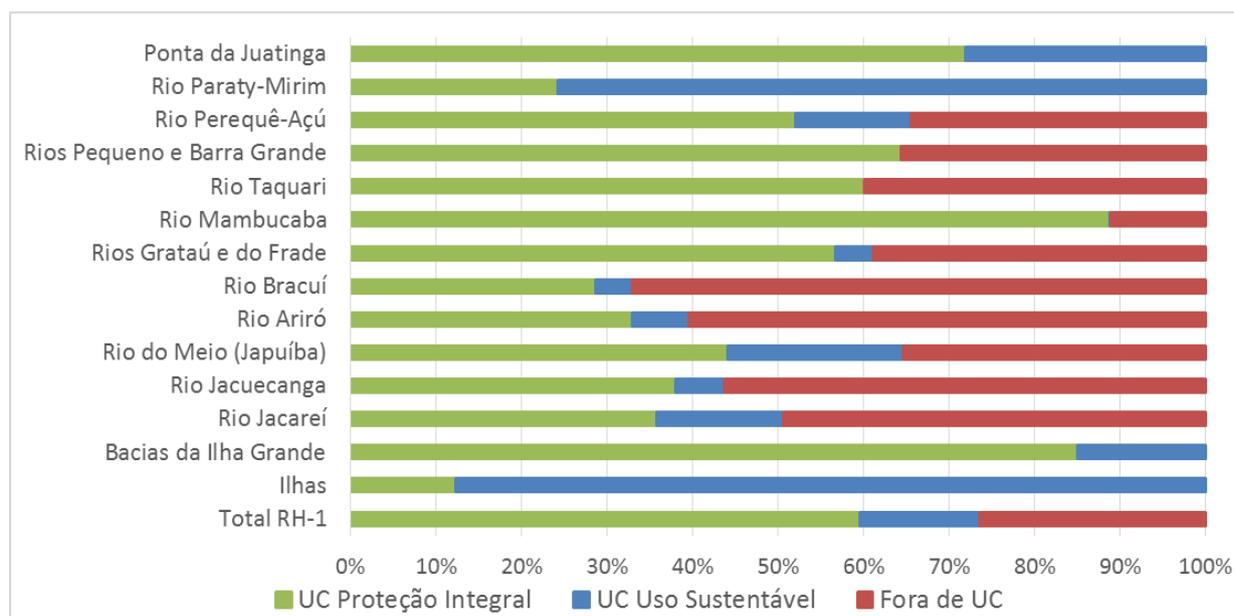


Fonte: Inea (2018), MMA (2018).

Figura 4.5 - Unidades de Conservação da RH-I.

4.3.1. Unidades de Conservação por UHP

A avaliação da área protegida por Unidades de Conservação, nas 14 UHPs definidas no presente estudo está apresentada na Figura 4.6. Observa-se que, em linhas gerais, a RH-I apresenta um alto percentual (73,6%) de áreas protegidas por UCs, comparativamente a outras regiões hidrográficas. Sendo que 60% do seu território está inserido em UCs de Proteção Integral e outros 14%, exclusivamente, em UCs do grupo de Uso Sustentável.



Fonte: Inea (2015a).

Figura 4.6 - Percentual de áreas protegidas por UCs nas UHPs da RH-I.

Dentre as UHPs com maior percentual protegido por UCs de Proteção Integral destacam-se a UHP do Rio Mambucaba com 88,8% da sua área total inserida no PARNA da Serra da Bocaina; a UHP Bacias da Ilha Grande com 85,3% da área inserida no PE Ilha Grande e REBIO da Praia da Sul; e a UHP Ponta da Juatinga com 71,1% inseridos no PARNA da Serra da Bocaina e na RESEC da Juatinga.

Já entre as UHPs protegidas exclusivamente por UCs de Uso Sustentável destacam-se a UHP-14 - Ilhas, na qual 85,9% da área total está inserida na APA Tamoios, APA de Cairuçu e ARIE Ilhas Cataguás; a UHP-2 - Rio Paraty-Mirim, com 75,6% da área total inserida na APA de Cairuçu; e a UHP-1 - Ponta da Juatinga, com 27,8% de seus territórios também protegidos exclusivamente pela APA de Cairuçu. Quando são consideradas também as UCs de PI, os territórios dessas três UHPs são 100% cobertos por UCs.

Por fim, considerando o percentual de área protegida pelo conjunto dos dois grupos de UCs, observa-se que as UHPs Bacias da Ilha Grande; Ilhas; Ponta da Juatinga; Rio Mambucaba e Rio Paraty-Mirim possuem mais de 90% de seus limites territoriais protegidos sob a esfera de alguma Unidade de Conservação. Ao passo que as UHPs Rio Jacuecanga (43,9%), Rio Ariró (39,5%) e Rio Bracuí (32,9%) apresentam os menores percentuais de área protegida por UCs de Proteção Integral e Uso Sustentável.

4.3.2. Mosaicos de Unidades de Conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985/00, BRASIL, 2000) estabelece que: “quando existir um conjunto de Unidades de Conservação de categorias



diferentes, ou não, próximas, justapostas ou sobrepostas, e outras áreas protegidas públicas ou privadas, constituindo um mosaico, a gestão do conjunto deverá ser feita de forma integrada e participativa, considerando-se os seus distintos objetivos de conservação, de forma a compatibilizar a presença da biodiversidade, a valorização da sociodiversidade e o desenvolvimento sustentável no contexto regional”.

Por este motivo, o MMA reconheceu o Mosaico Bocaina por meio da Portaria MMA nº 349/06, abrangendo as Unidades de Conservação presentes na RH-I, dentre outras. O Mosaico Bocaina abarca 14 municípios, 18 UCs e suas zonas de amortecimento, listadas no Quadro 4.4, além de sete Terras Indígenas, quatro Quilombos e instituições do Setor Privado, Sociedade Civil e Associações. A vasta abrangência do Mosaico Bocaina também se reflete na composição do seu Conselho Consultivo, que congrega um fórum de discussão regional bem heterogêneo e participativo, cuja gestão é pensada e planejada em escala mais ampla (INEA, 2015a).

Em que pese a criação e operação do Mosaico Bocaina tenha se configurado em avanço para a gestão na região, identifica-se uma desmobilização no período recente. A retomada do mosaico, especialmente como espaço para a articulação entre a gestão das UCs e, também, de articulação entre as políticas que influem diretamente sobre os recursos naturais, surge como desafio a ser observado na implementação do PRH-BIG, dada a influência que a boa gestão nas UCs da região possui sobre os recursos hídricos.

Quadro 4.4 - UCs que integram o Mosaico Bocaina (Portaria MMA N° 349/06).

UF	Esfera	Unidade de Conservação
RJ	Federal	Estação Ecológica de Tamoios (ESEC Tamoios)
RJ	Estadual	Área de Proteção Ambiental de Tamoios (APA Tamoios)
SP	Estadual	Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PESM-PIC)
RJ/SP	Federal	Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB)
RJ	Federal	Área de Proteção Ambiental de Cairuçu (APA de Cairuçu)
RJ	Municipal	Área de Proteção Ambiental Municipal da Baía de Paraty, Paraty-Mirim e Saco do Mamanguá (APA Baía de Paraty)
SP	Estadual	Área de Proteção Ambiental Silveiras (APA Silveiras)
RJ	Estadual	Área de Proteção Ambiental Mangaratiba (APA Mangaratiba)
RJ	Estadual	Parque Estadual do Cunhambebe (PEC)
SP	Federal	Estação Ecológica de Bananal (EE Bananal)
RJ	Estadual	Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG)
RJ	Estadual	Reserva Biológica da Praia do Sul (ReBio Praia do Sul)
RJ	Estadual	Reserva Ecológica Estadual da Juatinga (REEJ)
RJ	Estadual	Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro (RDS do Aventureiro)
SP	Estadual	Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA)
SP	Estadual	Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Norte (APALN)
SP	Estadual	Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia (PESM Santa Virgínia)
SP	Estadual	Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha (PESM- Cunha)

Fonte: Inea (2015a).



4.3.3. Áreas de Preservação Permanente (APPs)

Áreas de Preservação Permanente (APPs) são *espaços territoriais especialmente protegidos*, de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal. O Código Florestal (Lei Federal 12.651/12 e alterações posteriores) define Área de Preservação Permanente, art. 3º, como “*área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas*”. Desta forma, ressalta-se que as APPs não têm exclusivamente a função de preservar a *vegetação local*, mas uma função ambiental muito mais abrangente - a conservação da qualidade ambiental e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A atual situação das Áreas de Preservação Permanente foi estabelecida a partir da aplicação do artigo 4º, da Lei 12.651/12 (BRASIL, 2012), sobre a figura de uso do solo e cobertura vegetal da RH-I, considerando-se os topos de morro, declividade igual ou superior a 45° e margens dos cursos d'água e respectivas nascentes. Os limites aplicados para definição das APPs são apresentados no Quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Áreas de Preservação Permanente mapeadas para a RH-I (Lei 12.651/12).

Definições	Limites
Nascentes	Raio de 50m
Largura do rio < 10m	Faixa de 30m
Largura do rio 10 - 50m	Faixa de 50m
Largura do rio 50-200m	Faixa de 100m
Reservatório natural com área < 20ha	Faixa de 50m
Reservatório artificial com 5Ha de abastecimento público	Faixa de 100m
APPs Topo de Morro	-
APPs de encosta (declividade $\geq 45^\circ$)	-
APPs de altitude superior a 1.800m	-

Fonte: Brasil (2012).

A metodologia utilizada para mapear as APPs foi considerada de forma distinta em função dos formatos dos dados, matricial e vetorial. Este último apresenta três tipos de dados: ponto, linha e polígono. Fez-se necessária preparação dos dados de entrada, tornando-os compatíveis para os procedimentos e processamento realizados. Foi realizada a inserção de pontos a montante da base hidrográfica e filtragem no modelo digital de elevação (MDE). De forma sucinta e ilustrativa são apresentados na Figura 4.7 alguns passos realizados.



(A)



(B)



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.7 - Metodologia de mapeamento das APPs. (A) Dados vetoriais (b) Dados matriciais.

Para fins de avaliação da situação das APPs, as classes de uso do solo e cobertura vegetal foram agrupadas em Áreas Naturais e Áreas Antrópicas. O grau de degradação das APPs foi categorizado em "baixo", "moderado", "alto" e "muito alto", conforme metodologia proposta por Salamene e colaboradores (2011), sendo que:

- Baixo grau de degradação: igual ou superior a 75% de Áreas Naturais;
- Moderado grau de degradação: entre 75% e 50% de Áreas Naturais;
- Alto grau de degradação: entre 50% e 25% de Áreas Naturais;
- Muito alto grau de degradação: igual ou inferior a 25% de Áreas Naturais.

Importante ressaltar ainda que, em virtude da escala de análise, os resultados alcançados não detectam toda alteração das áreas, uma vez que impactos pontuais/localizados, frequentes em APPs de áreas urbanas, podem não ter sido detectados.

Observa-se, acerca dos resultados apresentados a seguir, que a classe “áreas antropizadas” corresponde a área em processo de consolidação, com telhados entremeados por árvores, áreas de solo exposto ou mineração; também observa-se que a classificação da vegetação é apresentada de maneira abreviada: estágio inicial de regeneração é apresentado como “Veg. estágio inicial” e estágio médio de regeneração é apresentado junto a estágio avançado de regeneração, por estar assim no dado de uso e cobertura adotado, é apresentado como “Veg. estágio médio/avançado”.

Para uma análise mais restritiva, foram consideradas somente as APPs que não estão sobrepostas a UCs, uma vez que estas fazem com que parte relevante das APPs esteja em território protegido. As porcentagens apresentadas são as áreas fora de UCs relativas ao total de cada classe de uso do solo na UHP, tanto fora ou inseridas em UCs. As UHPs 1, 2, 13 e 14



são 100% cobertas por UCs, e por isso não constam nesta análise. No Quadro 4.6 estão apresentados os resultados obtidos, sendo aqui agrupadas as APPs de cursos d'água, de encostas (declividade $\geq 45^\circ$) e de topo de morro, por UHP.

Quadro 4.6 - Quantitativo em porcentagem do uso do solo em APPs que não estão sobrepostas a UCs.

UHP	Classe de Uso do Solo	Área (%)	Grau de antropização	
3	Rio Perequê-Açú	Afloramento rochoso	0,02	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	2,80	
		Cordões arenosos	0,06	
		Corpos d'água	0,83	
		Floresta Pioneira	0,88	
		Pastagens	14,21	
		Urbano	4,92	
		Veg. estágio médio/avançado	70,07	
		Veg. estágio inicial	6,21	
		Total Áreas Naturais	78,06	
4	Rios Pequeno e Barra Grande	Afloramento rochoso	0,93	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	0,93	
		Cordões arenosos	0,07	
		Corpos d'água	0,42	
		Floresta Pioneira	0,31	
		Pastagens	19,96	
		Restinga	0,81	
		Urbano	0,45	
		Veg. estágio médio/avançado	68,81	
		Veg. estágio inicial	7,31	
Total Áreas Naturais	78,66			
5	Rio Taquari	Afloramento rochoso	0,03	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	2,94	
		Cordões arenosos	0,28	
		Corpos d'água	0,53	
		Floresta Pioneira	0,56	
		Pastagens	4,24	
		Restinga	0,26	
		Urbano	0,64	
		Veg. estágio médio/avançado	84,81	
		Veg. estágio inicial	5,72	
Total Áreas Naturais	92,18			
6	Rio Mambucaba	Afloramento rochoso	0,06	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	1,50	
		Cordões arenosos	0,59	
		Corpos d'água	7,70	
		Floresta Pioneira	1,87	
		Pastagens	17,57	
		Restinga	0,28	
		Urbano	4,31	
		Veg. estágio médio/avançado	58,39	
		Veg. estágio inicial	7,73	
Total Áreas Naturais	76,62			
7	Rios Grataú e do Frade	Áreas antropizadas	2,22	Moderado grau de degradação
		Cordões arenosos	0,04	
		Corpos d'água	1,32	
		Floresta Pioneira	0,02	
		Pastagens	18,56	
		Urbano	5,60	
		Veg. estágio médio/avançado	67,17	
		Veg. estágio inicial	5,08	
		Total Áreas Naturais	73,62	



UHP		Classe de Uso do Solo	Área (%)	Grau de antropização
8	Rio Bracuí	Áreas antropizadas	1,39	Baixo grau de degradação
		Cordões arenosos	0,05	
		Corpos d'água	1,52	
		Floresta Pioneira	0,14	
		Pastagens	1,52	
		Urbano	0,81	
		Veg. estágio médio/avançado	92,27	
		Veg. estágio inicial	2,29	
		Total Áreas Naturais	96,28	
9	Rio Ariró	Áreas antropizadas	3,63	Baixo grau de degradação
		Corpos d'água	0,48	
		Floresta Pioneira	0,96	
		Pastagens	19,39	
		Urbano	0,10	
		Veg. estágio médio/avançado	73,90	
		Veg. estágio inicial	1,54	
		Total Áreas Naturais	76,88	
10	Rio do Meio (Japuíba)	Áreas antropizadas	6,92	Moderado grau de degradação
		Cordões arenosos	0,13	
		Corpos d'água	0,08	
		Floresta Pioneira	0,12	
		Pastagens	19,88	
		Urbano	22,44	
		Veg. estágio médio/avançado	45,50	
		Veg. estágio inicial	4,93	
Total Áreas Naturais	50,76			
11	Rio Jacuecanga	Áreas antropizadas	2,28	Baixo grau de degradação
		Cordões arenosos	0,08	
		Corpos d'água	0,02	
		Pastagens	12,17	
		Urbano	9,14	
		Veg. estágio médio/avançado	66,09	
		Veg. estágio inicial	10,22	
		Total Áreas Naturais	76,41	
12	Rio Jacareí	Afloramento rochoso	1,68	Moderado grau de degradação
		Áreas antropizadas	7,56	
		Cordões arenosos	0,79	
		Pastagens	13,95	
		Urbano	6,59	
		Veg. estágio médio/avançado	65,66	
		Veg. estágio inicial	3,78	
		Total Áreas Naturais	71,91	
Legenda:				
Classes consideradas como "Áreas Naturais"				

Fonte: Adaptado de Inea (2015a).

Dentre as 11 UHPs consideradas, 8 apresentam bom grau de conservação, ou baixo grau de degradação. As UHPs 7, 10 e 12 apresentam moderado grau de conservação, ou moderado grau de degradação.

No Quadro 4.7 estão apresentados os resultados da análise onde foram consideradas somente as áreas das APPs que estão sobrepostas por UCs de Uso Sustentável.



Quadro 4.7 - Quantitativo em porcentagem do uso do solo em APPs sobrepostas por UCs de Uso Sustentável.

UHP	Classe de Uso do Solo	Área (%)	Grau de antropização	
1	Ponta da Juatinga	Afloramento rochoso	0,15	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	0,67	
		Cordões arenosos	0,39	
		Corpos d'água	0,09	
		Floresta Pioneira	2,24	
		Pastagens	1,06	
		Urbano	0,67	
		Veg. estágio médio/avançado	93,65	
		Veg. estágio inicial	1,07	
		Total Áreas Naturais	97,59	
		2	Rio Paraty-Mirim	
Áreas antropizadas	1,76			
Cordões arenosos	0,06			
Corpos d'água	0,15			
Floresta Pioneira	1,93			
Pastagens	10,11			
Urbano	0,02			
Veg. estágio médio/avançado	79,07			
Veg. estágio inicial	6,85			
Total Áreas Naturais	88,11			
3	Rio Perequê-Açú			Afloramento rochoso
		Áreas antropizadas	3,74	
		Cordões arenosos	0,14	
		Corpos d'água	1,06	
		Floresta Pioneira	1,14	
		Pastagens	13,50	
		Urbano	1,85	
		Veg. estágio médio/avançado	72,52	
		Veg. estágio inicial	5,97	
		Total Áreas Naturais	80,91	
		6	Rio Mambucaba	Cordões arenosos
Corpos d'água	4,37			
Floresta Pioneira	65,78			
Pastagens	8,40			
Urbano	7,42			
Veg. estágio médio/avançado	6,34			
Veg. estágio inicial	1,88			
Total Áreas Naturais	84,12			
7	Rios Grataú e do Frade	Áreas antropizadas	3,42	Alto grau de degradação
		Cordões arenosos	0,85	
		Corpos d'água	12,16	
		Floresta Pioneira	7,02	
		Pastagens	24,70	
		Urbano	29,49	
		Veg. estágio médio/avançado	2,89	
		Veg. estágio inicial	19,48	
Total Áreas Naturais	42,39			



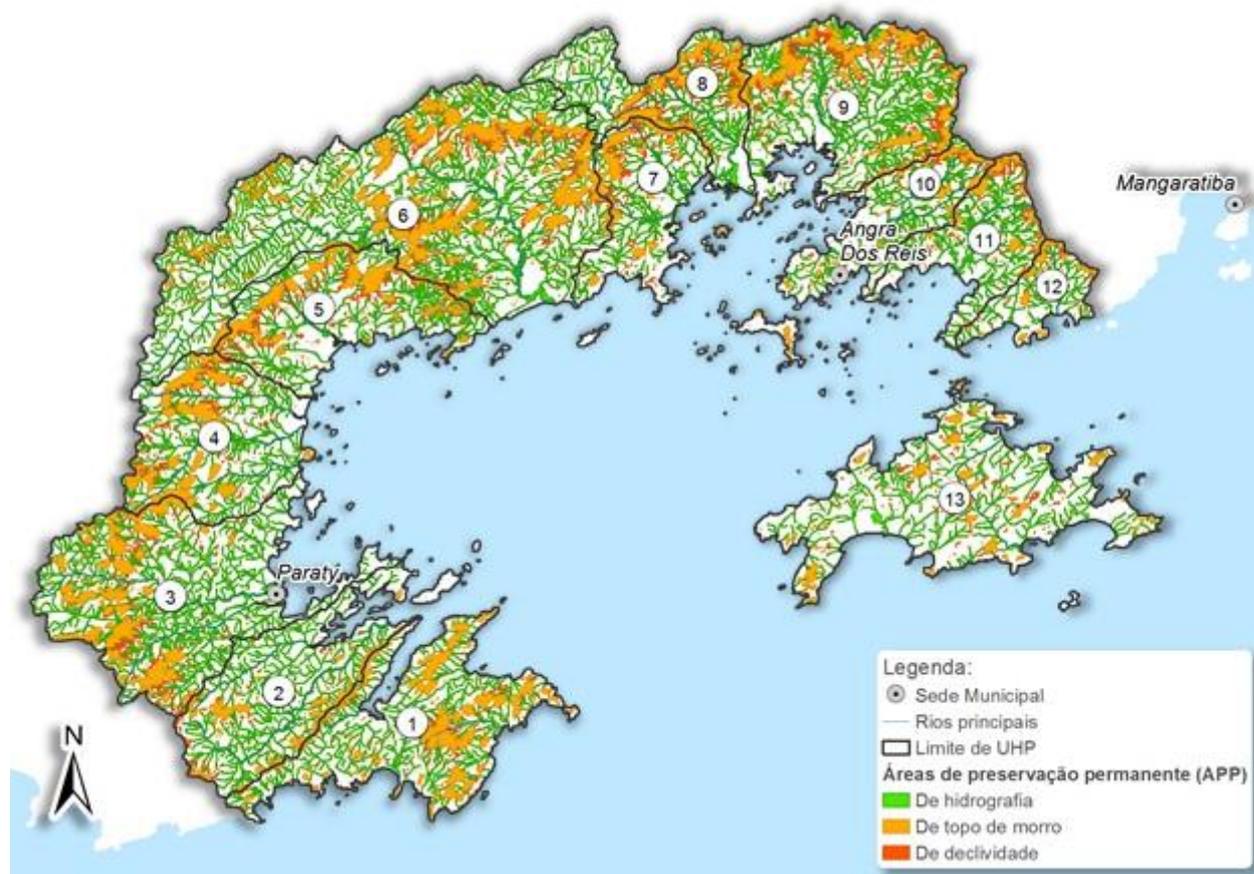
UHP		Classe de Uso do Solo	Área (%)	Grau de antropização
8	Rio Bracuí	Áreas antropizadas	4,04	Moderado grau de degradação
		Corpos d'água	10,05	
		Floresta Pioneira	16,95	
		Pastagens	7,83	
		Urbano	37,13	
		Veg. estágio médio/avançado	20,51	
		Veg. estágio inicial	3,46	
		Total Áreas Naturais	50,97	
9	Rio Ariró	Áreas antropizadas	5,25	Baixo grau de degradação
		Corpos d'água	0,95	
		Floresta Pioneira	39,09	
		Pastagens	0,82	
		Urbano	4,67	
		Veg. estágio médio/avançado	47,53	
		Veg. estágio inicial	1,69	
Total Áreas Naturais	89,26			
10	Rio do Meio (Japuíba)	Áreas antropizadas	6,15	Baixo grau de degradação
		Cordões arenosos	0,71	
		Corpos d'água	0,08	
		Floresta Pioneira	5,44	
		Pastagens	4,14	
		Urbano	9,63	
		Veg. estágio médio/avançado	70,89	
		Veg. estágio inicial	2,96	
Total Áreas Naturais	80,08			
11	Rio Jacuecanga	Áreas antropizadas	2,56	Alto grau de degradação
		Cordões arenosos	0,72	
		Corpos d'água	1,71	
		Pastagens	8,21	
		Urbano	52,75	
		Veg. estágio médio/avançado	26,13	
		Veg. estágio inicial	7,91	
Total Áreas Naturais	36,48			
12	Rio Jacareí	Áreas antropizadas	4,96	Baixo grau de degradação
		Cordões arenosos	1,35	
		Pastagens	3,66	
		Urbano	3,95	
		Veg. estágio médio/avançado	85,44	
		Veg. estágio inicial	0,64	
Total Áreas Naturais	87,43			
13	Bacias da Ilha Grande	Afloramento rochoso	1,72	Baixo grau de degradação
		Áreas antropizadas	3,52	
		Cordões arenosos	1,43	
		Corpos d'água	0,16	
		Urbano	0,35	
		Veg. estágio médio/avançado	5,07	
Total Áreas Naturais	86,07			
14	Ilhas	Afloramento rochoso	2,16	Baixo grau de degradação
		Floresta Pioneira	3,97	
		Pastagens	4,17	
		Veg. estágio médio/avançado	84,65	
		Veg. estágio inicial	5,04	
Total Áreas Naturais	95,82			
Legenda:		Classes consideradas como "Áreas Naturais"		

Fonte: Adaptado de Inea (2015a).

Dentre as porções das UHPs localizadas dentro das áreas de UCs, uma possui moderado grau de degradação (UHP 8 - Rio Bracuí), e duas alto grau de degradação (UHPs 7 - Rios Grataú



e do Frade e 11 - Rio Jacuecanga). Na Figura 4.8 estão apresentadas as APPs delimitadas no presente estudo, que é apresentado em maior detalhe no Relatório de Caracterização Física e Biótica (RD01) do PRH-BIG.



Fonte: Inea (2015), IBGE (2018).

Figura 4.8 - Áreas de preservação permanente da RH-I.

4.3.4. Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), criado pelo Ministério do Meio Ambiente, possibilitou a identificação de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCBs) no Brasil. Posteriormente, o Decreto Federal nº 5.092/04 designou o MMA como órgão responsável pela instituição das APCBs. Neste sentido, a Portaria Ministerial nº 126/04, em seu art. 2º determina que as ações de conservação *in situ* da biodiversidade serão classificadas segundo três prioridades: Extremamente Alta, Muito Alta e Alta. Sendo que tais indicativos foram consolidados nos termos da referida Portaria pelo mapa "Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira" (MMA, 2004).



Em 2006, foi conduzido o 1º processo de Atualização das Áreas e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, que passou a considerar também as UCs e Terras Indígenas (TIs) como áreas prioritárias. Os resultados foram sistematizados em banco de dados e no mapa com as novas áreas prioritárias, aprovados pela Deliberação CONABIO nº46/06 e reconhecidos pela Portaria nº 9/07, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007). Atualmente, encontra-se em processo de elaboração a 2ª atualização do Mapa das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade, todavia a atualização referente à Zona da Mata Atlântica e à Zona Costeira e Marinha, não foi concluída até o momento.

A RH-I Baía da Ilha Grande abrange áreas de quatro APCBs classificadas como importância biológica “Extremamente Alta”, e uma APCB classificada como de “Alta” importância biológica. São elas, segundo MMA (2007):

- Ma208 - Zona de Amortecimento do PE Serra do Mar - litoral norte
- Ma230 - Angra dos Reis
- MaZc200 - Ilha Grande e Jorge Grego
- MaZc205 - Baía da Ilha Grande - RJ
- MaZc209 - Bocaina

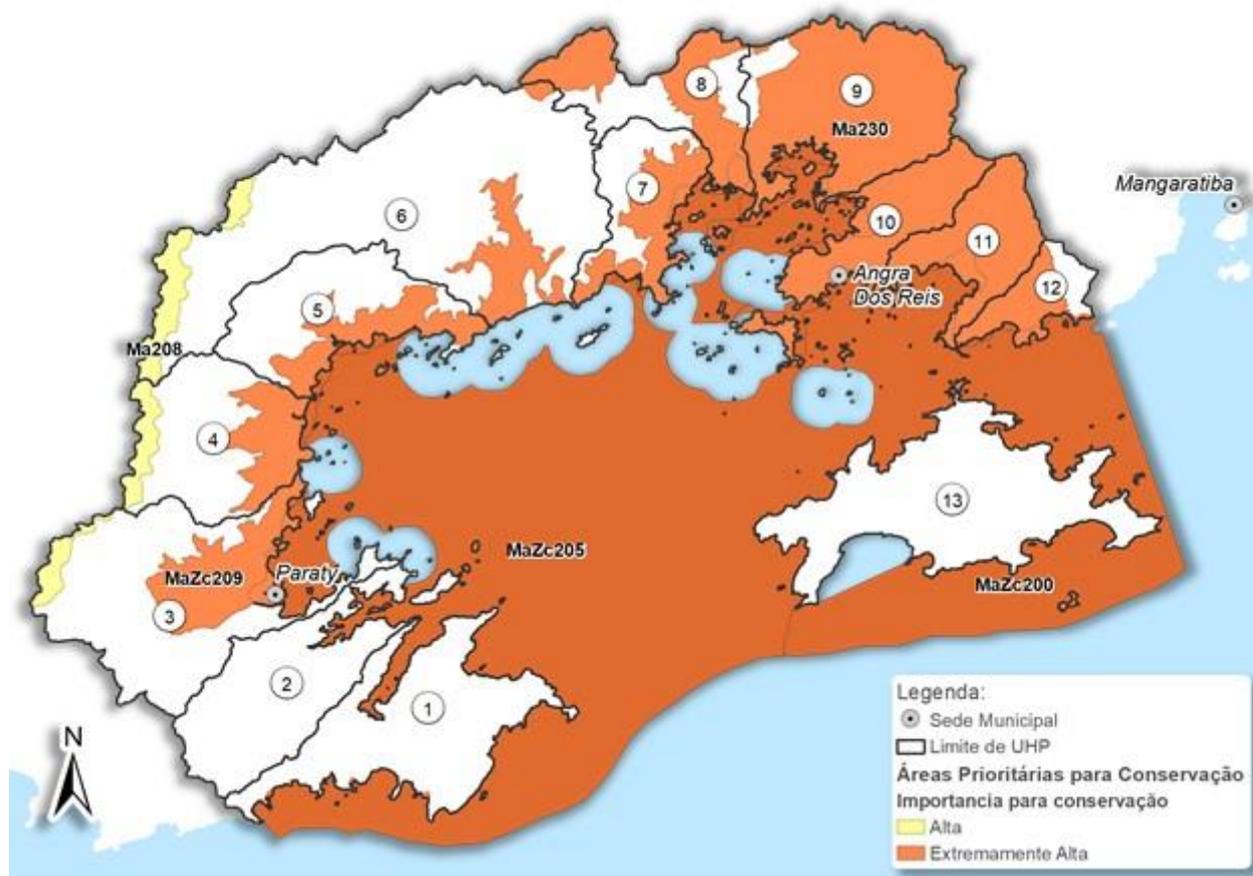
No Quadro 4.8 estão apresentadas as principais características, as ações recomendadas, oportunidades e ameaças das APCBs da RH-I, que juntas somam 1.905,13 km², e cujas localizações estão apresentadas na Figura 4.9. Ressalta-se que as UCs não foram consideradas como APCB neste levantamento por já terem sido consideradas em capítulo específico.



Quadro 4.8 - Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na RH-I.

Código APCB	Nome	Bioma	Sub-bioma	Ação Prioritária	Área (km²)	Importância Biológica	Prioridade de ação	Ações recomendadas	Oportunidades	Ameaças
Ma208	Z.A. PE Serra do Mar	Mata Atlântica		Recuperação	45,62	Alta	Alta	Compatibilização de atividades econômicas com a conservação. Criar RPPNs	Potencial Turismo Ecológico; Potencial para criação de RPPNs	Desmatamento; Caça; Expansão de monoculturas de árvores exóticas com supressão de vegetação; Erosão.
Ma230	Angra dos Reis	Mata Atlântica		Recuperação	414,30	Extrem. Alta	Extrem. Alta	Criação de RPPN Turismo rural Criação de UC (a definir)	Conectividade com UCs; corredor ecológico; recursos hídricos.	Caça, fogo, especulação imobiliária, agricultura e urbanização
MaZc200	Ilha Grande e Jorge Grego	Mata Atlântica	Zona Costeira	Criar UC - PI	143,55	Extrem. Alta	Extrem. Alta	Controle de espécies exóticas	Conectividade com lado sul da ilha grande; ecossistemas marinhos preservados, acesso restrito, turismo ecológico, atuação de Universidades	Pesca predatória, desmatamento, urbanização, espécies exóticas invasoras
MaZc205	Baía da Ilha Grande	Mata Atlântica	Zona Costeira	Fomento ao Uso Sustentável	1.141,76	Extrem. Alta	Muito alta	Criação de UC de Proteção Integral	Turismo; região ainda bem conservada, Alta biodiversidade; ocorrência de pequenos cetáceos; área de recrutamento de peixes	Terminal petrolífero; indústria naval e tráfego marítimo; especulação imobiliária, espécies exóticas invasoras de moluscos e corais
MaZc209	Bocaina	Mata Atlântica	Zona Costeira	Criar UC - PI	159,89	Extrem. Alta	Extrem. Alta	Controle de espécies exóticas invasoras	Fauna ameaçada, recursos hídricos, beleza cênica, potencial de ecoturismo	Caça, assoreamento, agropecuária, expansão imobiliária, espécies exóticas

Fonte: MMA (2007).



Fonte: MMA (2007).

Figura 4.9 - Áreas prioritárias para conservação na RH-I.



5. MEIO SOCIOECONÔMICO

5.1. ORGANIZAÇÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Segundo as normas da Resolução n° 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que institui a Divisão Hidrográfica Nacional, a Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RH-I) está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. A RH-I contempla os territórios dos municípios de Paraty, Angra dos Reis e uma parcela do município de Mangaratiba, parcela essa que corresponde a parte do território do distrito de Conceição de Jacareí. Os três municípios fazem parte da Unidade Federativa do Estado do Rio de Janeiro. Além dos municípios, a RH-I também contempla uma faixa marinha de doze milhas náuticas medidas a partir da linha costeira.

Essa regionalização engloba a porção territorial destes municípios que sofrem influência direta dos fenômenos da zona costeira, e foi elaborada através da Resolução CERHI N°18 de 8 de novembro de 2006, subsequentemente modificada pela Resolução CERHI-RJ N°107 de 22 de maio de 2013, na qual foram definidas nove Regiões Hidrográficas. Apenas o município de Mangaratiba não possui a sua sede administrativa municipal dentro da RH-I.

5.2. DEMOGRAFIA

5.2.1. Demografia e urbanização

O contexto demográfico dos municípios integrados à RH-I inclui os municípios de Angra dos Reis, Paraty e Mangaratiba. Os três municípios totalizavam uma população de 241.805 habitantes no ano de 2010, apresentadas no Quadro 5.1 (IBGE, 2010).

Quadro 5.1 - População dos municípios que fazem parte da RH-I.

Município	Rural	Urbano	Total	Taxa de Urbanização	% Total Geral
Angra dos Reis	6.216	162.691	168.907	96,32%	69,85%
Mangaratiba	4.323	31.954	36.277	88,08%	15,00%
Paraty	9.452	27.169	36.621	74,19%	15,14%
Total	19.991	221.814	241.805	91,73%	100,00%

Fonte: IBGE (2010).

Em 2010, o município de Angra dos Reis apresentava o maior número de residentes, com 168.907 habitantes, em sua maioria na área urbana do município (96%) (IBGE, 2010). Paraty apresentava a segunda maior população, 36.621 residentes em 2010. Número semelhante ao de Mangaratiba, que possuía 36.277.

Cabe aqui salientar que as classificações das áreas urbana e rural utilizadas pelo IBGE seguem as seguintes definições (IBGE, 2010):



“Área urbana - Área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por lei municipal. Anteriormente, quando não existia legislação que regulamentasse as áreas urbanas de cidades ou vilas, o perímetro urbano foi traçado para atender a finalidade da coleta censitária.

Área rural - É definida como toda área externa ao perímetro urbano”

O município de Mangaratiba não possui o território político administrativo totalmente contemplado pela RH-I, portanto, para estimar a população total da região, serão somadas as populações dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e a parcela do Distrito de Conceição de Jacareí pertencente a RH-I. Serão utilizados os dados do Censo Demográfico de 2010, publicação decenal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2010).

Em relação à taxa de urbanização, Angra dos Reis é o município que apresenta a taxa mais significativa, com 96%, seguido de Paraty com 88%, e por fim Mangaratiba, que apresenta a menor taxa, de 74%. O distrito de Conceição de Jacareí possui uma população de 3.935 residentes, sendo em sua maioria na área urbana, apresentando uma taxa de urbanização de 99%. Sendo assim, a população total da RH-I, em 2010, era de 209.119 residentes.

Ressalta-se que as áreas classificadas como urbanas pelo IBGE, e/ou pelos planos diretores, não necessariamente apresentam características de áreas urbanizadas, podendo se caracterizar por propriedades com características rurais, conectadas por estradas de chão, e mesmo envolvidas em atividades tipicamente rurais, como sítios, fazendas, agricultura, etc. O que as define como regiões urbanas são as classificações do IBGE para os setores censitários, através de metodologia própria do órgão, que busca consultar os municípios e analisar o zoneamento municipal para definição das classificações.

Para obter uma estimativa aproximada dos dados demográficos referentes à regionalização das UHPs, foi feito um cruzamento entre a malha censitária de 2010 do IBGE e os polígonos das UHPs. O setor censitário é constituído por uma malha contínua contida em uma área rural ou urbana com uma proporção adequada para a coleta dos dados de campo por parte do pesquisador - o setor censitário é a menor unidade territorial dos dados do censo. Considerando o tamanho da área do setor censitário e a sua estrutura coesa, esta unidade é a mais adequada para se realizar os cruzamentos, pois se obtém uma estimativa mais próxima da realidade populacional das UHPs. Nos setores que cruzam mais de uma UHP, foi realizada uma metodologia para calcular a porcentagem da área do setor inserido na UHP e, a partir disto, estimar a população nesta área. Após esse cálculo, a população de 2010 foi projetada para 2018, através das taxas de crescimento municipais entre esses anos.

Os resultados destes procedimentos estão apresentados no Quadro 5.2 e Quadro 5.3.



Quadro 5.2 - População das UHPs que compõem a RH-I em 2010.

#	UHP Nome	População classificada como rural*		População classificada como urbana*		População		Taxa de urbanização*
		Abs	%	Abs	%	Abs	%	
1	Ponta da Juatinga	2.694	17,17%	36	0,02%	2.730	1,31%	1,32%
2	Rio Paraty-Mirim	3.299	21,02%	93	0,05%	3.392	1,62%	2,74%
3	Rio Perequê-Açú	2.021	12,88%	20.940	10,83%	22.961	10,98%	91,20%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	477	3,04%	1.485	0,77%	1.962	0,94%	75,69%
5	Rio Taquari	56	0,36%	2.666	1,38%	2.722	1,30%	97,94%
6	Rio Mambucaba	593	3,78%	22.057	11,40%	22.650	10,83%	97,38%
7	Rios Grataú e do Frade	4	0,03%	14.522	7,51%	14.526	6,95%	99,97%
8	Rio Bracuí	1.655	10,55%	6.531	3,38%	8.186	3,91%	79,78%
9	Rio Ariró	3.144	20,03%	1.737	0,90%	4.881	2,33%	35,59%
10	Rio do Meio (Japuíba)	59	0,38%	84.434	43,65%	84.493	40,40%	99,93%
11	Rio Jacuecanga	1.024	6,52%	26.574	13,74%	27.598	13,20%	96,29%
12	Rio Jacareí	40	0,25%	7.133	3,69%	7.173	3,43%	99,44%
13	Bacias da Ilha Grande	116	0,74%	4.795	2,48%	4.911	2,35%	97,64%
14	Ilhas	512	3,26%	422	0,22%	934	0,45%	45,18%
RH-I		15.694	100,00%	193.425	100,00%	209.119	100,00%	92,50%
Fora da RHI		4.297	-	28.389	-	32.686	-	86,85%

*Classificação do IBGE dos setores censitários.

Fonte: IBGE (2010).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2 e rural na UHP-7. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

Quadro 5.3 - Estimativa da população das UHPs que compõem a RH-I em 2018.

#	UHP Nome	População classificada como rural*		População classificada como urbana*		População	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
1	Ponta da Juatinga	3.060	16,89%	41	0,02%	3.101	1,26%
2	Rio Paraty-Mirim	3.747	20,68%	106	0,05%	3.853	1,57%
3	Rio Perequê-Açú	2.295	12,67%	23.781	10,45%	26.076	10,62%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	542	2,99%	1.687	0,74%	2.229	0,91%
5	Rio Taquari	64	0,35%	3.028	1,33%	3.092	1,26%
6	Rio Mambucaba	683	3,77%	25.988	11,42%	26.671	10,86%
7	Rios Grataú e do Frade	6	0,03%	17.168	7,55%	17.174	6,99%
8	Rio Bracuí	1.957	10,80%	7.721	3,39%	9.678	3,94%
9	Rio Ariró	3.716	20,51%	2.054	0,90%	5.770	2,35%
10	Rio do Meio (Japuíba)	67	0,37%	99.823	43,88%	99.890	40,67%
11	Rio Jacuecanga	1.212	6,69%	31.420	13,81%	32.632	13,29%
12	Rio Jacareí	48	0,26%	8.488	3,73%	8.536	3,48%
13	Bacias da Ilha Grande	137	0,76%	5.669	2,49%	5.806	2,36%
14	Ilhas	581	3,21%	496	0,22%	1.077	0,44%
RH-I		18.115	100%	227.470	100%	245.585	100%
Fora da RHI		5.150	-	34.018	-	39.168	-

*Classificação do IBGE, retirada dos respectivos planos diretores municipais.

Fonte: IBGE (2018).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2 e rural na UHP-7. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

Ao todo são 14 UHPs, divididas entre os três municípios. A UHP Rio do Meio (Japuíba) é a que apresenta maior população, com 84.493 residentes em 2010, e 99.890 estimados em 2018,



sendo que quase toda a concentração populacional se encontra na área urbana, com uma taxa de urbanização de 99,93%, a maior de toda a RH-I. Esta UHP representa mais de 40% da população total da RH-I.

A UHP menos populosa é a das Ilhas, com 934 residentes em 2010, e 1.077 estimados em 2018, representando aproximadamente 0,4% de toda a população da RH-I. A menor taxa de urbanização refere-se à UHP Ponta de Juatinga com 1,32% de urbanização.

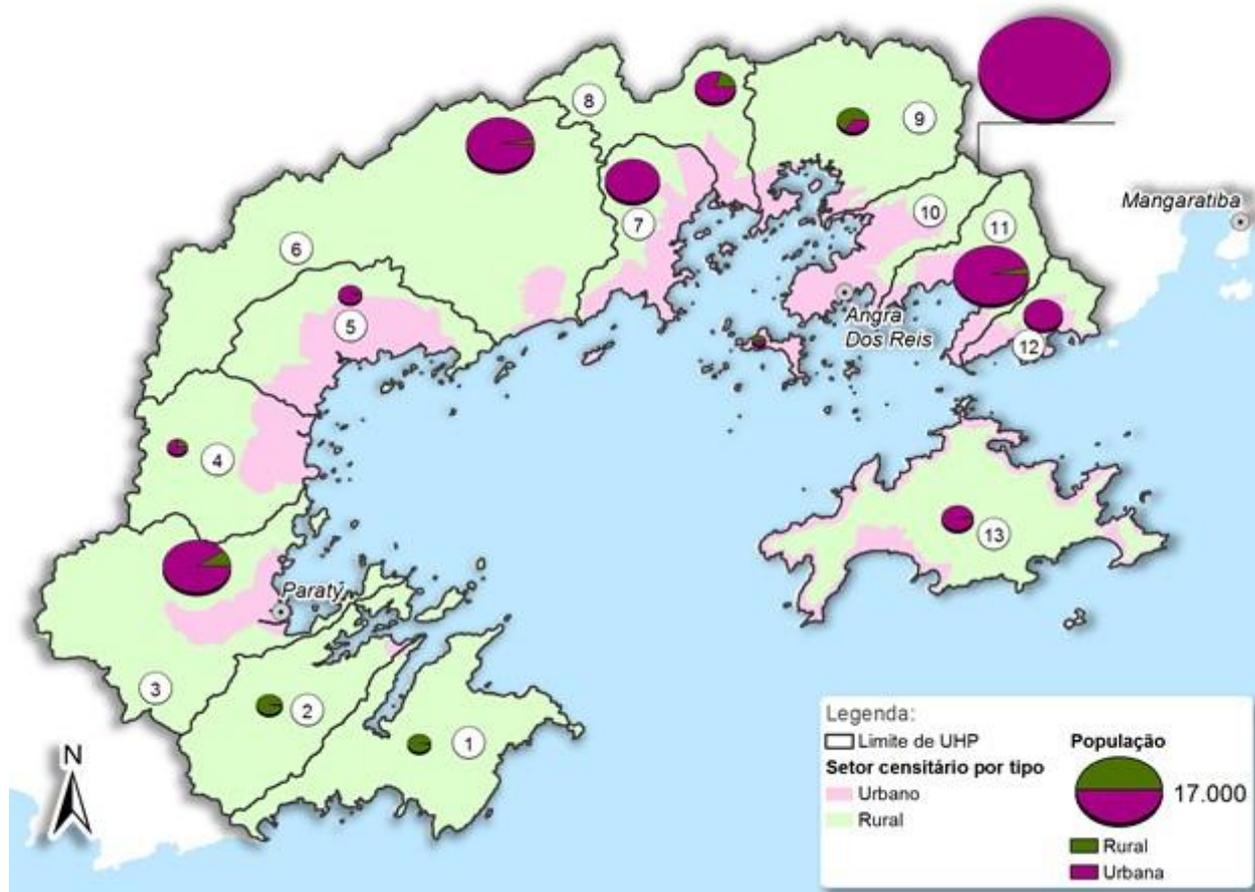
O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

A seguir estão apresentadas as populações por UHP, classificadas entre urbanas e rurais, segundo classificação do IBGE, na Figura 5.1, e as taxas de urbanização, baseadas no mesmo critério, na Figura 5.2.

Na Figura 5.1 as áreas em rosa representam os setores censitários classificados como urbanos, ou de expansão urbana, pelo IBGE, que busca as classificações dos planos diretores municipais. Os planos diretores classificam certos setores como expansão urbana, prevendo o crescimento das cidades nessas áreas, ainda que não estejam densamente urbanizados atualmente, e o IBGE entende a classificação de expansão urbana como setores censitários urbanos.

Na Figura 5.2 estão apresentadas as taxas de urbanização por UHP, definidas a partir da proporção de população urbana e rural em relação à total. As cores mais escuras representam as UHPs onde uma maior porção da população é classificada como urbana.

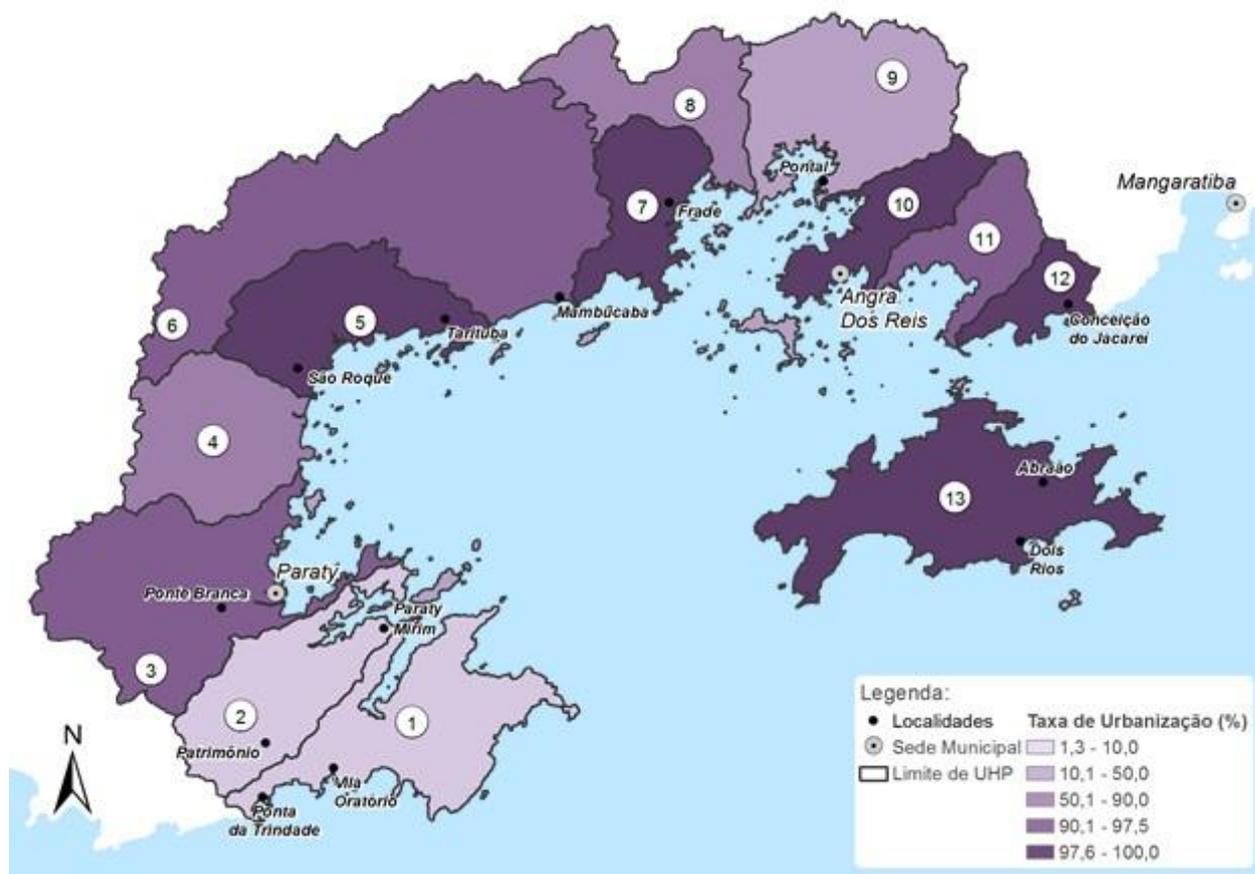
A metodologia utilizada pelo IBGE para classificação dos setores censitários como urbanos e rurais gera os resultados apresentados na Figura 5.2, onde UHPs como a Ilha Grande são apresentados como quase totalmente urbanos. Esses resultados chamam a atenção por serem contra intuitivos, visto que a Ilha Grande é um local de pouco adensamento, porém, segundo a classificação usada pelo órgão, os setores censitários ocupados pela população são definidos como urbanos, logo, sua população é urbana.



Fonte: IBGE (2010).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2 e rural na UHP-7. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

Figura 5.1 - População total, urbana e rural das UHPs que compõem a RH-I.



Fonte: IBGE (2010).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2 e rural na UHP-7. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

Figura 5.2 - Taxa de urbanização da população nas UHPs da RH-I.



5.2.2. Zoneamento Municipal

O zoneamento é um instrumento, de escopo municipal, para regular e planejar o processo de ocupação dos seus territórios. Em geral são definidos nos planos Diretores Municipais, podendo ter também legislação específica complementando o definido no plano diretor. O IBGE, segundo sua metodologia, utiliza as informações fornecidas pela legislação municipal para definir os setores censitários como urbanos ou rurais.

Para verificar a consistência das informações acerca do zoneamento, e das classificações das zonas urbanas entre urbanas e rurais, foram consultadas duas outras fontes de dados:

- Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2015), para o zoneamento do município de Paraty;
- Bases de dados do zoneamento municipal de Angra dos Reis (ANGRA DOS REIS, 2018), para o zoneamento do município de Angra dos Reis.

Analisando as bases de dados de duas fontes, constatou-se que há discrepâncias entre elas e o definido pelo IBGE e que não há sobreposição das zonas consideradas como urbanas e rurais. Especificações do zoneamento podem ocorrer através de legislações específicas, e o IBGE consultar apenas o plano diretor. Além disso, as classificações dos setores sempre são realizadas durante o Censo Demográfico, e entre um censo e outro podem ocorrer atualizações no zoneamento, que só serão incorporadas à base de dados do IBGE durante o próximo Censo Demográfico.

Para os cálculos de população, no entanto, os únicos dados disponíveis, e que constam como bases demográficas oficiais no território nacional, são aquelas disponibilizadas pelo IBGE. Ainda que os municípios apresentem um zoneamento diferente daquele definido nos setores censitários, não é possível recalculá-las as populações urbanas e rurais através desses zoneamentos, visto que os únicos dados de população são os do IBGE.

Não obstante, serão apresentados os zoneamentos municipais, conforme disponibilizados nas bases consultadas, no Quadro 5.4 e Figura 5.3.

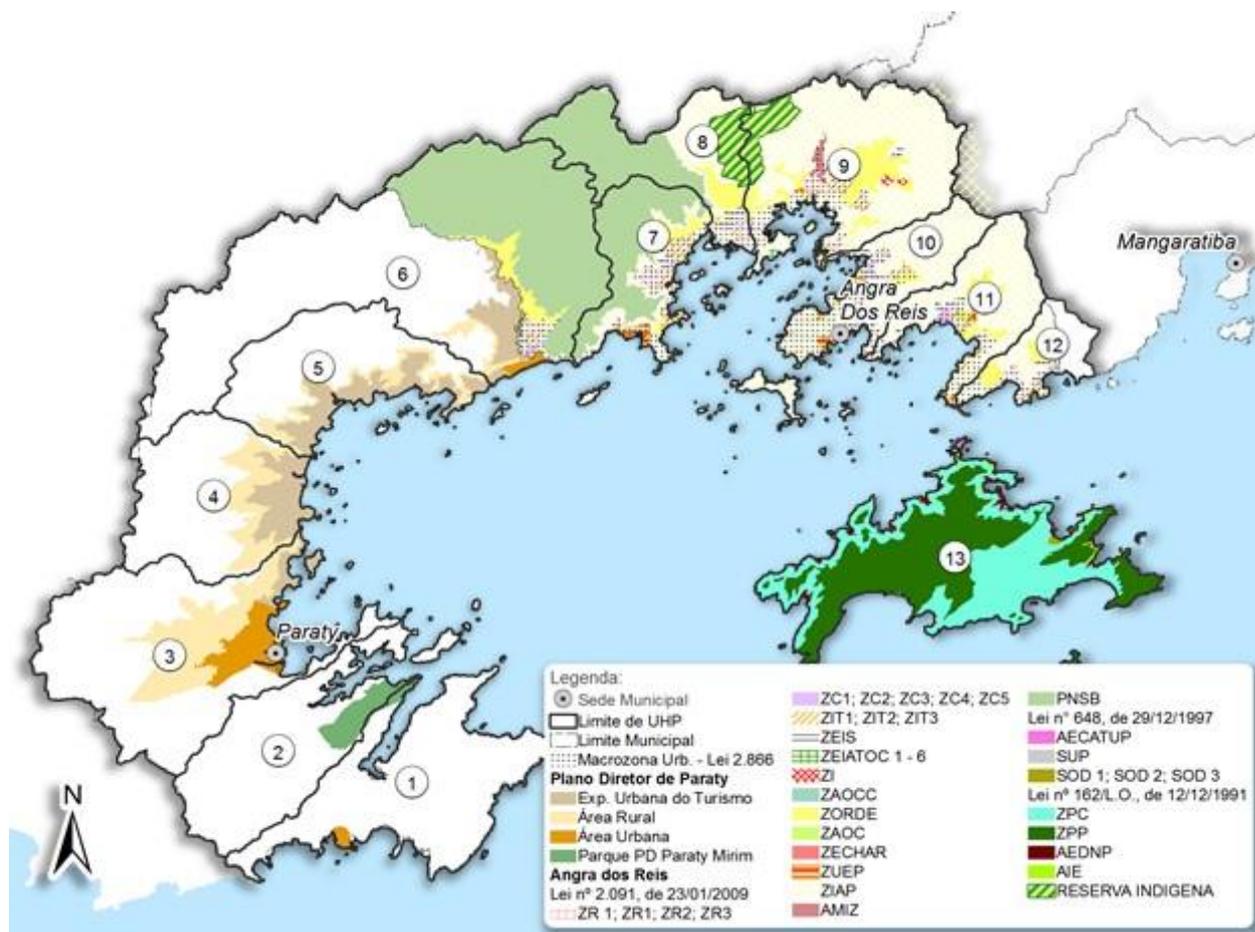


Quadro 5.4 - Descrição e siglas do zoneamento de Angra dos Reis.

Sigla	Descrição
ZR	Zona Residencial
ZC	Zona Comercial
ZIT	Zona de Interesse Turístico
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
ZEIATOC	Zona Especial de Interesse Ambiental e Turístico de Ocupação Controlada
ZI	Zona Industrial
ZAOCC	Zona de Interesse Ambiental e de Ocupação Coletiva do Centro
ZORDE	Zona Rural de Desenvolvimento Especial
ZAOC	Zona Ambiental de Ocupação Coletiva
ZECHAR	Zona Especial do Centro Histórico de Angra dos Reis
ZUEP	Zona de Utilização Especial Pública
ZIAP	Zona de Interesse Ambiental de Proteção
AMIZ	Área de Microzoneamento
PNSB	Parque Nacional da Serra da Bocaina
AECATUP	Área Especial de Interesse Cultural, Ambiental, Turístico e de Utilização Pública das Ilhas do Município de Angra dos Reis
SUP	Sub-área de Utilização Pública
SOD	Sub-área de Ocupação Diversificada
ZPC	Zona de Preservação Congelada
ZPP	Zona de Preservação Permanente
AEDNP	Área Especial de Desenvolvimento de Núcleo de Pescadores
AIE	Áreas de Interesse Ecológico

Fonte: ANGRA DOS REIS (2018), INEA (2015).

O zoneamento de Paraty apresenta a nomenclatura das zonas de forma descritiva, não por siglas, por isso é informado diretamente na legenda da Figura 5.3.



Fonte: ANGRA DOS REIS (2018), INEA (2015).

Figura 5.3 - Zoneamento dos municípios de Angra dos Reis e Paraty.

5.2.3. Dinâmica populacional

Para analisar a dinâmica populacional da RH-I, foi realizado um comparativo entre os dados de população referentes aos censos de 1991, 2000 e 2010. Utilizou-se a taxa geométrica de crescimento populacional anual (TGCA) aplicada às duas estimativas de população para instrumentalizar a análise. No Quadro 5.5 estão apresentadas estas informações para o intervalo de 1991 a 2000.

Quadro 5.5 - Taxa geométrica de crescimento anual (%a.a.) da população estimada da RH-I entre os anos de 1991-2000.

Região	TGCA RURAL 1991/2000	TGCA URBANO 1991/2000	TGCA TOTAL 1991/2000
RH-I	0,5	4,3	3,7

Fonte: IBGE (2010).

Houve crescimento populacional no território da RH-I como um todo. Este crescimento foi significativamente maior na área urbana (4,3 de TGCA). Em números absolutos isto representa um acréscimo de 42.512 pessoas na RH-I. Sendo 41.684 nas áreas urbana e apenas 828 nas



áreas rurais. No Quadro 5.6 está apresentada a taxa de crescimento para o período de 2000 a 2010.

Quadro 5.6 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I entre os anos de 2000-2010.

Região	TGCA RURAL 2000/2010	TGCA URBANO 2000/2010	TGCA TOTAL 2000/2010
RH-I	-2,6	4	3,3

Fonte: IBGE (2010).

É possível observar que houve um aumento na população total da RH-I entre 2000 e 2010. Contudo, houve um decréscimo expressivo na população das áreas rurais do território da RH-I. Ao todo são 4.758 residentes a menos nas áreas rurais, contrastando com o aumento nas áreas urbanas e da área total, 63.905 e 59.828 respectivamente. No Quadro 5.7 estão apresentadas as TGCA's para os períodos de 1991 a 2000, urbanas, rurais e totais, para as áreas totais dos municípios. Ressalta-se que está apresentado o valor total para Mangaratiba, e não a porção exclusiva localizada na RH-I.

Quadro 5.7 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada dos municípios que compõem a RH-I nos anos de 1991-2000.

Município	TGCA RURAL 1991/2000	TGCA URBANO 1991/2000	TGCA TOTAL 1991/2000
Angra dos Reis	-4,0	4,3	3,8
Mangaratiba*	1,2	4,5	3,7
Paraty	2,4	2,3	2,4

* Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2010).

Observando a TGCA dos municípios que compõem a RH-I, nota-se que todos tiveram um crescimento populacional em todas as áreas (urbana e rural), com exceção das áreas rurais de Angra do Reis, que tiveram uma perda populacional de 2.179 pessoas. Ao todo os municípios tiveram um acréscimo populacional de 46.268 residentes, sendo que a população estimada dos três municípios era de 127.424 habitantes, em 1991 (IBGE, 1991). No Quadro 5.8 estão apresentadas as TGCA's para os períodos de 2000 a 2010, urbanas, rurais e totais.

Quadro 5.8 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada dos municípios que compõem a RH-I nos anos de 2000-2010.

Município	TGCA RURAL 2000/2010	TGCA URBANO 2000/2010	TGCA TOTAL 2000/2010
Angra dos Reis	2,3	3,6	3,5
Mangaratiba*	-1,5	4,9	3,9
Paraty	-4,8	6,8	2,4

* Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2010).

Para o período de 2000 a 2010, observa-se um aumento significativo da população urbana em detrimento da rural. Além disso, nota-se um aumento geral da população nos três municípios. A população total em 2000 era de 173.692 residentes e em 2010 alcançou 243.061, crescendo



em um ritmo médio um pouco mais acelerado que a população brasileira, que teve uma TGCA de 2,3. No Quadro 5.9 estão apresentadas as TGCA ponderadas por UHPs, de 1991 a 2000.

Vale enfatizar que a dinâmica entre a população rural e a população urbana é diretamente influenciada pela classificação dos setores censitários. A taxa de crescimento rural e urbana pode ter sido afetada pela modificação de setores censitários rurais para urbanos.

Quadro 5.9 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 1991-2000.

UHP		TGCA RURAL 1991/2000	TGCA URBANA 1991/2000	TGCA TOTAL 1991/2000
1	Ponta da Juatinga	2,4	2,4	2,4
2	Rio Paraty-Mirim	2,4	2,4	2,4
3	Rio Perequê-Açú	2,4	2,4	2,4
4	Rios Pequeno e Barra Grande	2,4	2,4	2,4
5	Rio Taquari	2,4	2,4	2,4
6	Rio Mambucaba	2,8	3,6	3,6
7	Rios Grataú e do Frade	3,8	3,8	3,8
8	Rio Bracuí	3,8	3,8	3,8
9	Rio Ariró	3,8	3,8	3,8
10	Rio do Meio (Japuiba)	3,8	3,8	3,8
11	Rio Jacuecanga	3,8	3,8	3,8
12	Rio Jacareí	1,8	4,1	4,1
13	Bacias da Ilha Grande	3,8	3,8	3,8
14	Ilhas	2,4	3,7	2,9

Fonte: IBGE (2010).

Em relação à taxa de crescimento das UHPs entre 1991 e 2000, constata-se que houve um aumento significativo nas populações de todas as UHPs. De modo geral a dinâmica populacional das UHPs seguiu o mesmo padrão dos municípios em que seus territórios estão inseridos. As UHPs que cruzam mais de um município saem ligeiramente deste padrão. Ao exemplo da UHP Rio Jacareí que apresenta a maior taxa de crescimento urbano e a menor taxa de crescimento rural.

No Quadro 5.10 estão apresentadas as TGCA ponderadas por UHPs, de 2000 a 2010.



Quadro 5.10 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 2000-2010.

UHP		TGCA RURAL 2000/2010	TGCA URBANA 2000/2010	TGCA TOTAL 2000/2010
#	Nome			
1	Ponta da Juatinga	2,2	2,2	2,2
2	Rio Paraty-Mirim	2,2	2,2	2,2
3	Rio Perequê-Açú	2,2	2,2	2,2
4	Rios Pequeno e Barra Grande	2,2	2,2	2,2
5	Rio Taquari	2,2	2,2	2,2
6	Rio Mambucaba	2,6	3,4	3,4
7	Rios Grataú e do Frade	3,5	3,5	3,5
8	Rio Bracuí	3,5	3,5	3,5
9	Rio Ariró	3,5	3,5	3,5
10	Rio do Meio (Japuiba)	3,5	3,5	3,5
11	Rio Jacuecanga	3,5	3,5	3,5
12	Rio Jacareí	0,1	4,2	4,2
13	Bacias da Ilha Grande	3,5	3,5	3,5
14	Ilhas	2,2	3,5	2,7

Fonte: IBGE (2010).

Novamente, a exemplo da tabela anterior, as UHPs apresentaram o mesmo padrão de crescimento dos municípios em que seus territórios estão inseridos, e a UHP Rio Jacareí apresentou o maior padrão de crescimento.

Em relação à TGCA de 2000 a 2010 das UHPs da RH-I, verifica-se uma homogeneidade no comportamento das populações das unidades. Todas as UHPs apresentaram uma taxa de crescimento positiva. Comportamento semelhante ocorre quando se analisam as TGCA ponderadas por UHPs para o período de 2010 a 2018, que são apresentadas no Quadro 5.11, salvo a UHP-7 – Rios Grataú e do Frade, que apresenta valor mais elevado para a TGCA urbana.

Quadro 5.11 - Taxa geométrica de crescimento anual (% a.a.) da população estimada da RH-I por UHP nos anos de 2010-2018.

UHP		TGCA RURAL 2010/2018	TGCA URBANA 2010/2018	TGCA TOTAL 2010/2018
#	Nome			
1	Ponta da Juatinga	1,64	1,61	1,61
2	Rio Paraty-Mirim	1,65	1,60	1,61
3	Rio Perequê-Açú	1,60	1,60	1,60
4	Rios Pequeno e Barra Grande	1,61	1,61	1,61
5	Rio Taquari	1,60	1,68	1,61
6	Rio Mambucaba	2,07	1,78	2,06
7	Rios Grataú e do Frade	2,11	5,20	2,12
8	Rio Bracuí	2,11	2,12	2,11
9	Rio Ariró	2,12	2,11	2,11
10	Rio do Meio (Japuiba)	2,11	1,60	2,11
11	Rio Jacuecanga	2,12	2,13	2,12
12	Rio Jacareí	2,20	2,31	2,20
13	Bacias da Ilha Grande	2,12	2,10	2,11
14	Ilhas	2,04	1,59	1,80

Fonte: IBGE (2010, 2018).



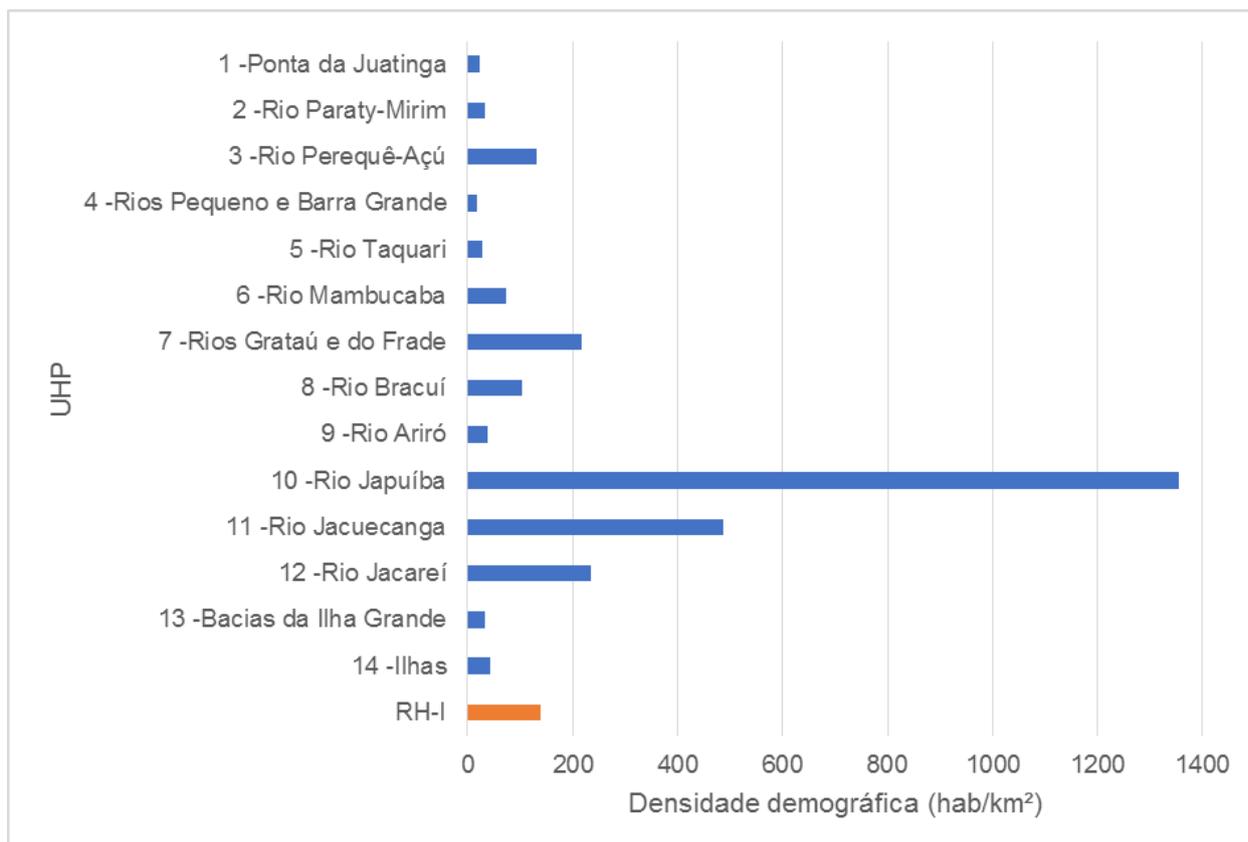
5.2.4. Densidade demográfica

A densidade demográfica refere-se à relação entre o número de habitantes e o território e é comumente apresentada em habitantes por quilometro quadrado (hab/km²). A análise da densidade demográfica propicia o entendimento da distribuição da população ao longo das UHPs e da RH-I. No Quadro 5.12 e na Figura 5.4 estão apresentadas informações de densidade demográfica por UHP.

Quadro 5.12 - Densidade demográfica estimada da RH-I por UHPs em 2018.

UHP		População estimada para 2018 (hab)	Área (km ²)	Densidade demográfica (hab/km ²)
#	Nome			
1	Ponta da Juatinga	3.101	144,85	21,41
2	Rio Paraty-Mirim	3.853	119,74	32,18
3	Rio Perequê-Açú	26.076	201,59	129,35
4	Rios Pequeno e Barra Grande	2.229	121,80	18,30
5	Rio Taquari	3.092	114,37	27,04
6	Rio Mambucaba	26.671	359,00	74,29
7	Rios Grataú e do Frade	17.174	76,26	225,20
8	Rio Bracuí	9.678	91,03	106,32
9	Rio Ariró	5.770	153,14	37,68
10	Rio do Meio (Japuiba)	99.890	68,25	1.463,62
11	Rio Jacuecanga	32.632	67,59	482,77
12	Rio Jacareí	8.536	35,72	238,99
13	Bacias da Ilha Grande	5.806	180,19	32,22
14	Ilhas	1.077	24,29	44,34
RH-I		245.585	1.757,81	139,71

Fonte: IBGE (2018).



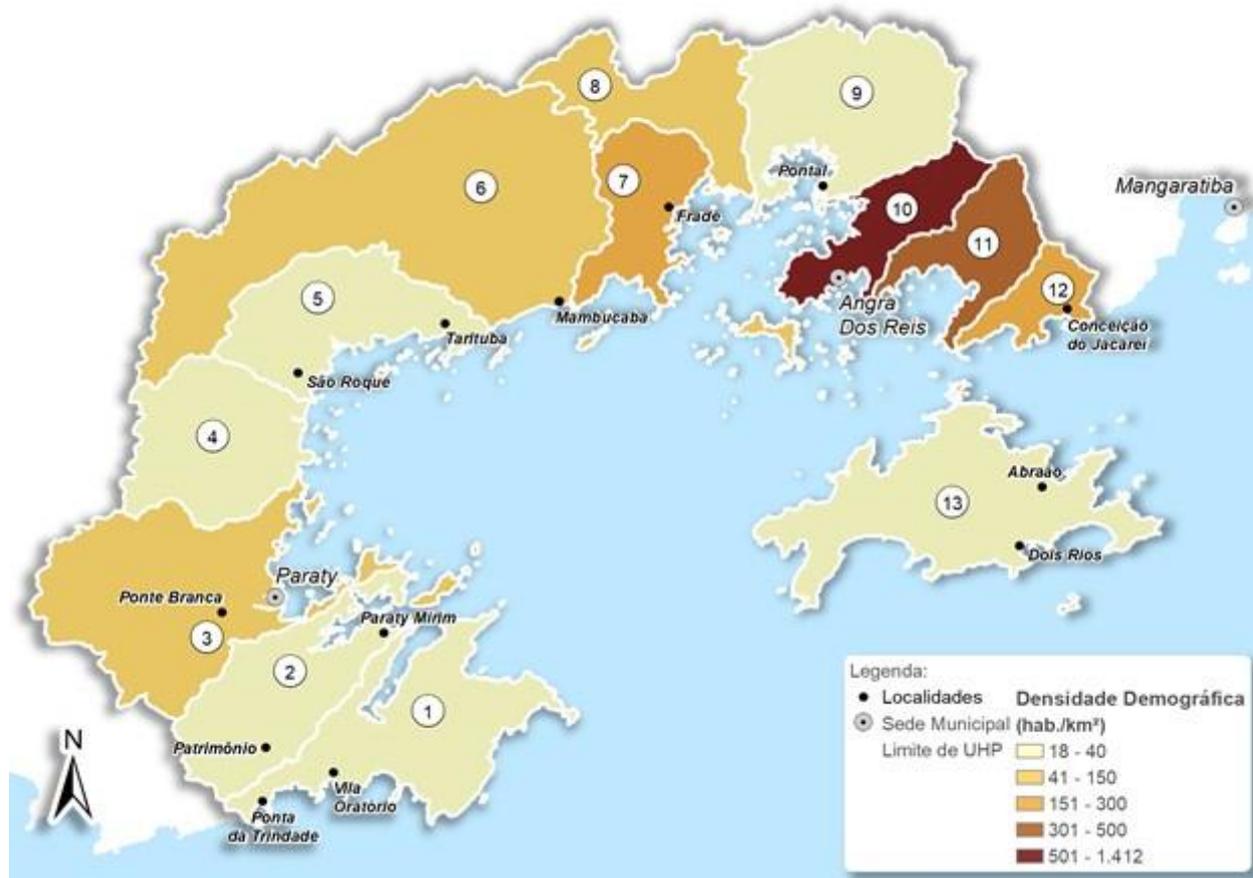
Fonte: IBGE (2018).

Figura 5.4 - Densidade demográfica estimada da RH-I por UHPs em 2018.

Observa-se uma grande heterogeneidade na distribuição das densidades demográficas da RH-I. A UHP Rio do Meio (Japuíba) possui uma densidade demográfica estimada muito acima das demais unidades, de 1.463,62 habitantes/km². Esta situação decorre do fato que a UHP possui uma área de alta densidade urbana, com o maior centro populacional da RH-I. Destaca-se ainda o centro populacional referente à UHP Rio Jacuecanga que possui 482,77 habitantes/km².

Em contraste, podem ser citadas as UHPs Ponta da Juatinga e Rio Taquari, com respectivamente 21,41 hab/km² e 18,30 hab/km², sendo essas as UHPs com menor densidade demográfica inseridas na RH-I.

Na Figura 5.9 estão apresentadas as densidades demográficas das UHPs da RH-I.



Fonte: IBGE (2010).

Figura 5.5 - Densidade demográfica estimada da RH-I segundo as UHPs em 2018.

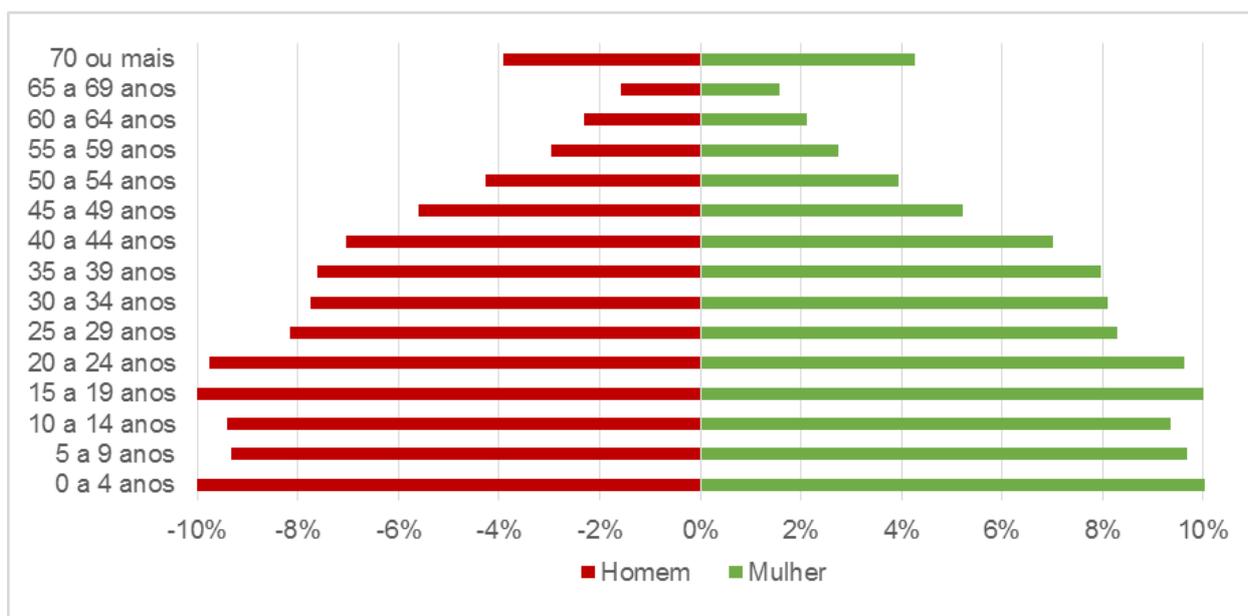
Na figura acima, onde podem ser visualizadas as densidades demográficas das UHPs, é possível observar em quais se dão as maiores concentrações populacionais. É interessante compará-la a Figura 5.2, onde são visualizadas as taxas de urbanização, que apontam para altas taxas de urbanização nas UHPs 5 - Rio Taquari, 7 - Rios Grataú e do Frade, 10 - Rio do Meio (Japuíba), 12 - Rio Jacareí e 13 - Bacias da Ilha Grande. Na Figura 5.9, observa-se que, apesar das altas taxas de urbanização nessas UHPs - geradas pelos setores censitários majoritariamente urbanos, como já mencionado, as UHPs 5 - Rio Taquari e 13 - Bacias da Ilha Grande, possuem densidade populacional bastante baixa, de 27,03 hab/km² e 32,22 hab/km², respectivamente.

Nas UHPs 7 - Rios Grataú e do Frade, 12 - Rio Jacareí, e principalmente na 10 - Rio do Meio (Japuíba), a alta taxa de urbanização coincide com a alta densidade demográfica.



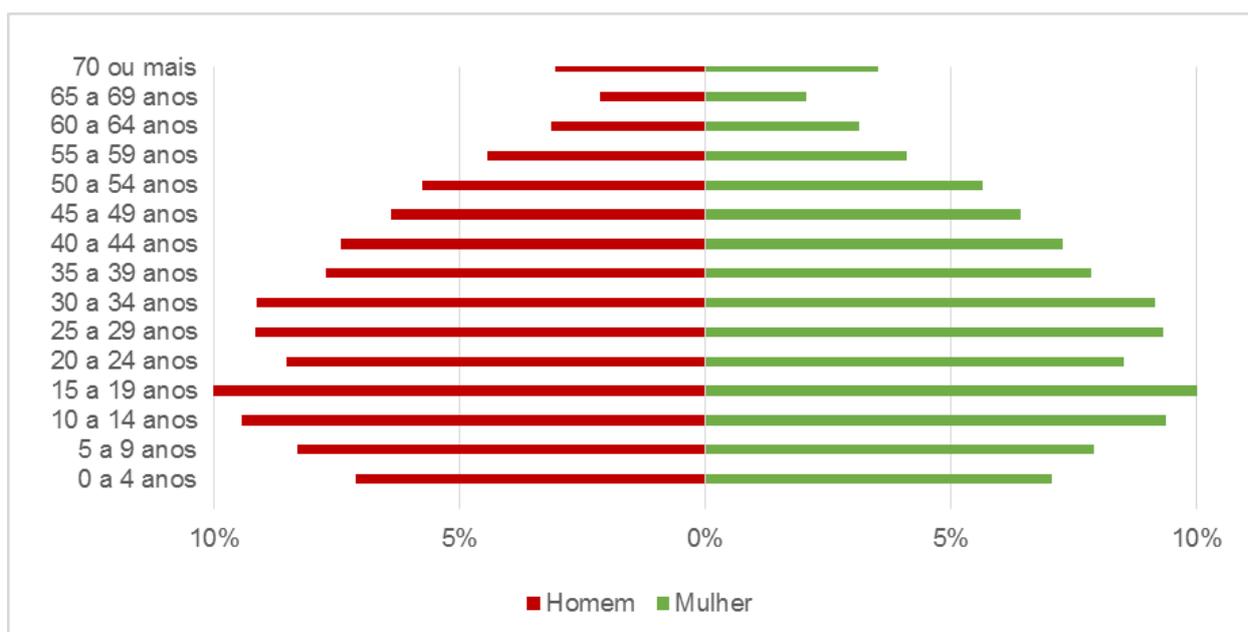
5.2.5. Pirâmide etária

Outra maneira de se analisar o contexto demográfico é através da pirâmide etária. Com uma grande proporção na base da pirâmide, atesta-se uma alta taxa de natalidade, e quando a base tem uma tendência de redução proporcional à parte superior, tem-se indicativos de um envelhecimento da população. Foram utilizados dados dos censos demográficos de 2000 e 2010 a fim de obter-se subsídios para inferir uma tendência da população. Na Figura 5.6 e Figura 5.7 estão apresentadas as pirâmides com os dados dos dois censos.



Fonte: IBGE (2000).

Figura 5.6 - Pirâmide etária (% das faixas) da RH-I no ano 2000.



Fonte: IBGE (2010).

Figura 5.7 - Pirâmide etária (% das faixas) da RH-I no ano de 2010.



Observando as duas pirâmides, é notório que houve uma queda na taxa de natalidade da população do censo de 2000 para o censo de 2010. Na pirâmide de 2000 a população de 0 a 4 anos e a de 5 a 9 anos alcançavam a porcentagem de 10% e 9% da população total, respectivamente. Já em 2010, essas faixas representavam aproximadamente 6,5% e um pouco mais de 8% da população total, respectivamente. Um aumento da proporção das faixas centrais e superiores, em relação aos jovens, atesta um processo de envelhecimento da população. Na faixa de 70 anos ou mais da tabela de 2010, percebe-se uma pequena diferença na proporção entre homens e mulheres, decorrente da expectativa de vida das mulheres tender a ser maior que a dos homens.

5.3. INDICADORES SOCIAIS

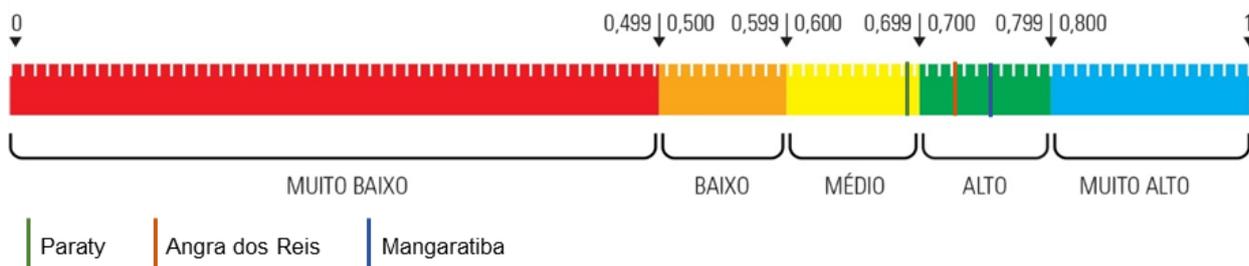
Para a análise dos indicadores sociais referentes aos territórios dos municípios foi utilizado como base o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que utiliza em sua metodologia três indicadores base do desenvolvimento humano: a educação, a longevidade e a renda. Os dados apresentados neste trabalho foram extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD; IPEA; FJP, 2013) que fornece em seu banco mais de 200 indicadores socioeconômicos que possibilitam a instrumentalização para a análise do tema do desenvolvimento humano.

No caso do IDHM, as fundações Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) do Brasil, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro adaptaram a metodologia do IDH GLOBAL para os municípios brasileiros utilizando os dados dos últimos três censos demográficos do IBGE. Possibilitando assim, o entendimento do contexto do desenvolvimento humano nos municípios brasileiros (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

Nos municípios cujos territórios cruzam a regionalização da RH-I, no ano de 2010, o que apresentava o maior IDHM era o município de Mangaratiba (0,753), nível que assim como o de Angra dos Reis (0,724) é considerado alto pela faixa de classificação de Desenvolvimento Humano Municipal (Atlas do Desenvolvimento Humano, 2013). Já o município de Paraty apresentava um IDHM de 0,693, considerado médio pela faixa de classificação. Nesta faixa de classificação os valores do IDHM variam de 0 a 1 e são divididos em 5 classes que vão do muito baixo ao muito alto, como pode ser visualizado na Figura 5.8.



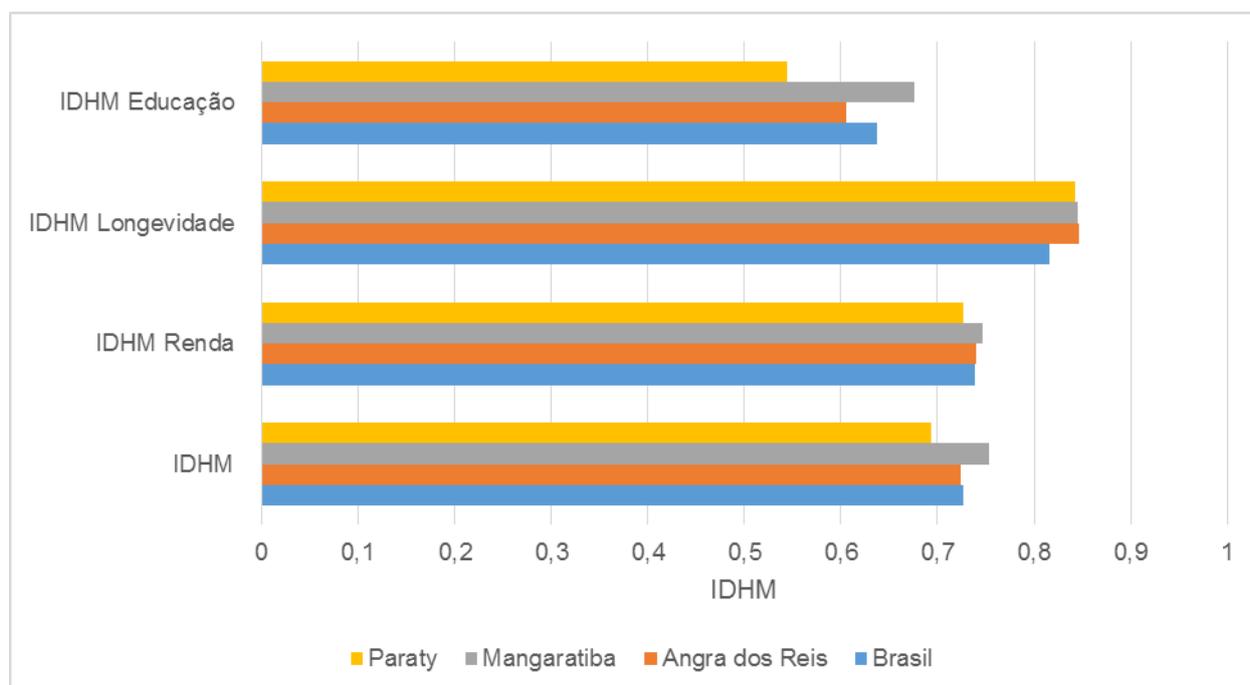
Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal



Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013).

Figura 5.8 - Faixas de Desenvolvimento Humano Municipal.

Na Figura 5.9 está apresentado um gráfico para efeito comparativo com os IDHMs dos municípios que compõem a RH-I com o Brasil com os seus componentes (educação, longevidade e renda).



Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013).

Figura 5.9 - Índices de Desenvolvimento Humano Municipais dos municípios da RH-I e do Brasil.

É possível observar que somente Mangaratiba apresenta um IDHM de educação acima do nível brasileiro. O de Paraty e o de Angra dos Reis estão abaixo da média nacional. O IDHM de educação de Paraty encontra-se na faixa do IDHMs considerados baixos (entre 0,500 e 0,599). O município de Mangaratiba se destaca positivamente em quase todos os aspectos.

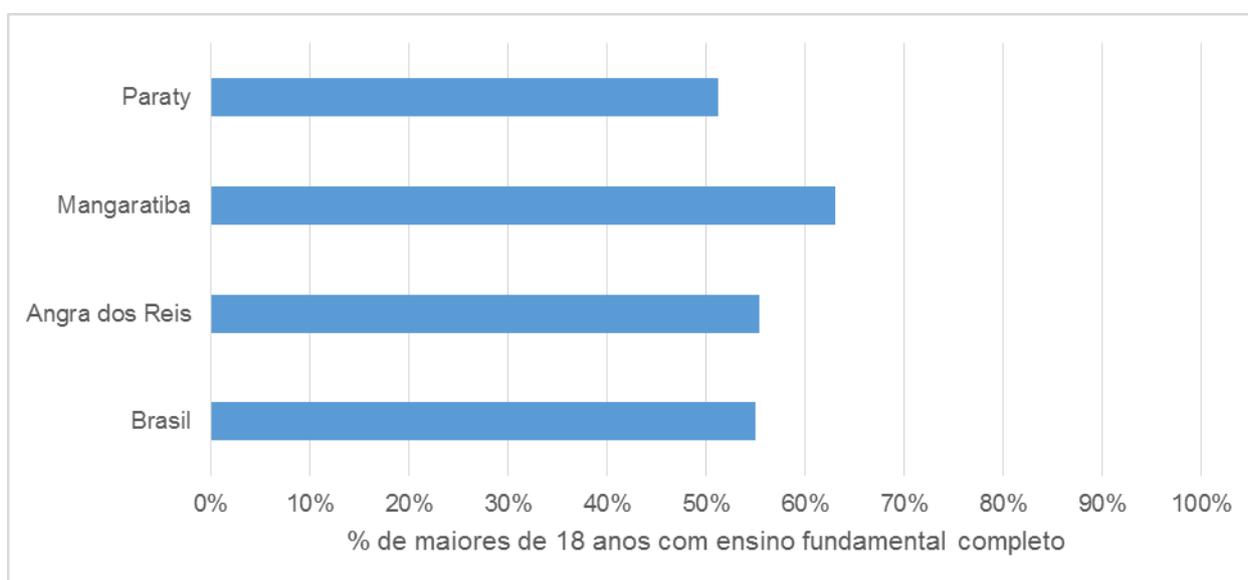
Além do IDHM como indicador, foram buscados outros cinco para melhor caracterizar a população da RH-I, a saber: educação, saúde, emprego e renda, renda per capita e distribuição de renda. Os resultados para cada um desses temas são apresentados nos itens que seguem.



5.3.1. Educação

Uma das maneiras de se tratar a questão da educação com mais detalhes, é analisar os indicadores de ensino que permitem compreender a eficiência das estruturas de ensino e o acesso à educação por parte da população. Sendo assim, foi analisado o sub-índice de escolaridade a fim de aprofundar a análise no que se refere ao IDHM da educação.

A escolaridade se refere ao percentual da população adulta (com mais de 18 anos) que possui ensino fundamental completo. Pode-se observar na Figura 5.10 que os indicadores estão abaixo do IDHM educação, e que apenas Mangaratiba encontra-se no nível médio (entre 0,600 e 0,699).



Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013).

Figura 5.10 - Subíndice de escolaridade dos municípios da RH-I.

A taxa de analfabetismo e a taxa de frequência líquida são outros indicadores importantes na avaliação da educação. A primeira trata da razão entre a população nas faixas etárias estratificadas que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100, e é um importante indicador para a avaliação do acesso mínimo à educação. A segunda trata da razão entre o número de pessoas nas faixas etárias estratificadas frequentando o ensino básico (fundamental ou médio), e a população total dessa mesma faixa etária multiplicado por 100 e serve para avaliar a adequação série/idade no sistema de ensino. No Quadro 5.13 estão apresentados os indicadores de analfabetismo e a taxa de frequência líquida extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano, que também auxiliam na análise da questão da educação.



Quadro 5.13 - Indicadores de analfabetismo.

Município	Angra dos Reis	Mangaratiba*	Paraty
Analfabetismo de 11 a 14 anos	1,58	1,25	2,73
Analfabetismo de 15 a 17 anos	1,11	0,97	2,01
Analfabetismo 18 ou mais anos	5,43	4,32	8,77
Taxa de frequência líquida ao fundamental	92,24	91,36	90,74
Taxa de frequência líquida ao médio	40,91	49,7	36,58
Taxa de frequência líquida ao superior	7,26	10,08	5,66

*Total do município de Mangaratiba.
Fonte: PNUD; IPEA; FJP (2013).

5.3.2. Saúde

Na avaliação dos indicadores de saúde, foram selecionados três para a avaliação. A mortalidade infantil e a taxa de natalidade, como forma de avaliar os serviços de saúde disponíveis à população; e a mortalidade relacionada às doenças de veiculação hídrica, gerando subsídios para o relacionamento entre às condições das águas da região e a saúde da população.

Nos territórios dos municípios que cruzam a RH-I, o menor índice de mortalidade infantil observado no ano de 2010 foi o de Angra dos Reis com 12,97 óbitos por mil nascidos vivos, seguido por Mangaratiba, 13,10, e Paraty, 13,40. O índice brasileiro no mesmo ano foi de 16,70. Isso indica que os municípios da RH-I se encontram numa situação melhor que a média nacional neste quesito (PNUD; IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2013).

Segundo o IBGE (2014), Angra dos Reis em 2014 possuía índice de 11,28 óbitos por mil nascidos vivos, Mangaratiba 15,18 e Paraty 17,92; isso indica uma drástica piora no índice dos últimos dois municípios, enquanto Angra dos Reis apresentou uma melhora significativa. No que se refere ao número total de óbitos de crianças com menos de 1 ano, entre agosto de 2009 e agosto de 2010, ocorreu um total de 27 óbitos nos três municípios juntos. Sendo 14 destes em Angra dos Reis, 7 em Mangaratiba e 6 em Paraty (IBGE, 2010).

Quanto à taxa de natalidade, realizou-se um cruzamento entre os dados referentes ao número de nascidos vivos em 2010 retirados do banco de dados do Datasus e a população dos três municípios segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, apresentado no Quadro 5.14.



Quadro 5.14 - Taxa de natalidade.

Municípios	Nascidos Vivos (2010)	População (2010)	Taxa de natalidade
Angra dos Reis	2.476	168.907	14,66
Mangaratiba*	487	36.277	13,42
Paraty	587	36.621	16,03

*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: DATASUS (2016).

Por se tratar de um diagnóstico referente a elaboração do Plano de Bacias, serão abordadas as enfermidades relacionadas à água, denominadas doenças de veiculação hídrica. Estas doenças ocorrem devido à interação com águas contaminadas ou através de vetores relacionados a ela. Isto acontece em função da baixa qualidade da água - por más condições de saneamento ou por outros motivos.

Segundo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), as doenças associadas à água pertencem ao grupo das doenças infecciosas e parasitárias. A partir desta classificação elaborou-se o Quadro 5.15, que apresenta os óbitos decorrentes de algumas destas doenças nos municípios da RH-I entre os anos de 2005 e 2015. Para isso, foram utilizados dados fornecidos pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2016).

Quadro 5.15 - Indicador de óbitos relacionados a algumas doenças de veiculação hídrica.

Município	Cólera	Febre Tifóide	Diarreia	Dengue	Esquistossomose	Leptospirose
Angra dos Reis	0	0	20	8	1	7
Mangaratiba*	0	0	0	1	0	0
Paraty	0	0	6	2	0	2

*Total para o município de Mangaratiba.

Obs: Hepatites B,C e D não são doenças de veiculação hídrica, porém se encontram na mesma classificação do CID-10.
Fonte: DATASUS (2016).

Observa-se que entre os anos de 2005 e 2015 o município de Angra dos Reis teve o maior número de casos de óbitos por doenças de veiculação hídrica. Verifica-se também que as doenças mais mortais, segundo os dados obtidos no DATASUS (2016), foram, neste cenário, a Diarreia e as Hepatites Virais.

5.3.3. Emprego e renda

Para balizar uma análise mais ampla a respeito da situação econômica da população foram obtidas informações sobre a situação de empregabilidade e de renda na região. Para tanto são apresentados dados do Ministério do Trabalho, sobre o número de empregos formais nos municípios da RH-I; e dados sobre a renda da população, retirados das bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

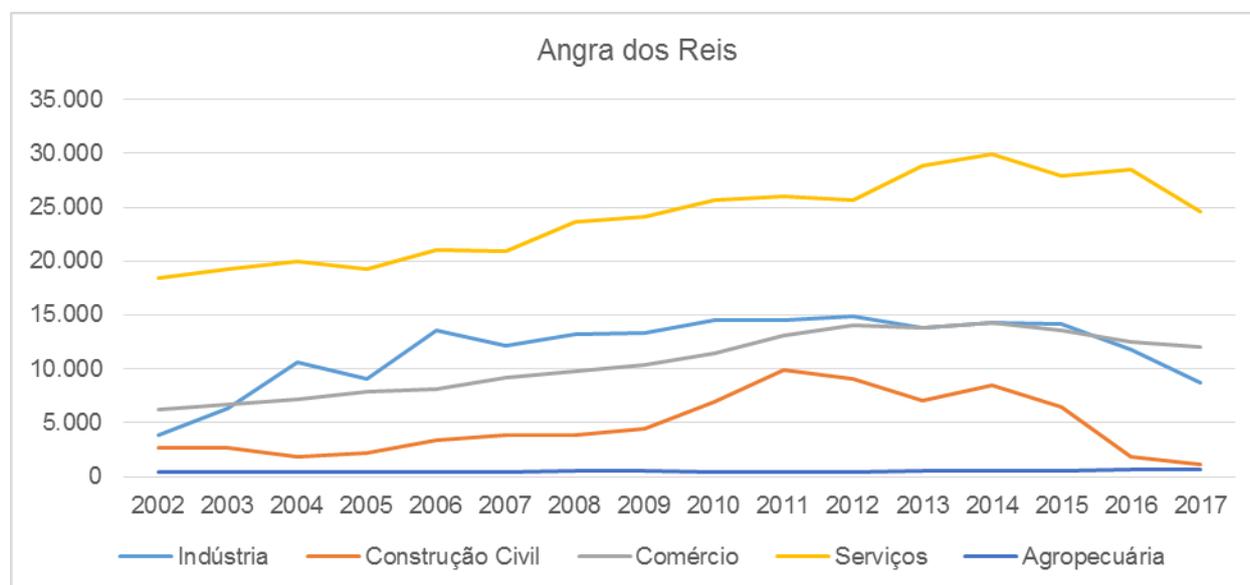


No Quadro 5.16, Quadro 5.17 e Quadro 5.18, estão apresentados os números de empregos formais por grandes setores, nos anos de 2002 a 2017, e na Figura 5.11, Figura 5.12 e Figura 5.13 gráficos apresentando a evolução do número de empregos.

Quadro 5.16 - Número de empregos formais por grande setor em Angra dos Reis.

Ano	Angra dos Reis					
	Indústria	Construção Civil	Comércio	Serviços	Agropecuária	Total
2002	3.886	2.715	6.246	18.439	472	31.758
2003	6.318	2.625	6.680	19.265	381	35.269
2004	10.566	1.841	7.199	19.998	465	40.069
2005	9.078	2.165	7.860	19.246	418	38.767
2006	13.550	3.435	8.090	21.022	397	46.494
2007	12.213	3.919	9.211	20.866	464	46.673
2008	13.278	3.923	9.779	23.631	501	51.112
2009	13.390	4.443	10.421	24.151	536	52.941
2010	14.532	6.923	11.459	25.600	461	58.975
2011	14.518	9.951	13.083	25.992	459	64.003
2012	14.909	9.038	14.042	25.669	486	64.144
2013	13.822	7.102	13.815	28.848	549	64.136
2014	14.340	8.502	14.257	29.884	526	67.509
2015	14.187	6.484	13.517	27.945	509	62.642
2016	11.794	1.909	12.567	28.489	617	55.376
2017	8.773	1.146	12.077	24.584	675	47.255

Fonte: MTE (2018).



Fonte: MTE (2018).

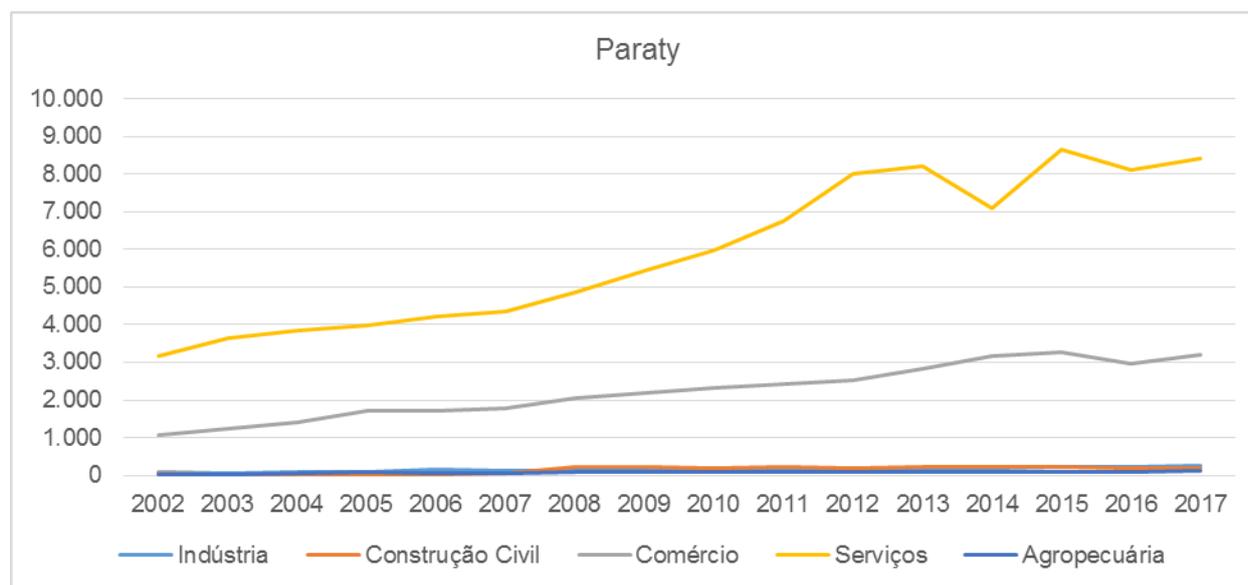
Figura 5.11 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Angra dos Reis.



Quadro 5.17 - Número de empregos formais por grande setor em Paraty.

Ano	Paraty					Total
	Indústria	Construção Civil	Comércio	Serviços	Agropecuária	
2002	74	61	1.067	3.175	16	4.393
2003	68	17	1.227	3.631	34	4.977
2004	89	17	1.397	3.861	49	5.413
2005	88	28	1.712	3.993	86	5.907
2006	148	17	1.721	4.218	63	6.167
2007	124	48	1.796	4.346	58	6.372
2008	138	238	2.041	4.864	107	7.388
2009	126	217	2.202	5.436	91	8.072
2010	115	199	2.333	5.977	103	8.727
2011	108	214	2.430	6.752	94	9.598
2012	131	196	2.533	8.006	100	10.966
2013	137	242	2.832	8.193	84	11.488
2014	197	241	3.179	7.077	92	10.786
2015	223	213	3.255	8.655	101	12.447
2016	242	175	2.970	8.095	79	11.561
2017	256	193	3.195	8.402	108	12.154

Fonte: MTE (2018).



Fonte: MTE (2018).

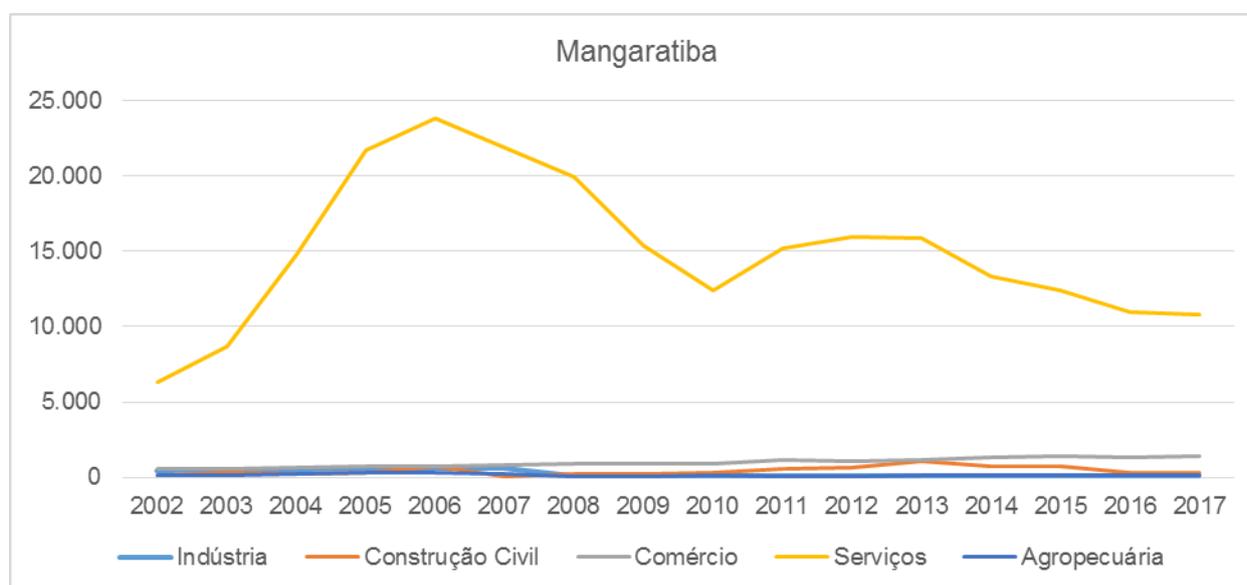
Figura 5.12 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Paraty.



Quadro 5.18 - Número de empregos formais por grande setor em Mangaratiba.

Ano	Mangaratiba					
	Indústria	Construção Civil	Comércio	Serviços	Agropecuária	Total
2002	477	167	591	6.341	122	7.698
2003	495	268	564	8.669	113	10.109
2004	528	200	623	14.757	195	16.303
2005	612	341	692	21.697	286	23.628
2006	638	695	723	23.779	328	26.163
2007	632	91	779	21.884	253	23.639
2008	58	233	942	19.954	92	21.279
2009	120	188	876	15.369	77	16.630
2010	85	327	929	12.435	133	13.909
2011	87	544	1.124	15.214	81	17.050
2012	115	668	1.070	15.955	52	17.860
2013	108	1.072	1.192	15.867	183	18.422
2014	114	756	1.292	13.360	161	15.683
2015	90	722	1.417	12.378	170	14.777
2016	85	280	1.291	11.001	168	12.825
2017	85	309	1.379	10.805	166	12.744

Obs: Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: MTE (2018).



Obs: Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: MTE (2018).

Figura 5.13 - Evolução de número de empregos formais por grande setor em Mangaratiba.

Os três municípios da RH-I concentram a maior parte dos empregos no setor de serviços, seguido pelo comércio - no caso de Paraty e Mangaratiba - e pela indústria - no caso de Angra dos Reis.

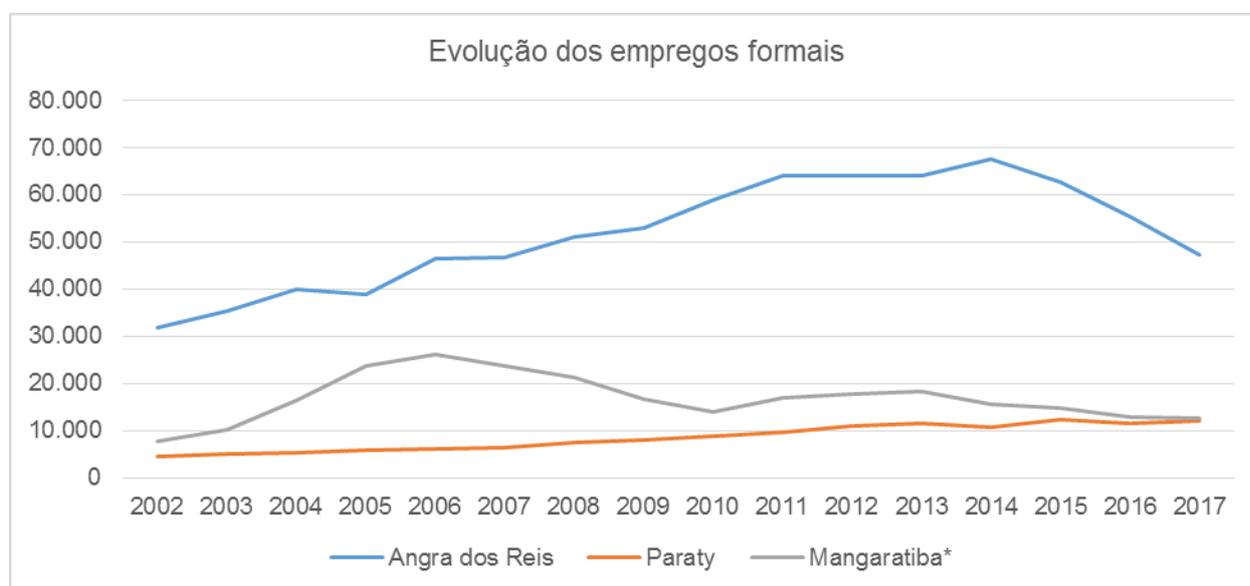


No Quadro 5.18 e Figura 5.14 está apresentado o número e a evolução dos empregos formais totais nos três municípios formadores da RH-I, para os anos de 2002 a 2017.

Quadro 5.19 - Número de empregos formais nos municípios da RH-I.

Ano	Angra dos Reis	Paraty	Mangaratiba*	Total
2002	31.758	4.393	7.698	45.851
2003	35.269	4.977	10.109	52.358
2004	40.069	5.413	16.303	63.789
2005	38.767	5.907	23.628	70.307
2006	46.494	6.167	26.163	80.830
2007	46.673	6.372	23.639	78.691
2008	51.112	7.388	21.279	81.787
2009	52.941	8.072	16.630	79.652
2010	58.975	8.727	13.909	83.621
2011	64.003	9.598	17.050	92.662
2012	64.144	10.966	17.860	94.982
2013	64.136	11.488	18.422	96.059
2014	67.509	10.786	15.683	95.992
2015	62.642	12.447	14.777	91.881
2016	55.376	11.561	12.825	81.778
2017	47.255	12.154	12.744	74.170

* Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: MTE (2018).



* Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: MTE (2018).

Figura 5.14 - Evolução dos empregos formais nos municípios da RH-I.

Observa-se um aumento gradual do número de empregos até os anos de 2014 e 2015, com posterior queda a partir desse ano, atingindo valores mínimos em 2017. Uma exceção é o



setor de serviços em Mangaratiba, que teve um aumento substancial até 2006, com redução até 2010 e uma nova tendência de crescimento até 2013. A partir de 2013 se segue a tendência de queda, até 2017. Em Paraty, a tendência dos dois maiores setores de emprego, de serviços e comércio, apresentou leve queda após 2014, mas se recuperou em 2017.

No Quadro 5.20 estão apresentados os indicadores de emprego e renda.

Quadro 5.20 - Indicadores de emprego e renda.

Município	Salário médio	% Pessoas ocupadas	% da população com renda per capita menor que 1/2 mínimo
Angra dos Reis	3,9 mínimos	24,00%	34,90%
Mangaratiba*	2,2 mínimos	21,60%	34,20%
Paraty	2,2 mínimos	23,20%	32,10%

*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2010).

Nota-se que em relação aos demais municípios que compõem a RH-I, Angra dos Reis é o que possui os melhores indicadores de emprego e renda, principalmente no que diz respeito ao salário médio. Neste quesito, encontra-se em 50º lugar no ranking dos municípios Brasileiros, enquanto Paraty e Mangaratiba dividem a 1176ª posição (IBGE, 2010).

Também cabe um destaque aos dados de renda per capita, que é um dos indicadores utilizados para avaliar o grau de desenvolvimento econômico de um território. Ele é obtido através da divisão do Produto Nacional Bruto (PNB) pelo total de habitantes do território. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano, em 2010, o município de Mangaratiba possuía a maior renda per capita, R\$832,15, seguido por Angra dos Reis com R\$798,68 e Paraty com R\$734,36 (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

No que concerne à distribuição da renda, o Índice de Gini é uma medida frequentemente utilizada para mensurar a desigualdade de distribuição. Esse índice consiste em uma medição que varia de 0 a 1, no qual o 1 corresponde a uma desigualdade absoluta e o 0 à igualdade absoluta. No caso do proposto trabalho, quando aplicado à distribuição de renda, números próximos ao 1 indicariam uma ideia de “abismo salarial”.

No Quadro 5.21 estão apresentados os índices de Gini para os municípios que compõem a RH-I.

Quadro 5.21 - Índice de Gini nos municípios que compõem a RH-I nos anos de 1991/2000/2010.

Município	I.Gini 1991	I.Gini 2000	I.Gini 2010
Angra dos Reis	0,6133	0,6146	0,6116
Mangaratiba*	0,5280	0,5634	0,5321
Paraty	0,5056	0,594	0,5375
Brasil	0,6366	0,609	0,5250

Fonte DATASUS (2016), IBGE (1991, 2000, 2010).



Observa-se pouca oscilação no índice nos três censos. O nível de desigualdade manteve-se relativamente alto nos três municípios e acima do nível brasileiro.

5.4. ECONOMIA

A soma do Produto Interno Bruto (PIB) dos três municípios que compõem a RH-I totalizava, em 2015, aproximadamente R\$ 13.582.219.000,00 (treze bilhões, quinhentos e oitenta e dois milhões, duzentos e dezenove mil reais). O município de Angra dos Reis é o que apresenta o maior valor de PIB, com R\$ 7.663.878.000,00. Seguido por Mangaratiba com R\$ 3.697.348.000,00 e por último Paraty com R\$ 2.220.893.000,00. Em relação a estratificação dos setores da economia, observa-se o destaque dos serviços em detrimento dos outros setores, com exceção de Paraty que apresenta uma parcela relevante no setor industrial. O total do Valor Adicionado Bruto (VAB³) a preços correntes no setor de serviços nos três municípios é de R\$ 7.338.431.000,00, seguido pela indústria com R\$ 3.170.007.000,00 e depois a administração pública, com R\$ 2.196.781.000,00. Por fim, o setor da agropecuária é o menos significativo dentro da economia dos municípios, com apenas R\$ 87.450.000,00. No Quadro 5.22 estão apresentados os PIBs e VABs, para os municípios da RH-I e Quadro 5.23 pode-se visualizar os VABs em percentual.

Quadro 5.22 - PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos (2015).

Município	VAB Agropecuária (R\$ 1.000)	VAB Indústria (R\$ 1.000)	VAB Serviços (R\$ 1.000)	VAB Adm. Pública (R\$ 1.000)	Impostos (R\$ 1.000)	PIB (R\$ 1.000)
Angra dos Reis	42.714	2.026.555	3.570.612	1.508.070	515.927	7.663.878
Mangaratiba*	18.995	164.338	2.956.861	356.035	201.118	3.697.348
Paraty	25.741	979.114	810.958	332.676	72.403	2.220.893

*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2015).

Quadro 5.23 - Representatividade no PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos (2015).

Município	VAB Agropecuária	VAB Indústria	VAB Serviços	VAB Adm. Pública	Impostos	PIB (R\$ 1.000)
Angra dos Reis	0,56%	26,44%	46,59%	19,68%	6,73%	7.663.878
Mangaratiba*	0,51%	4,44%	79,97%	9,63%	5,44%	3.697.348
Paraty	1,16%	44,09%	36,51%	14,98%	3,26%	2.220.893

*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2015).

³ O VAB é o valor que cada setor agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo, e o valor que as respectivas atividades agregam ao valor total do PIB, calculado pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário dessas atividades.



Observa-se que em termos percentuais o setor da agropecuária representa uma porcentagem muito pequena do PIB dos três municípios da RH-I. O setor mais relevante é o de serviços. O valor do PIB de Angra dos Reis apresenta uma diferença significativa em relação aos outros dois municípios. Apesar de o setor de serviços se destacar nos três municípios, em Mangaratiba este setor representa uma parcela ainda maior do PIB, atinge 79,97%.

Cabe aqui realizar um comentário a respeito dos valores para Paraty, onde o PIB apresenta uma porcentagem da participação da indústria muito alta. Isto é explicado por tres fatores: **(i)** os dados fornecidos pelo IBGE desagregam a administração pública do terceiro setor (serviços), causando uma diminuição dos VABs referentes aos serviços; **(ii)** grande parte dos estabelecimentos de serviços de Paraty não se encontra devidamente registrado/legalizado, e graças a isso não fornecem dados que contribuem para a estatística do VAB de serviços; e **(iii)** os dados estão em conformidade com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0, e dentre as atividades consideradas do ramo industrial estão as atividades de captação, tratamento e distribuição de água, seja através de uma rede permanente de tubulações e dutos (instalações de infraestrutura) ou por outras formas de distribuição, e “atividades de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica; de fornecimento de gás e de produção e distribuição de vapor e de água quente através de uma rede permanente de linhas, tubulações e dutos (instalações de infra-estrutura)” (IBGE, 2018). Esta seção compreende a construção de edifícios em geral (divisão 41), as obras de infraestrutura (divisão 42) e os serviços especializados para construção que fazem parte do processo de construção (divisão 43) (IBGE, 2018).

Estas atividades estão diretamente relacionadas ao processo de urbanização e crescimento urbano, principalmente de empreendimentos de luxo que ocorre neste município, e pode explicar o motivo do alto valor agregado do setor industrial no município de Paraty.

Outro setor de atividades com grande expressividade econômica na região é o de extração de petróleo e gás natural em área marítima, dos quais grande parte dos empreendimentos se encontra na área marítima de Paraty, sendo registrado como parte do VAB industrial deste município.

A fim de analisar a dinâmica econômica dos municípios que integram a RH-I, foi elaborada uma comparação entre os indicadores econômicos dos municípios entre os anos de 2005 e 2010, e de 2010 e 2015.

Os valores apresentados nas tabelas comparativas são relativos ao PIB em preços correntes. A fim de se obter um valor mais próximo ao crescimento real, foi calculado o valor do



PIB real retirando o fator inflacionário. A seguir apresenta-se o Quadro 5.24 e o Quadro 5.25, que mostram o crescimento real entre 2005 e 2010 e entre 2010 e 2015.

Quadro 5.24 - Crescimento do PIB Real e dos setores econômicos dos municípios que integram a RH-I entre os anos de 2005 e 2010.

Município	PIB (R\$1000)	Impostos	Var. VAB Agropecuária	Var. VAB Indústria	Var. VAB Serviços	Var. VAB Adm. Pública
Angra dos Reis	60%	-31%	10%	154%	117%	81%
Mangaratiba*	12%	13%	10%	3%	6%	87%
Paraty	188%	104%	11%	1554%	132%	81%

*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2005, 2010, 2015).

Quadro 5.25 - Crescimento do PIB Real e dos setores econômicos dos municípios que integram a RH-I entre os anos de 2010 e 2015.

Município	PIB (R\$1000)	Impostos	Var. VAB Agropecuária	Var. VAB Indústria	Var. VAB Serviços	Var. VAB Adm. Pública
Angra dos Reis	15%	-30%	149%	-9%	46%	45%
Mangaratiba*	77%	60%	114%	57%	85%	45%
Paraty	124%	105%	120%	174%	122%	55%

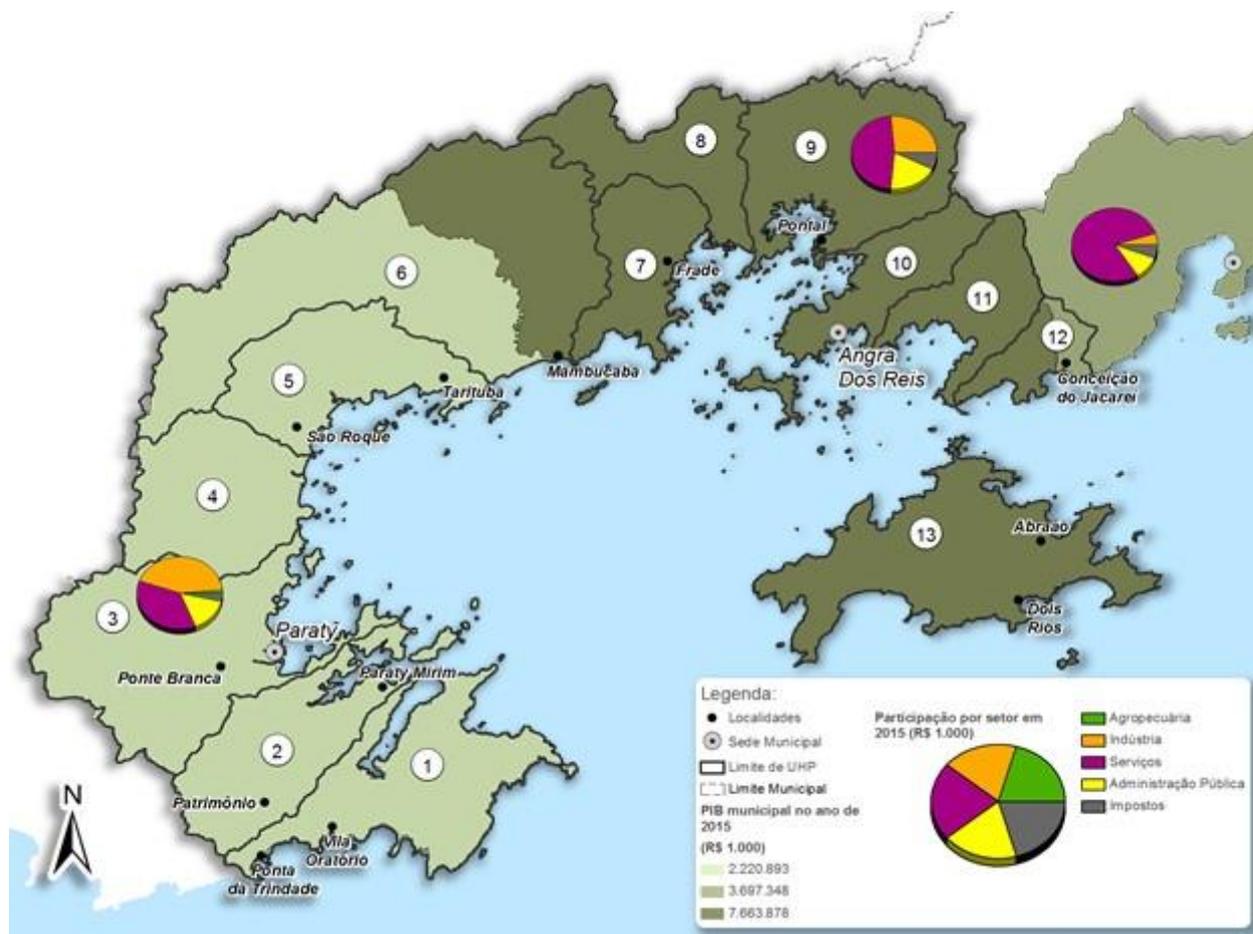
*Total para o município de Mangaratiba.
Fonte: IBGE (2005, 2010, 2015).

Na análise comparativa dos dois quadros, é notória a queda de arrecadação tributária no município de Angra dos Reis. Além disso, percebe-se uma queda significativa do setor industrial do município na comparação entre os dois períodos, entre 2005 e 2010 o setor da indústria cresceu 154%, enquanto entre 2010 e 2015 caiu 9%, no caminho inverso ao crescimento de Mangaratiba e Paraty que seguiram crescendo.

No que se refere ao crescimento econômico, em termos percentuais, entre os anos de 2005 e 2010 pode-se observar que toda a RH-I teve um crescimento considerável. Quanto ao crescimento entre 2010 e 2015, constata-se que houve um crescimento menor se comparado com o período anterior, indicando uma desaceleração da economia.

Em relação à rede de apoio à exploração de petróleo, encontra-se na RH-I o estaleiro BrasFELS, que possui um papel fundamental na exploração de petróleo construindo plataformas, embarcações de apoio, e auxiliando na manutenção das plataformas operantes na bacia de campos.

Na Figura 5.15 está apresentado o PIB dos municípios, no ano de 2015.



Fonte: IBGE (2017).

Figura 5.15 - PIB estimado dos municípios que integram a RH-I e os setores econômicos no ano de 2015.

5.5. INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

A partir de dados levantados no estudo do Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015) e dados do Plano de Mobilidade Sustentável de Angra dos Reis (PMAR, 2015), realizou-se um levantamento do desenvolvimento da malha viária e da infraestrutura urbana da região e como isso se encaixa nos processos de polarização regional ocorrentes no território brasileiro.

A região da Baía da Ilha Grande encontra-se entre os dois maiores polos regionais do território brasileiro. São eles as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Este fator teve influência direta no desenvolvimento da infraestrutura urbana dos municípios que integram a RH-I e que hoje é uma importante região turística do estado do Rio de Janeiro. Um dos catalisadores deste processo foi a construção da Rodovia Presidente Dutra (BR-116), que liga a cidade do Rio de Janeiro a São Paulo, e também da Rodovia Rio Santos (BR-101), que liga a cidade de Santos



(onde se encontra o Porto de Santos) à cidade do Rio de Janeiro, expandindo, junto com todo o sistema rodoviário, a interligação entre as regiões brasileiras (INEA, 2015).

O resultado desta mudança foi a transformação do uso e ocupação do solo. Áreas anteriormente designadas à agropecuária e à pesca e também as áreas de espaços naturais passaram a sofrer processos de ocupação desordenada, vide as ocupações irregulares nos morros do centro de Angra dos Reis (PMAR, 2015).

Angra dos Reis também teve seu processo de urbanização acelerado pela instalação do Estaleiro Velrome (BrasFELS) em 1959, pelo terminal da Baía da Ilha Grande da Petrobrás em 1977, e pelas Usinas Nucleares Angra I e II nos anos 1972 e 1976 respectivamente (INEA, 2015).

Mangaratiba, assim como os outros municípios, também teve o seu processo de urbanização catalisado pela inauguração da BR-101 que impulsionou o turismo da região.

Quanto à infraestrutura de transportes especificamente, o município de Angra dos Reis destaca-se pela presença das três principais instalações navais e portuárias da RH-I, são elas: O estaleiro BrasFELS que situa-se na Baía de Jacuecanga, importante ponto de apoio na rede de infraestrutura da área de petróleo e gás natural; o Terminal Portuário Angra dos Reis (TEPAR), com serviços de atracação, cerco preventivo, movimentação de cargas em geral, principalmente fluidos e grânéis sólidos, e operações diversas de óleo e diesel, armazenagem, apoio a regimes aduaneiros especiais, limpeza de tanques e gerenciamento de resíduos (SEP; UFSC; LABTRANS, 2015); e o Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG), construído em 1977 para receber a demanda por importação de petróleo e que atualmente opera na exportação de petróleo excedente da produção nacional e como entreposto de exportação e cabotagem para terminais menores (INEA, 2015).

As principais estradas que dão acesso à região são a já citadas BR-101; a RJ-149, que liga Mangaratiba a Rio Claro, e que historicamente serviu no escoamento da produção cafeeira do Vale do Paraíba Fluminense; a BR-459 e a BR-494, que liga Nova Serrana a Angra dos Reis.

Sobre a infraestrutura de aeroportos, Angra dos Reis conta com um aeroporto municipal que foi homologado e teve o tráfego aéreo autorizado pela portaria 134/1979 do Departamento de Aviação Civil. Era administrado pelo estado do Rio de Janeiro até 2005 quando a Angra Aeroportos-LTDA assumiu através de um contrato de concessão (ANGRA AEROPORTOS, 2017). Estão previstas obras de ampliação da pista de pouso e das áreas de embarque e desembarque (PMAR, 2015).

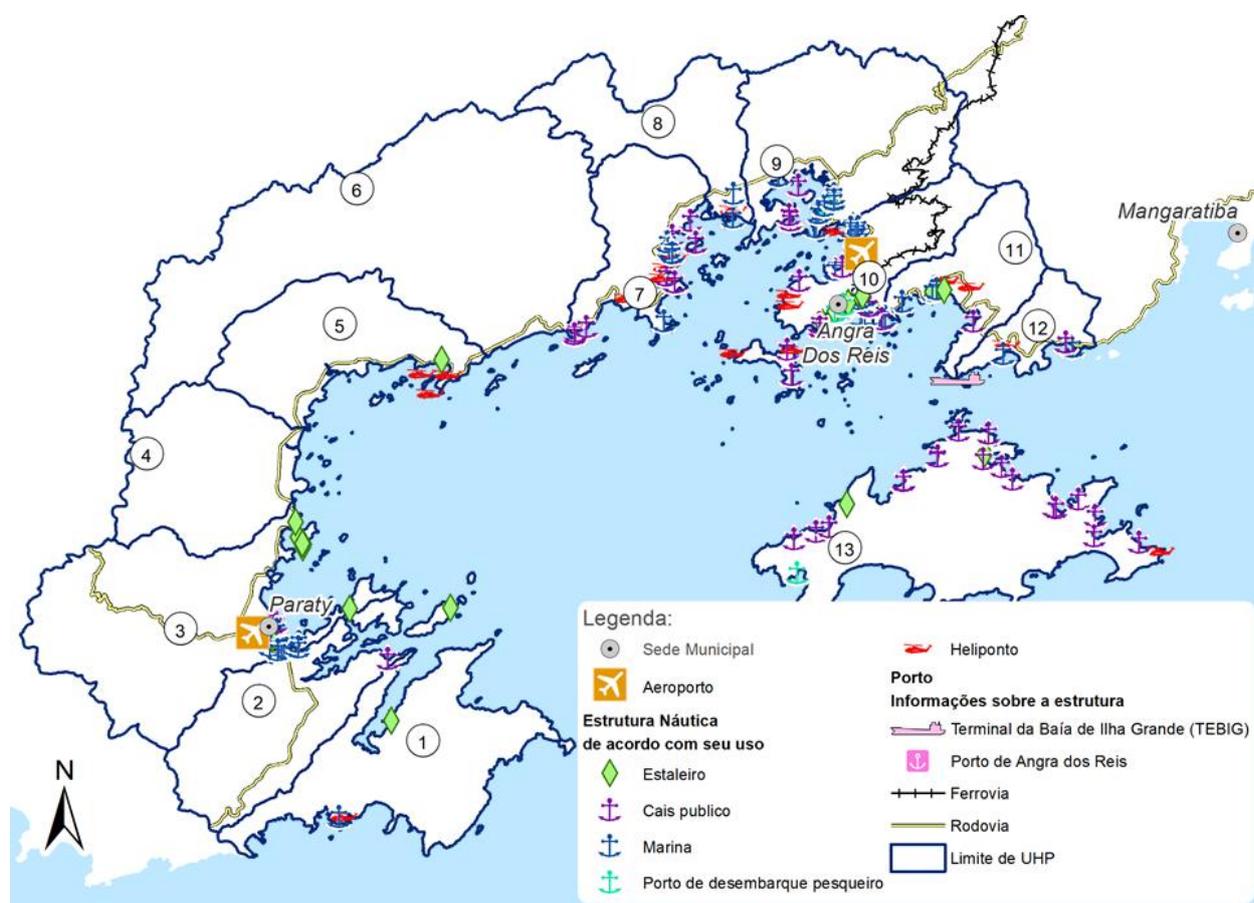
Em relação à Infraestrutura de desembarque e escoamento da produção pesqueira, mais uma vez Angra dos Reis é o município de maior destaque dentre os que integram a RH-I. O



município possui cinco grandes pontos de desembarque que atendem à produção pesqueira. São eles: O atracadouro PROPECAR e o EBRASPA que possuem melhor infraestrutura, e os atracadouros Cais Santa Luzia, o Cais da Manivela e o Cais da Lapa com menos recursos.

Em relação ao município de Paraty, merece destaque o Aeroporto de Paraty, um aeroporto para aeronaves de pequeno porte. Além disso, dados da Secretaria Municipal de Pesca contabilizam pontos de reparo de embarcações pesqueiras nas localidades da Baía de Paraty, na Ilha do Araújo, em Tarituba, no Saco do Mamanguá e na Ilha do Algodão.

Na Figura 5.16 está apresentada a infraestrutura de transportes da RH-I.



Fonte: Inea (2015).

Figura 5.16 - Infraestrutura de transportes.

5.6. COMUNIDADES TRADICIONAIS

A RH-I possui quatro grupos distintos de populações tradicionais ocupando áreas costeiras não contíguas: povos indígenas, quilombolas, caiçaras e pescadores que não se identificam como caiçaras.



Os povos indígenas possuem o direito exclusivo sobre suas terras tradicionais, de acordo com a Constituição Federal. As fases do procedimento comprobatório e de demarcação destas terras são definidas por decreto presidencial, e atualmente são classificadas como “em estudo”, “delimitadas”, “declaradas”, “homologadas”, “regularizadas” e “interditadas”. Esse processo é realizado junto à FUNAI.

As populações indígenas que habitam a área da RH-I, com situação fundiária regularizada, dividem-se em três grupos principais:

- Terra Indígena (TI) de Paraty-Mirim, com 1,33 km² de extensão, abriga uma população de aproximadamente 171 indígenas do povo Guarani-M'Byá, localizando-se junto à estrada que dá acesso à praia de Paraty-Mirim (INEA, 2015);
- TI de Araponga, que abriga mais 26 indígenas Guarani-M'Byá, situando-se na porção superior da bacia do Rio Paraty-Mirim, na Unidade de Conservação Parque Nacional da Serra da Bocaina, de Proteção Integral (INEA, 2015);
- TI Guarani de Bracuhy, localizada em Angra dos Reis, e a maior entre as três, com 21,32 km² de área e 341 indígenas, caracterizada pela posse tradicional e permanente do Grupo Indígena Guarani M'Byá (DOU, 1995⁴ *apud* INEA, 2015).

Além dessas, existem outras, com sua situação fundiária em estudo pela FUNAI (CTI; IPHAN, 2014):

- Aldeia do Rio Pequeno;
- Outra área relacionada à TI Paraty-Mirim;
- Outra área relacionada à TI Guarani Araponga;
- Aldeia Arandu Mirim, localizada no Saco do Mamanguá⁵;
- Aldeia de Ilha Grande, também conhecida como aldeia Ypau Guaxu;
- Aldeia de Graúna;

Segundo a FUNAI, existem cerca de 3.300 pessoas residindo nestas áreas.

Os quilombolas são definidos, segundo a Fundação Cultural Palmares, como “grupos sociais afrodescendentes trazidos para o Brasil durante o período colonial, que resistiram ou, manifestamente, se rebelaram contra o sistema colonial e contra sua condição de cativo,

⁴ DOU. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. DECRETO S/N DE 03/07/1995 (Artigos 1 a 3). Homologa a Demarcação Administrativa da Terra Indígena Guarani de Bracuhy, localizada no Município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial da União (DOU), 1995.

⁵ A Aldeia Arandú-Mirim, localizada no Saco do Mamanguá, em Paraty, possui sua demarcação atualmente sendo processada pela FUNAI, sob ofício do Ministério Público Federal (MPF, 2018)



formando territórios independentes onde a liberdade e o trabalho comum passaram a constituir símbolos de diferenciação do regime de trabalho adotado pela metrópole” (FCP, 2017⁶ *apud* PETROBRAS, 2018). Existem quatro comunidades quilombolas, das quais duas estão localizadas no município de Paraty e duas em Angra dos Reis:

- A Comunidade Quilombola do Campinho de Independência, a maior entre as três, fica localizada no município de Paraty, que engloba cerca de 80 famílias distribuídas em uma área de aproximadamente 2,8 km². A comunidade do Campinho de Independência foi fundada por três irmãs escravas que viviam dentro da casa grande da antiga Fazenda Independência e realizavam serviços ditos privilegiados, tais como tecer, bordar e pentear. Essas irmãs receberam terras do seu senhor após a abolição da escravatura, e fundaram a primeira comunidade quilombola do Estado do Rio de Janeiro a ter suas terras tituladas. Em 21 de março de 1999, os quilombolas receberam da Fundação Cultural Palmares e da Secretaria de Assuntos Fundiários do Estado o título definitivo de seu território. (INEA, 2015).
- O Quilombo do Cabral, próximo ao rio dos Meros, formado por cinco grupos de herdeiros, que convergem a três núcleos familiares principais, que estão em vias de receber do INCRA o título de terra ocupada, de aproximadamente 7,6 km². (INEA, 2015).
- O Quilombo Santa Rita de Bracuí possui a menor extensão territorial, localizado em Angra dos Reis, em uma pequena porção de terra próximo à BR-101, palco de uma histórica luta fundiária que se dá desde a década de 60, contra grileiros e condomínios de luxo. (INEA, 2015);
- O Quilombo Alto da Serra do Mar é formado por 17 famílias, totalizando cerca de 80 pessoas. Sua maior porção se localiza no município de Rio Claro (RJ), com uma parte em Angra dos Reis, em um vale entre as serras da Casaca e do Sifrônio. O quilombo foi fundado pela união entre as famílias Leite e Antero, descendentes de trabalhadores escravizados nas antigas fazendas de café na região do Médio Paraíba. Se instalaram definitivamente nessas terras por volta de 1950 (INCRA; CGPCT; NEAD, 2016).

As comunidades caiçaras são o terceiro grupo de comunidades tradicionais presente na RH-I, e os mais numerosos. Se distribuem principalmente pela porção litorânea da Baía da Ilha Grande, e são caracterizados por uma mescla étnico cultural de indígenas, colonizadores europeus e escravos africanos, formando uma cultura específica que se desenvolveu, principalmente, nas áreas costeiras dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e norte

⁶ FCP, Fundação Cultural Palmares. Portal FCP. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br>>. Acessado em: outubro de 2017.



de Santa Catarina, com origem nos “interstícios dos grandes ciclos econômicos do período colonial, fortalecendo-se quando essas atividades, voltadas para exportação, entraram em declínio” (DIEGUES; VIANA, 2004⁷ *apud* SILVA PIMENTEL; RIBEIRO, 2016).

O modo de vida e a economia das comunidades caiçaras estão diretamente ligados ao espaço natural. Como são extremamente dependentes da pesca artesanal, da agricultura e do extrativismo vegetal, estas comunidades são bastante sensíveis à dinâmica territorial e as alterações no ecossistema.

A forma como surgiram os municípios de Angra dos Reis e Paraty está relacionada à forte presença das comunidades tradicionais na RH-I e dos seus processos de ocupação. Estas cidades se estabeleceram a partir de núcleos de ocupação relativamente isolados entre as florestas, serras e o mar, resultantes de grupos familiares que, com o final da escravidão e declínio das fazendas escravocratas da região, se instalaram nas praias e áreas costeiras (FONTES, 2013⁸ *apud* INEA, 2015).

A ocupação dos assentamentos de comunidades tradicionais se dá, principalmente, na UHP Rio Paraty-Mirim (quilombolas e indígenas), na divisa das UHPs Rio Ariró e Rio Bracuí (comunidades indígenas), na Ponta da Juatinga, Bacias da Ilha Grande e Rio Perequê-Açú (Caiçaras). No Quadro 5.26 estão apresentados o número, o tipo e a localização das comunidades dentro das UHPs.

Quadro 5.26 - Comunidades Tradicionais, Terras Indígenas e Quilombos na RH-I.

Tipologias	Comunidades/Territórios	Município
Comunidades Caiçaras	(1) Bananal; (2) Matariz; (3) Passa Terra; (4) Ubatuba; (5) Araçatiba; (6) Praia Vermelha; (7) Provetá; (8) Aventureiro; (9) Parnaioca; (10) Dois Rios; (11) Palmas; (12) Vila do Abraão; (13) Ilha da Gipóia	Ilha Grande (Angra dos Reis)
	(14) Ponta Grossa; (15) Praia Vermelha*; (16) Praia Grande; (17) Pontal; (18) Mamangá; (19) Baixio; (20) Vila do Cruzeiro; (21) Ponta da Romana; (22) Praia Grande da Cajaíba; (23) Calheus; (24) Ipanema; (25) Praia do Pouso; (26) Saco da Sardinha; (27) Saco Claro; (28) Ponta da Juatinga; (29) Praia Martin de Sá; (30) Cairuçu das Pedras; (31) Saco das Enxovas; (32) Ponta Negra; (33) Praia do Sono; (34) Trindade; (35) Praia Grande;	Paraty
Quilombolas	(1) Campinho da Independência; (2) Cabral	Paraty
	(3) Santa Rita do Bracuí; (4) Alto da Serra (Cameru)*	Angra dos Reis
Terras indígenas	(1) Paraty-Mirim; (2) Guarani-Araponga;	Paraty
	(3) Guarani do Bracuhy	Angra dos Reis

Fonte: Inea (2015).

* Modificada de Inea (2015).

7 DIEGUES, A. C. S.; VIANA, V. M. Comunidades tradicionais e manejos dos recursos naturais na Mata Atlântica. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

8 FONTES, C. F. L. Análise dos Conflitos Socioambientais na Área de Proteção Ambiental de Cairuçu (Paraty – RJ). Rio de Janeiro, RJ: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Dissertação de Mestrado, 2013. 168 p



Percebe-se que existe uma presença maior de comunidades Caiçaras que se concentram na costa das UHPs, cujas economias se baseiam principalmente na pesca artesanal. Contudo, segundo a versão preliminar do Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015), está ocorrendo um processo de deslocamento da população dessas comunidades “em direção ao continente, ocupando áreas de encosta ao custo da supressão da vegetação nativa” devido a uma maior presença da especulação imobiliária.

Segundo dados da FUNAI (2018), do INCRA (2018) e do INEA (2015), a área total das terras indígenas e quilombolas presentes na RH-I é de 24,35 Km² e 15,43 Km² respectivamente. Não foram encontrados dados referentes à área total ocupada pelas comunidades Caiçaras, que estão dispersadas por diversas localidades da Baía da Ilha Grande.

Há, ainda, a presença de estabelecimentos de agricultura familiar na região, dispersos em várias comunidades na RH-I, que enfrentam diversas dificuldades para produzir e comercializar seus produtos. O poder municipal procura apoiar as atividades desses produtores disponibilizando equipamentos e conhecimento agrícola, mas o apoio recebido não é suficiente para superar as barreiras. São mencionados problemas como falta de apoio técnico, falta de capacitação, falta de regularização fundiária e falta de crédito, baixo valor nos produtos produzidos e dificuldade de adequação às normas de mercado (UNACOOOP, 2011). No Quadro 5.27 estão apresentados os estabelecimentos de agricultura familiar nos municípios da RH-I.

Quadro 5.27 - Estabelecimentos e área da Agricultura Familiar nos municípios da RH-I.

Município	Estabelecimentos	Área (ha)
Angra dos Reis	228	2.423
Paraty	384	5.382
Mangaratiba	154	1.482

Fonte: IBGE (2006b).

Existe uma série de dispositivos legais que asseguram os direitos territoriais das comunidades, dentre os mais importantes estão os artigos 68º, 231º e 232º da Constituição Federal, dispositivo que se encontra no nível máximo da hierarquia da legislação brasileira.

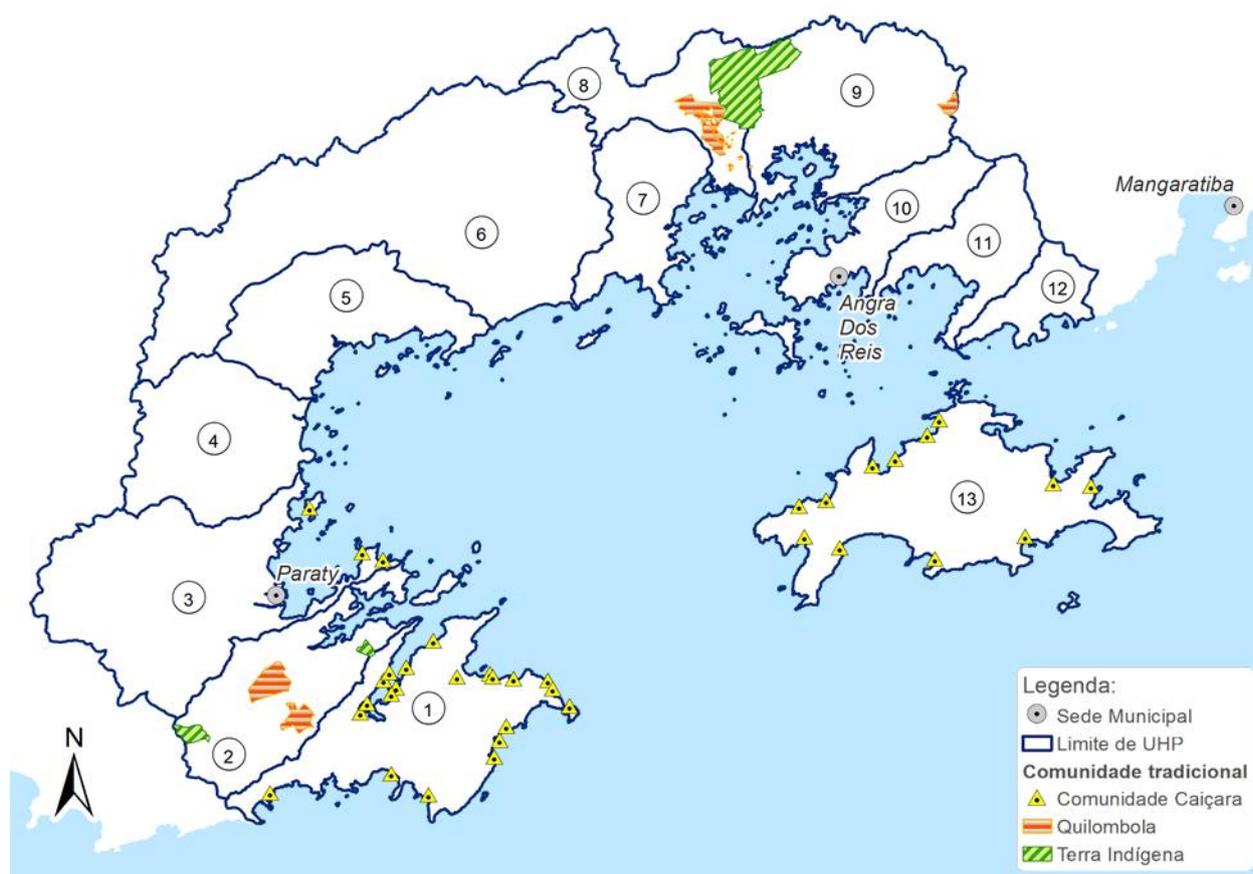
Outros dispositivos fundamentais são a Lei Federal nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, que trata do Estatuto do Índio, e o Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003, que trata do reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação dos territórios quilombolas (INEA, 2015). As comunidades Caiçaras recorrem aos dispositivos referentes às unidades de conservação de uso sustentável para obter o reconhecimento de seus territórios.

Recentemente, a Lei nº 7.790 de 28 de novembro de 2017, declarou as comunidades tradicionais do Estado do Rio de Janeiro como patrimônio cultural, histórico e imaterial, incluindo



as comunidades quilombolas, caiçaras, caboclas, de pescadores, caiçaras e agricultores, inclusive aquelas localizadas em UCs. A lei também proibiu a remoção ou remanejamento destas comunidades do seu local de origem, e atualmente passa por uma discussão a respeito da permissividade que essa lei traz ao manejo das Unidades de Conservação.

Na Figura 5.17 estão apresentadas as localizações das comunidades tradicionais da RH-I.



Fonte: FUNAI (2018), INCRA (2018), INEA (2015).

Figura 5.17 - Comunidades tradicionais da RH-I.

Dentre os principais problemas enfrentados pelas comunidades tradicionais na RH-I, destacam-se os conflitos com a expansão do turismo, onde os condomínios de luxo, marinas, resorts e a expansão desordenada vêm ocupando espaços das comunidades tradicionais, pressionando e expulsando suas populações para regiões periféricas dos municípios de Angra dos Reis e Paraty, e a degradação ambiental causada pela ocupação urbana. A necessidade das áreas costeiras para os empreendimentos turísticos ocupa os espaços outrora destinados à pesca artesanal, e expulsam os pescadores tradicionais da região (UNACOOOP, 2011).



No Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015) são mencionados, ainda, resultados de uma oficina realizada na área de estudo, que elencou os principais problemas e potencialidades da Baía da Ilha Grande:

- Problemas/conflitos:
 - Dependência do ecossistema
 - Desvalorização da cultura
- Fragilidades/vulnerabilidades:
 - Comunidades sem serviços básicos
 - Necessidade de emprego e renda
- Potencialidades:
 - Atividades culturais
 - Conservação pela comunidade

Uma das soluções estratégicas considerada para a valorização das comunidades tradicionais e seu modo de vida é o turismo, que além de ser fonte de recursos financeiros, cria incentivos ao desenvolvimento local ao mesmo tempo em que gera emprego e renda para as comunidades. Atualmente, mesmo com a presença de diversos conglomerados formados por essas populações, poucas delas possuem infraestrutura para receber turistas.

Podem ser citados alguns projetos que buscam valorizar as heranças africanas, indígenas e caiçaras como formadoras da identidade nacional, enquanto fortalece o turismo sociocultural:

- O projeto “Caiçaras, indígenas e quilombolas: construindo juntos o turismo cultural na região da Costa Verde”, que integra o Quilombo do Campinho, promovido pela Associação dos Moradores do Campinho (AMOC) e apoiado pelo Ministério do Turismo envolve 12 comunidades tradicionais da Região da Costa Verde (Angra dos Reis/RJ, Paraty/RJ e Ubatuba/SP), sendo 05 quilombolas, 02 indígenas e 07 caiçaras (IVT⁹, 2014), visando sua inclusão como protagonistas do turismo cultural da região. (INEA, 2015). A comunidade oferece passeios e visitas guiadas, valorizando a história dos descendentes de escravos, sua luta e resistência; sua cultura, arte e gastronomia, além de promover um contato direto com a natureza e com a cultura local através de

⁹ IVT. INSTITUTO VIRTUAL DE TURISMO. Caiçaras, Indígenas e Quilombolas: construindo juntos o Turismo Cultural da Região da Costa Verde. Página da Internet, Disponível em: < www.ivt.coppe.ufrj.br/caderno/index.php/caderno/article/download/1185/488 >. Acesso em novembro de 2014.



contações de história com os griôs, e apresentações de jongo e percussão (Ministério do Turismo, 2010¹⁰ *apud* INEA, 2015).

- O projeto “Ecoturismo de Base Comunitária da Região da Trilha do Ouro” foi desenvolvido pela Sociedade Angrense de Proteção Ecológica (SAPE), e visou consolidar o ecoturismo de base comunitária na região do Caminho do Ouro, na área de influência do Parque Nacional da Serra da Bocaina, investindo na estruturação de roteiros e na capacitação das comunidades, incorporando essas polos a atividades já em operação (INEA, 2015).
- O projeto “Povo do Aventureiro”, realizado na Ilha Grande e promovido pela Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e pelo Comitê de Defesa da Ilha Grande (CODIG), promove a interação entre moradores e visitantes, oferecendo visitas turísticas e valorizando festas tradicionais da comunidade, a pesca desportiva e a culinária local. A interação com a população local é ampliada através de campings, oferecidos nos quintais das casas dos moradores, e bares construídos como extensão das residências locais (IVT⁴, 2014 *apud* INEA, 2015).
- A Vila caiçara da Ilha do Araújo também oferece uma atividade local envolvendo passeios de reconhecimento à comunidade caiçara local, incluindo apreciação às belezas naturais da ilha, e a realização de trilhas (Portal Paratyours, 2014¹¹ *apud* INEA, 2015).

¹⁰ MTur. MINISTÉRIO DO TURISMO. Turismo Cultural: Orientações Básicas. Brasília, DF: MTur, 3ª Edição, 2010. 100 p

¹¹PORTAL PARATYOURS. Roteiro Caiçara - Cultura e artesanato de Paraty. Página da Internet, Disponível em:
< <http://www.paratyours.com.br/roteiros culturais.asp?padrao=20&id=1&pag=414> > Acesso em novembro de 2014



6. RECURSOS HÍDRICOS

6.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

6.1.1. Caracterização hidrográfica

6.1.1.1. Rios

A hidrografia da Região Hidrográfica I é caracterizada principalmente por rios de pequeno porte, de característica perene e padrão dendrítico, cujas nascentes são localizadas nas escarpas altas da Serra do Mar, e seus fluxos seguem em direção ao oceano, desaguando na baía de Ilha Grande. A hidrografia da região é muito influenciada pela configuração geológica e geográfica do local, caracterizada pelo contorno da serra ao redor da baía, e uma alta declividade até a saída para o mar. Isso gera também uma correlação alta entre precipitação e vazão, devido às descargas pluviométricas se convertendo em escoamento superficial logo após os eventos de chuva. Só fogem ao padrão citado os rios Mambucaba, Paca Grande/Bracuí e Ariró, cujas nascentes se localizam no estado de São Paulo, e possuem áreas de contribuição (bacia de drenagem) maiores, resultando em um comportamento hidrológico com variações mais suaves, não influenciado de forma tão intensa pela precipitação na RH-I.

Por ser uma região de pouca ocupação urbana, devido à existência de UCs de proteção integral, as cabeceiras dos rios da RH-I se encontram em um estado relativamente bom de preservação. Essa condição é importante para a manutenção dos aspectos quantitativos e qualitativos dos seus cursos hídricos, uma vez que a remoção da mata ciliar nos entornos das regiões de nascentes pode gerar picos ainda maiores de escoamento, assoreamento, e redução da qualidade da água.

O Quadro 6.1 apresenta os rios de maior importância, por UHP, e na Figura 6.1 está apresentada a hidrografia detalhada da RH-I, caracterizada pelo padrão dendrítico nas serras e meandrante nas baixadas.



Quadro 6.1 - Rios principais por UHP na RH-I.

UHP		Rios principais
Nº	Nome	
1	Ponta da Juatinga	Rio Itaoca; Córrego da Cachoeira Grande
2	Rio Paraty-Mirim	Rio Paraty-Mirim; rio dos Meros
3	Rio Perequê-Açú	Rio Mateus Nunes; rio Perequê-Açu
4	Rios Pequeno e Barra Grande	Rio Pequeno; rio da Barra Grande
5	Rio Taquari	Rio São Roque; rio Taquari
6	Rio Mambucaba	Rio do Funil; rio Mambucaba
7	Rios Grataú e do Frade	Rio do Frade; rio Grataú, Córrego Sacher
8	Rio Bracuí	Rio Bonito; Rio Paca Grande/Bracuí; rio Caracatinga
9	Rio Ariró	Rio Ariró; Rio Jurumirim
10	Rio do Meio (Japuíba)	Rio do Meio (Japuíba); rio Cabo Severino
11	Rio Jacuecanga	Rio Jacuecanga
12	Rio Jacareí	Rio Cantagalo; rio Jacareí
13	Bacias da Ilha Grande	Córrego da Parnaioca; rio Barra Pequena; rio dos Nóbregas
14	Ilhas	Córregos pequenos, de pouca expressividade

Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao Rio Mambucaba, o maior da bacia, destaca-se a importância do planalto da Bocaina, distribuído entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, que atua como um reservatório para a bacia do rio Mambucaba. Ao contrário da maior parte dos rios da RH-I, o regime fluviométrico do Rio Mambucaba é mais influenciado pelas condições pluviométricas existentes no Estado de São Paulo, do que nos eventos de precipitação da RH-I. As maiores vazões são observadas no mês de março, com agosto e setembro apresentando as vazões mais baixas (SEMA, 1997).

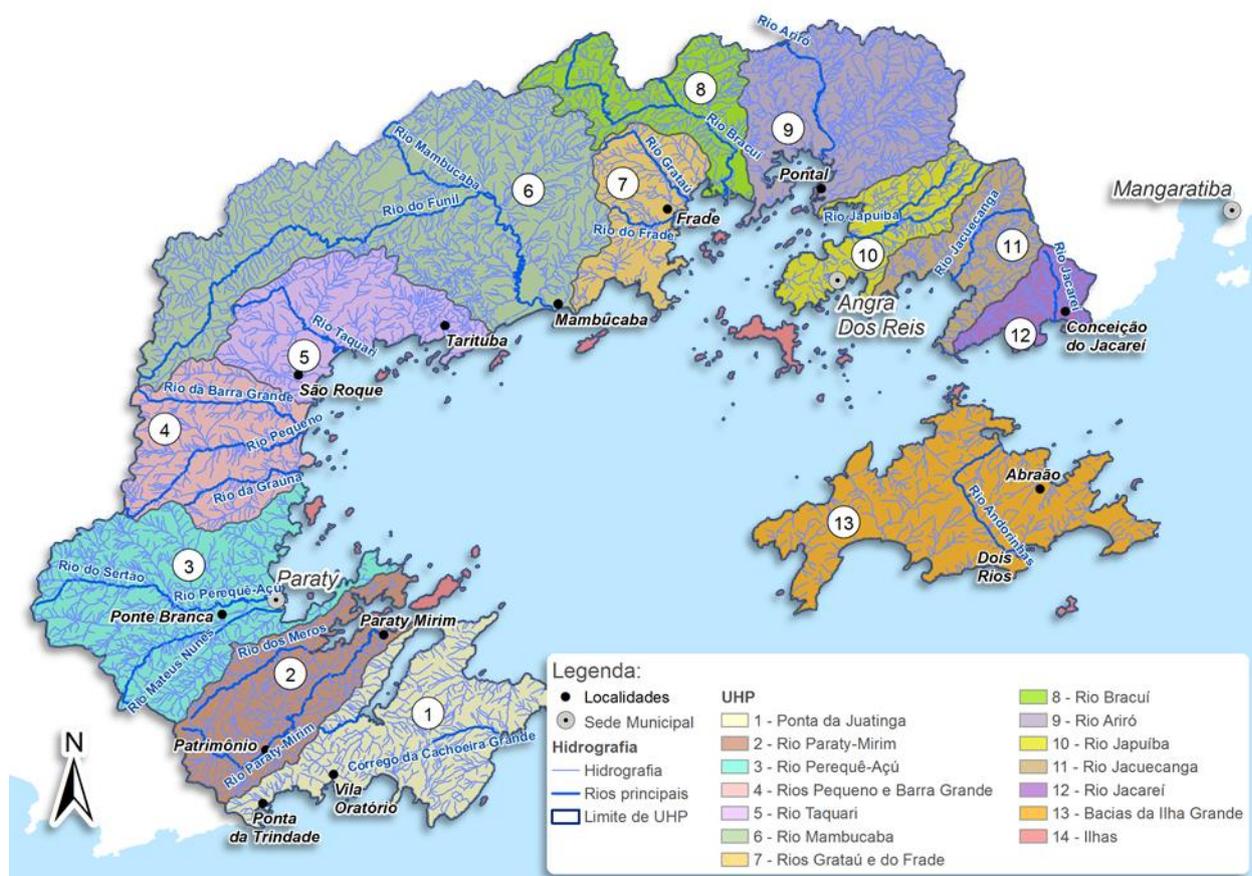


Figura 6.1 - Hidrografia detalhada da RH-I.

6.1.1.2. Lagos, lagoas e reservatórios

A região da RH-I não possui lagos ou reservatórios de grande dimensão, ou relevância. Segundo a base de dados da ANA (2016), que mapeou todas as massas de água do território brasileiro, a região possui três massas d'água, das quais duas estão identificadas como lagos/lagoas e uma como laguna. Dois deles estão localizados na Ilha Grande, com áreas superficiais de 0,143 km² e 0,123 km², e o outro na UHP 7 - Rios Pequeno e Barra Grande, no rio Pequeno, com 0,092 km². Além dessas massas, há um projeto de uma Pequena Central Hidrelétrica no rio Ariró, na UHP 9 - Rio Ariró.

Além disso, existem inventários hidrelétricos nos rios Mambucaba, Paca Grande, Bonito, Bracuí e Ariró, o que denota a possibilidade futura da presença de reservatórios nesses cursos hídricos.



6.1.2. Disponibilidade hídrica superficial

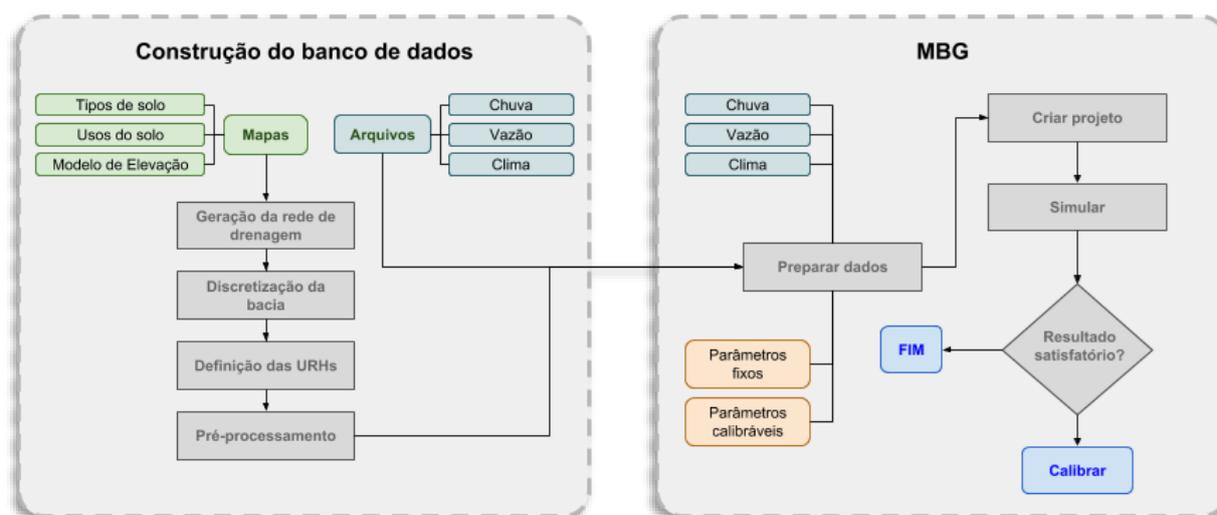
Neste item são apresentadas as disponibilidades hídricas superficiais para 13 das 14 UHPs, já que devido a fragmentação e distribuição espacial a UHP-14 – Ilhas, não possibilita a replicação das mesmas metodologias para a obtenção dos resultados de disponibilidade. Outrossim as características da UHP-13 – Ilha Grande fazem com que essa seja analisada em separado das UHPs continentais. Essa divisão inicial entre “Porção Continental” e “Ilha Grande” é importante de ser estabelecida, pois, para cada área, diferentes metodologias para obtenção de vazões de referência foram adotadas. Para a porção continental foi adotada a técnica de Simulação Hidrológica, enquanto que para a Ilha Grande foi adotada a técnica de regionalização de vazões.

O detalhamento das informações apresentadas neste item é apresentado no Relatório das Disponibilidades Hídricas (RD07) do PRH-BIG.

6.1.2.1. Porção continental da RH-I

Para a porção continental da Baía de Ilha Grande, utilizou-se o Modelo de Grandes Bacias (MGB-IPH), em sua versão 4.0, para a geração de vazões de referência na área de estudo. A partir do estabelecimento do modelo para a região, foram obtidas vazões de estiagem como $Q_{7,10}$, Q_{95} , Q_{90} , Q_{50} e Q_{mit} , que são deflúvios de suma importância no âmbito do planejamento e gestão de recursos hídricos.

O modelo MGB IPH é um modelo distribuído de larga escala que usa equações físicas e conceituais para simular os processos hidrológicos que acontecem numa bacia. Na mais recente versão, as bacias são divididas em minibacias, de forma que cada uma contém um único trecho de rio, associado a uma planície de inundação e a um balanço vertical de água no solo. Combinações de tipo de solo, uso do solo e vegetação dentro de cada minibacia são caracterizadas como Unidades de Resposta Hidrológica (URH), possibilitando assim a caracterização de regiões homogêneas dentro das bacias simuladas. Dessa forma, trocas de volume d’água são contabilizadas dentro de cada URH presente em cada minibacia. Uma vez caracterizada fisicamente a região de simulação, a partir da utilização de dados de entrada que variam espacialmente e temporalmente, como chuva e clima, o modelo simula processos como o armazenamento de água no solo, evapotranspiração (método de Penman-Monteith), interceptação, infiltração de água no solo, escoamento superficial e subsuperficial. A Figura 6.2 esquematiza o funcionamento do modelo, destacando-se também a existência da fase de calibração do mesmo, a partir de dados observados.



Fonte: Adaptado de Jardim (2017).

Figura 6.2 - Etapas do Modelo MGB.

É importante ressaltar que o MGB-IPH não é só contemplado pela representação do processo de transformação de chuva em vazão. Uma etapa importante na geração de resultados de vazão em diferentes locais de uma bacia está atrelada ao cálculo de propagação do escoamento ao longo dos cursos hídricos simulados. Neste sentido, segundo Paiva *et al.*, (2013), várias metodologias de cálculo (oriundas de simplificações das Equações de Saint Venant), podem ser adotadas para representar este processo. Entre elas, destacam-se: (i) Onda Cinemática; (ii) Modelos tipo Muskingum Cunge; (iii) Modelos de Onda Difusiva; (iv) Modelos Inerciais e (v) Modelos Hidrodinâmicos. No âmbito deste trabalho, considerou-se o modelo de propagação de Muskingum-Cunge como suficientemente acurado para representar a propagação do escoamento entre os trechos de cursos hídricos mapeados.

No âmbito da consolidação de técnicas de simulação hidrológica para obtenção de vazões de referência, a primeira variável a ser estabelecida é referente ao período de simulação. Dessa forma, para esta simulação considerou-se o período compreendido entre 1980 e 2010 para o estabelecimento das simulações hidrológicas. Esse período foi estipulado por apresentar o maior número de observações diárias em todos os postos fluviométricos considerados neste estudo.

Nos próximos itens são apresentados os dados de entrada utilizados nas simulações realizadas, bem como o processo de calibração e de validação do modelo.

6.1.2.1.1. Dados de entrada utilizados

Os dados de entrada utilizados na simulação hidrológica realizada são referentes, principalmente, a: (i) Representação topográfica do terreno, a partir do Modelo Digital de



Elevação (MDE); (ii) Parâmetros referentes ao tipo de solo; (iii) Parâmetros referentes ao uso do solo; (iv) Dados Climatológicos e; (v) Dados de precipitação.

A partir da definição destes dados de entrada e constituição do modelo, seus resultados podem ser, então, comparados com dados de estações fluviométricas que porventura existam na bacia. A seguir, cada um dos dados de entrada é explicado.

6.1.2.1.1.1. Representação topográfica

O Modelo Digital de Elevação utilizado para representar a topografia das bacias foi o MDE ALOS PALSAR, com 12,5 metros de resolução espacial (JAXA, 2007).

Portanto, a partir da adoção deste MDE para representar a topografia da região, foi possível – utilizando o pacote de pré-processamento de dados do MGB, *IPH Hydrotools* (Siqueira *et al*, 2016) – a obtenção de informações topológicas, delimitação dos cursos hídricos e também delimitação de sub-bacias e de minibacias que representam a área de estudo.

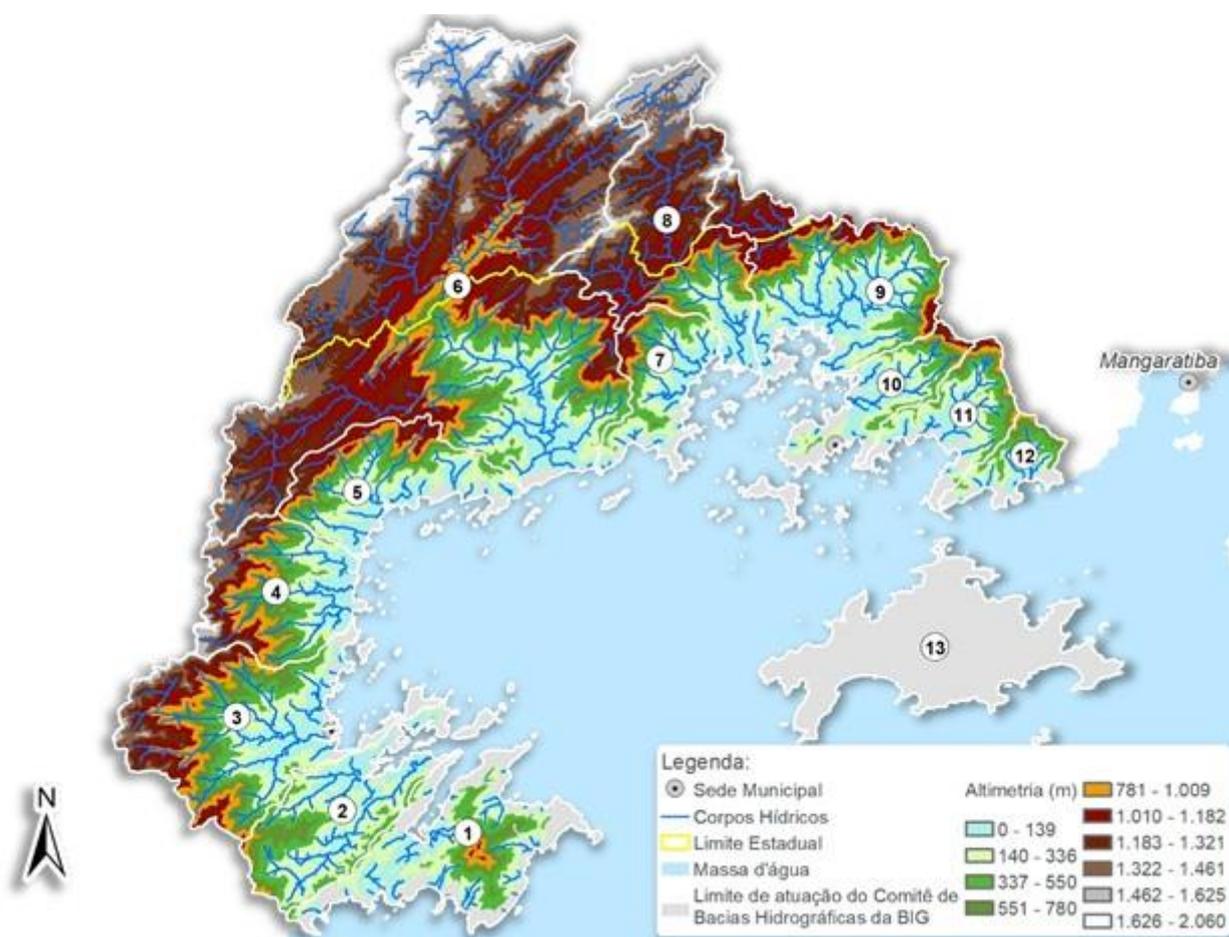
Os cursos hídricos foram determinados a partir de uma discretização espacial de 1 km², que resultou na geração de um total de 1.082 minibacias¹² (uma para cada trecho de rio¹³), especializadas dentro de 92 sub-bacias que drenam diretamente para o mar.

A topografia da região, em conjunto com os cursos hídricos obtidos, é apresentada na Figura 6.3, enquanto que as minibacias e sub-bacias são apresentadas na Figura 6.4, sendo que ambas consideram também a região contribuinte às bacias da RH-I que localiza-se no estado de São Paulo.

Deve-se destacar que a discretização das áreas não abrange a totalidade das Unidades Hidrológicas de Planejamento devido às limitações dos dados de entrada utilizados, especialmente o dado de altimetria, que não possui informações para as áreas baixas e planas em contato com o mar. Além disso, observa-se também que a discretização das sub-bacias da Baía da Ilha Grande não é realizada para a UHP 13, uma vez que as vazões desta UHP serão obtidas a partir de outro método que será apresentado posteriormente neste relatório.

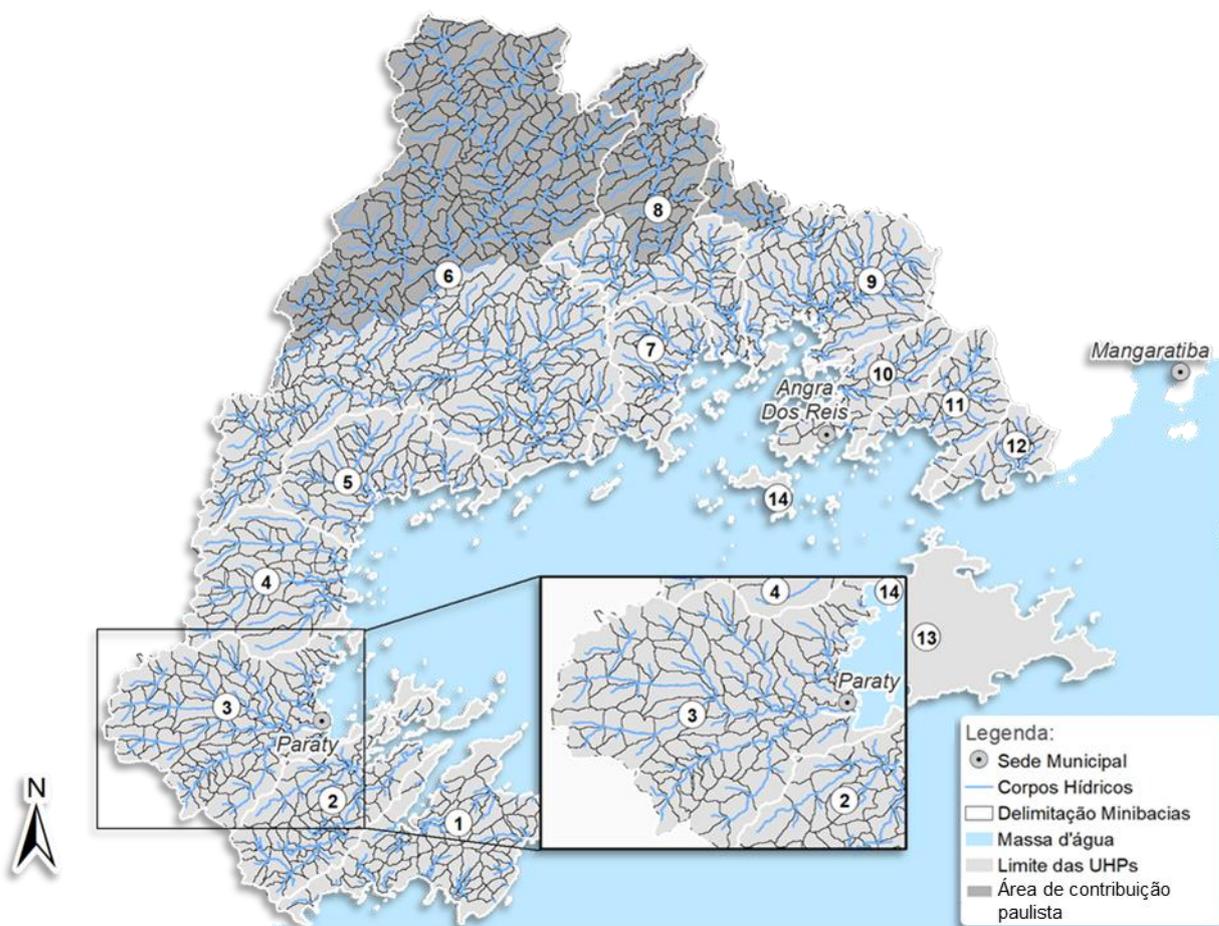
¹² Minibacia é o nome dado para a menor sub-bacia considerada no âmbito de um estudo de simulação hidrológica.

¹³ Trecho de Rio é o nome dado a um trecho de curso hídrico localizado entre duas confluências, uma confluência e uma nascente ou uma confluência e uma foz.



Fonte: Adaptado de Jaxa, (2007).

Figura 6.3 - Modelo Digital de Elevação utilizado neste estudo.



Fonte: Adaptado de Jaxa (2007).

Figura 6.4 - Sub-Bacias e Minibacias obtidas, com o destaque na UHP 3 para fins de melhor visualização.

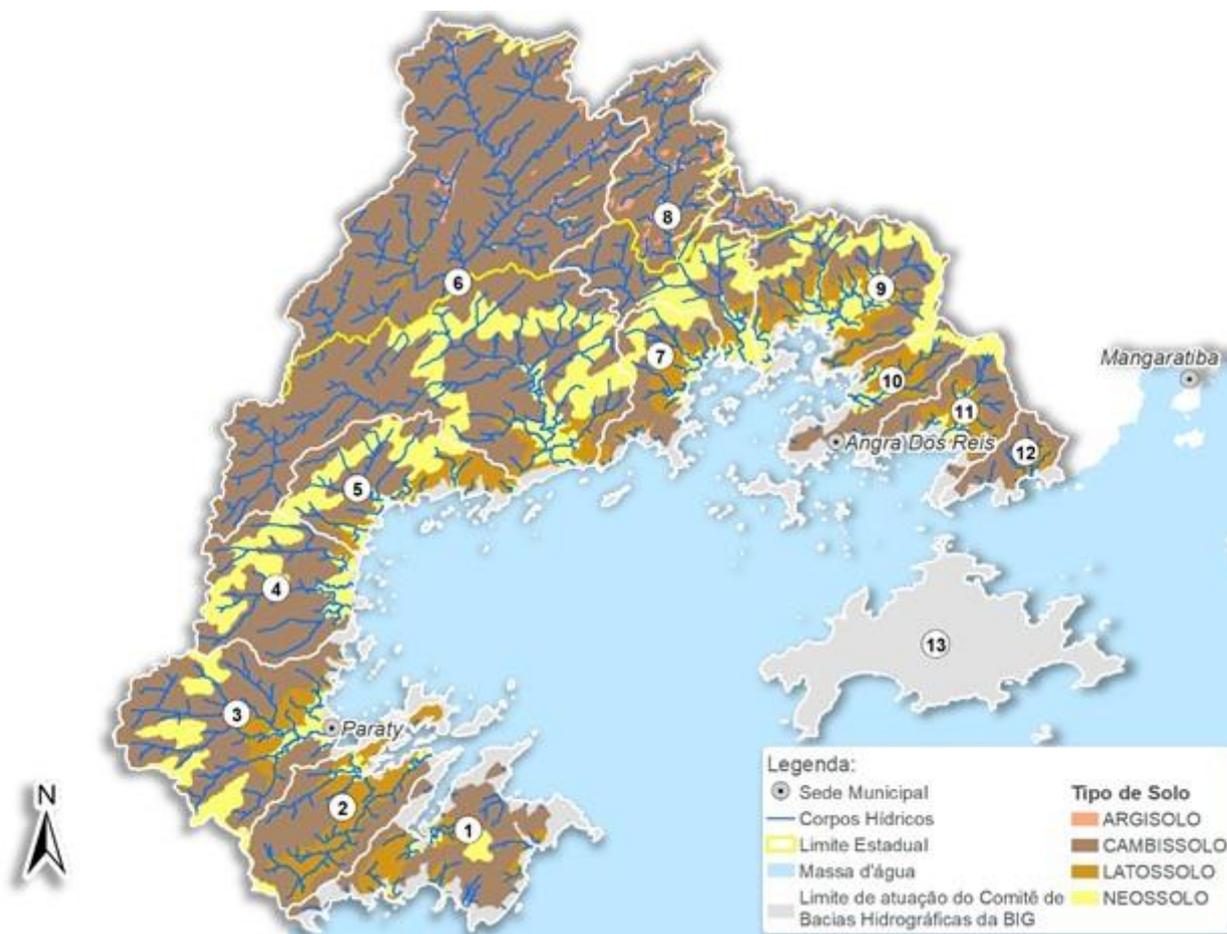
6.1.2.1.1.2. Parâmetros referentes ao tipo de solo

No âmbito da simulação hidrológica, informações relativas ao tipo de solo são de extrema importância na constituição do modelo, uma vez que solos diferentes apresentam diferentes características quanto a taxas de infiltração e armazenamento, o que tem relação direta com o hidrograma gerado para jusante. Em geral, uma bacia com solos profundos e bem drenados tende a gerar menor escoamento superficial que bacias com solos rasos e mal drenados (obviamente, essa comparação é válida quando as outras condições de contorno do problema são iguais). Dentre a categoria de solos profundos e bem drenados, por exemplo, podem ser destacados os latossolos, argissolos e chernossolos, uma vez que eles apresentam uma tendência a gerar menos escoamento superficial do que cambissolos e neossolos, por exemplo (Collischonn, 2001).

Para a porção do RJ, os tipos de solo foram analisados no âmbito deste Plano (RAMOS, 2011), entretanto para as informações relativas à porção Paulista, foi utilizado o trabalho de Rossi



(2017). Na Figura 6.5, são apresentados os tipos de solo simplificado existentes na RH-I, de forma que se percebe a presença majoritária de 4 tipos de solo: Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo. Considerando o exposto, Latossolo e Argissolo são considerados como “Profundos”, ao passo que Neossolos e Cambissolos são considerados como “Rasos”. Majoritariamente, a RH-I é composta por solos “rasos” (Cambissolos e Neossolos).



Fonte: Adaptado de Ramos (2011) e Rossi (2017).

Figura 6.5 - Pedologia utilizada no âmbito das simulações.

No Quadro 6.2 está apresentada a distribuição dos tipos de solo por UHP.



Quadro 6.2 - Distribuição dos tipos de solo por UHP.

UHP	Argissolo	Cambissolo	Latossolo	Neossolo
Ponta da Juatinga	0,0%	66,0%	26,6%	7,4%
Rio Ariró	2,8%	42,1%	21,6%	33,5%
Rio Bracuí	5,4%	69,6%	5,4%	19,6%
Rio Jacareí	0,0%	79,5%	20,5%	0,0%
Rio Jacuecanga	0,0%	53,3%	29,4%	17,3%
Rio do Meio (Japuíba)	0,0%	47,3%	30,5%	22,2%
Rio Mambucaba	1,6%	83,0%	2,7%	12,7%
Rio Paraty-Mirim	0,0%	51,1%	42,2%	6,8%
Rio Perequê-Açú	0,0%	64,6%	12,4%	23,0%
Rio Taquari	0,0%	43,9%	18,9%	37,1%
Rios Grataú e do Frade	0,0%	44,2%	29,1%	26,7%
Rios Pequeno e Barra Grande	0,0%	67,9%	1,1%	31,0%
Total Geral	1,4%	67,3%	12,5%	18,8%

Fonte: Adaptado de Ramos (2011) e Rossi (2017).

6.1.2.1.1.3. Parâmetros referentes ao uso de solo

A discretização do uso do solo na bacia também é de extrema importância para a correta estimativa de processos de transformação de chuva em vazão. É empírico perceber, por exemplo, que áreas urbanas tendem a gerar maiores deflúvios do que áreas de florestas, devido principalmente à impermeabilização do solo. Dessa forma, estas informações foram consolidadas no âmbito das bacias estudadas, utilizando duas fontes de dados. Para a porção do RJ, estas informações foram estimadas no âmbito deste Plano (INEA, 2015), entretanto para as informações relativas à porção Paulista, foi utilizado o trabalho realizado pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental do Governo do Estado de São Paulo (AMBIENTESP, 2013). Na Figura 6.6 é apresentado o Uso do Solo encontrado para a RH-I, em que se observa o uso majoritário de 4 classes, além dos recursos hídricos: Florestas, Pastagens, Solo Exposto e Uso Urbano.



Fonte: Adaptado de Inea (2015) e AMBIENTESP (2013).

Figura 6.6 - Uso do Solo utilizado no âmbito das simulações.

A partir da sobreposição da pedologia e do uso do solo apresentados, é possível a obtenção das Unidades de Resposta Hidrológica – URH. A obtenção deste tipo de produto é de extrema importância no âmbito da simulação hidrológica, uma vez que se atribui respostas hidrológicas idênticas à cada classe de URH, independentemente de onde essa classe se encontra. As unidades consideradas, portanto, foram: (i) Floresta em Solo Raso; (ii) Floresta em Solo Profundo; (iii) Solo Raso Exposto; (iv) Solo Profundo Exposto; (v) Zona Urbana; (vi) Pastagem em Solo Raso; (vii) Pastagem em Solo Profundo e; (viii) Águas. Este resultado é apresentado na Figura 6.7.



Fonte: Adaptado de Ramos (2011), Rossi (2017), Inea (2015) e AMBIENTESP (2013).

Figura 6.7 - Unidades de Resposta Hidrológica.

6.1.2.1.1.4. Dados climatológicos

Os dados climatológicos considerados no modelo são utilizados para o cálculo da evapotranspiração. Eles são constituídos majoritariamente de: (i) temperatura; (ii) umidade relativa do ar; (iii) velocidade do vento; (iv) pressão atmosférica e; (v) insolação. Estes dados podem ser obtidos diretamente de estações climatológicas localizadas próximas ao local de estudo, de forma que os valores obtidos (de temperatura, por exemplo) são interpolados para as minibacias computadas, levando em consideração a distância que elas se encontram das estações. Dessa forma, é possível a obtenção de séries históricas de dados climatológicos para cada minibacia da área de estudo.

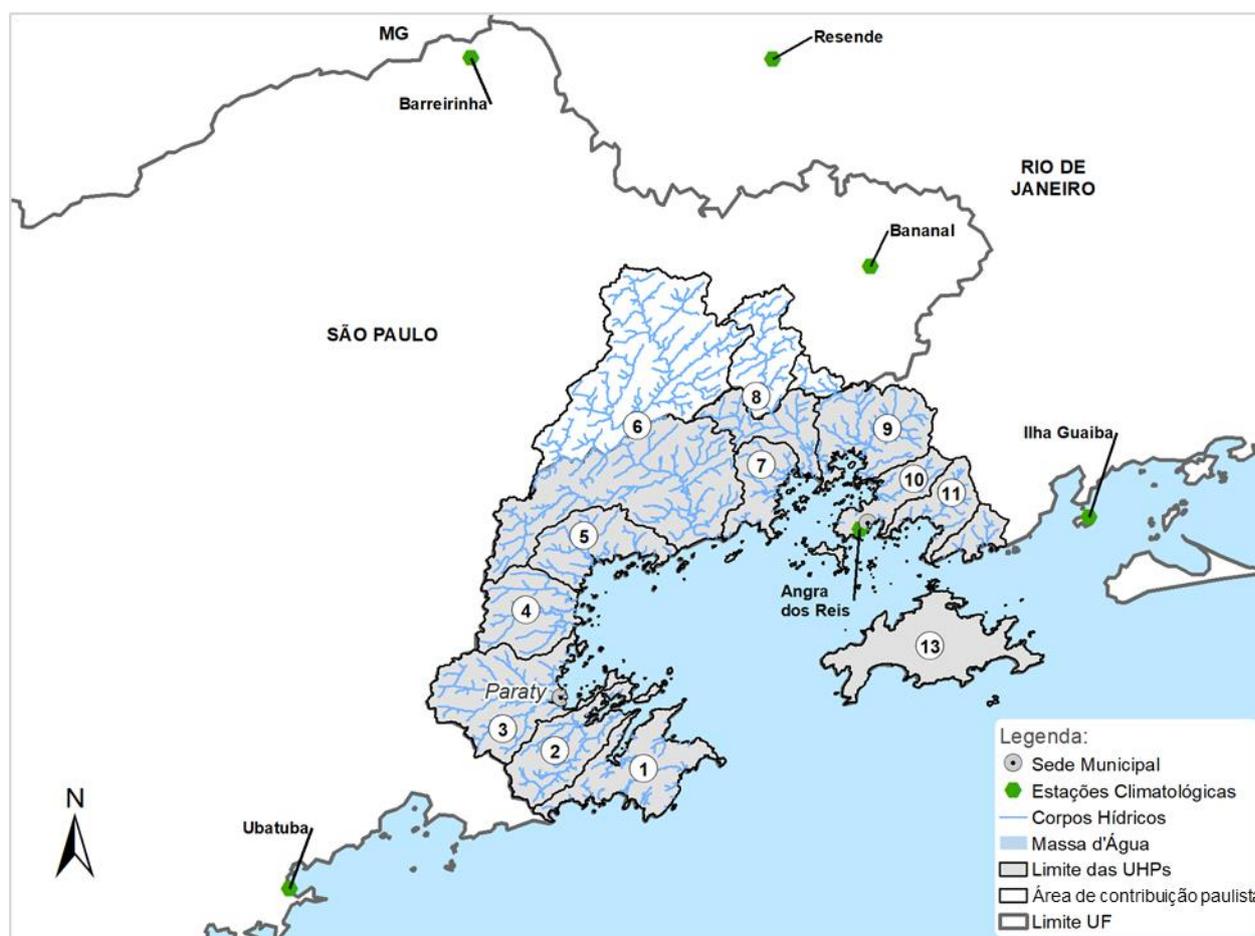
Especificamente para a área simulada, foram utilizadas as normais climatológicas (que consideram 30 anos de dados) para 6 estações climatológicas localizadas próximas da área de estudo (obtidas a partir do INMET). Nomes, códigos e localizações das mesmas se encontram no Quadro 6.3 e na Figura 6.8.



Quadro 6.3 - Estações Climatológicas utilizadas neste projeto

Nome	Código	Latitude	Longitude
Ubatuba	00083786	-45,067	-23,45
Barreirinha	00083752	-44,833	-22,45
Resende	00083738	-44,433	-22,45
Bananal	00083712	-44,317	-22,7
Ilha Guaíba	00083758	-44,033	-23
Angra dos Reis	00083788	-44,317	-23,017

Fonte: Adaptado de INMET (2018).



Fonte: INMET (2018).

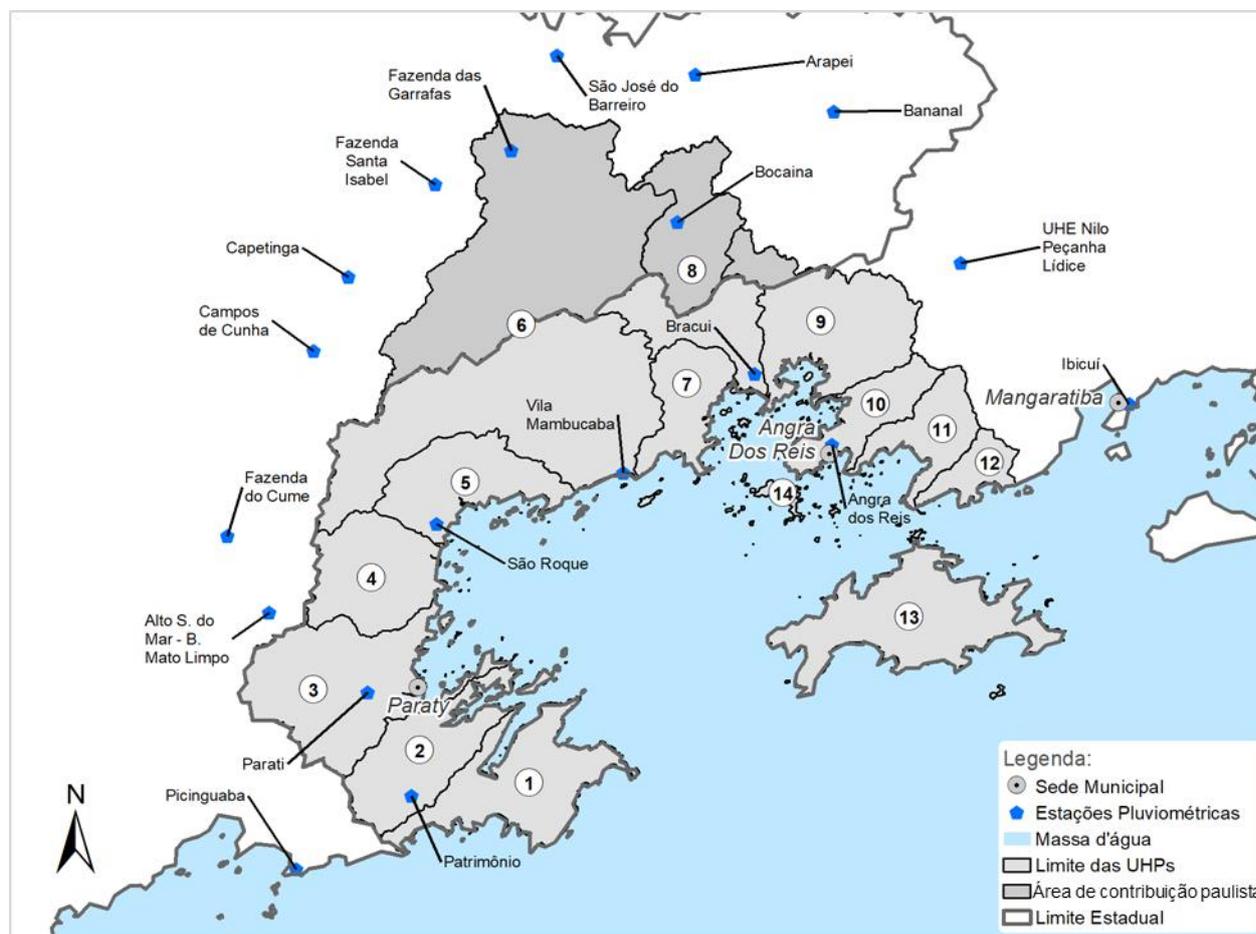
Figura 6.8 - Estações Climatológicas.

6.1.2.1.1.5. Dados de precipitação

Os dados de precipitação são caracterizados por séries diárias de chuva para diversos postos pluviométricos localizados ao longo das bacias hidrográficas estudadas. Estes dados, obtidos pontualmente para cada estação, são então interpolados pelo modelo, utilizando *Inverse Distance Weighting* (IDW - ponderação pelo inverso da distância em tradução livre), de forma a criar chuvas diárias com variação espacial ao longo das sub-bacias. Para a simulação apresentada neste relatório, foram consideradas séries históricas diárias de 19 estações



pluviométricas obtidas a partir do banco de dados da Agência Nacional de Águas, disponibilizados através do Hidroweb (ANA, 2018), apresentadas na Figura 6.9.



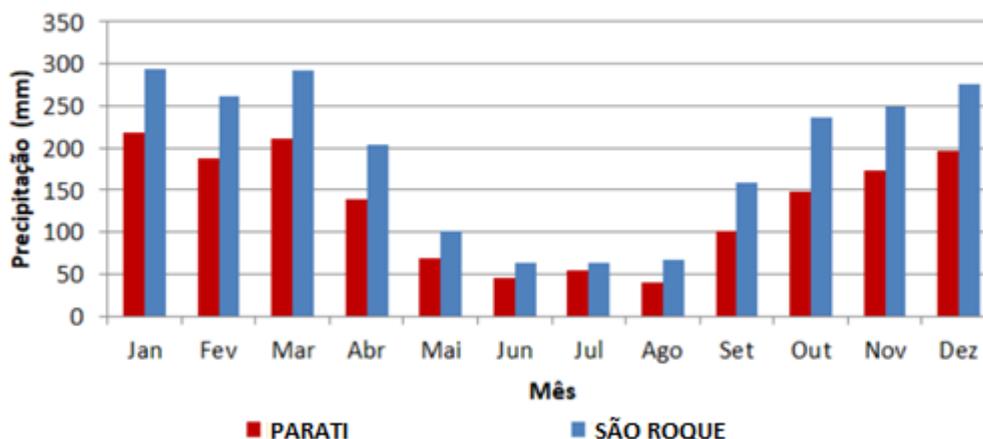
Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Figura 6.9 - Estações Pluviométricas utilizadas no âmbito das simulações.

Quanto ao volume precipitado na RH-I, ressalta-se que, embora a área de estudo seja relativamente pequena, a variabilidade observada na precipitação média mensal (e consequentemente anual) é consideravelmente alta. Na Figura 6.10, por exemplo, é possível observar as precipitações médias mensais para dois postos pluviométricos distantes apenas 19 km. No Posto 234408 (São Roque), a média anual é de 2.264,8 mm para o período compreendido entre 1980 e 2010. Enquanto isso, para o Posto 2344007 (Parati), a média anual para o mesmo período é de apenas 1.572 mm, o que corresponde a 69% do volume precipitado em São Roque para o período estudado. Estas diferenças, observadas também entre os demais postos pluviométricos estudados, tem possivelmente relação direta com o microclima da região, representado por chuvas orográficas e correntes marítimas locais.



Precipitações Médias (1980 - 2010)



Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Figura 6.10 - Diferença entre precipitações médias mensais nas Estações Parati e São Roque.

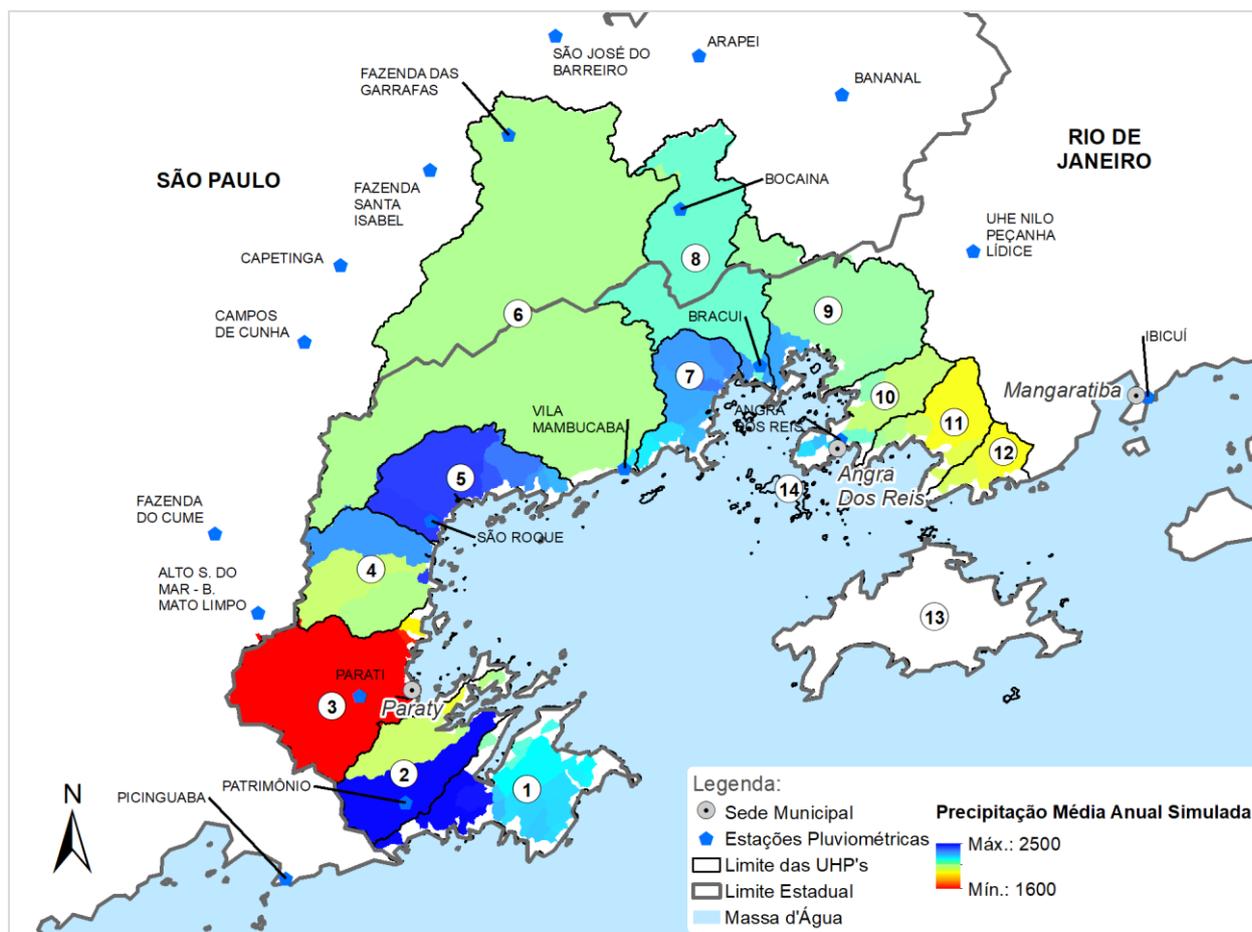
Sabe-se que um dos principais condicionantes da vazão obtida em determinado curso hídrico é referente à chuva (e também o regime) que cai sob a bacia hidrográfica de montante. Resumidamente, essa influência é percebida na equação de balanço hídrico (Colischonn & Dorneles, 2013), aplicada para um período de tempo extenso o suficiente:

$$Q = P - E \quad (1)$$

Em que “Q” é a vazão, em mm/ano; “P” é a precipitação, em mm/ano e; “E” é a Evapotranspiração, em mm/ano.

Tendo em vista a influência direta que a chuva exerce sobre as vazões geradas, apresentam-se na Figura 6.11 as chuvas médias anuais calculadas pelo modelo MGB para a área de estudo, considerando os dados diários de chuva das estações anteriormente apresentadas. Observa-se, nesse sentido, que a variabilidade da média anual de precipitação para a área de estudo é consideravelmente grande, podendo variar em torno de 1.600 mm a 2.500 mm anuais nas grandes sub-bacias que compõem a RH-I.

Destaca-se, aqui, que a menor média observada foi na UHP 3 - Rio Perequê-Açú. Nesta bacia o modelo calculou uma precipitação média anual de 1.601 mm, corroborando com os dados da estação localizada exatamente ao centro da bacia que apontam para uma precipitação média de 1.572 mm. Por esse resultado, foi realizada uma análise de consistência da estação Parati, que é apresentada no APÊNDICE 1, que não indica qualquer incorreção nas observações da estação. De qualquer forma o PRH recomendará a instalação de uma nova estação para avaliar se os resultados obtidos se dão por ocorrência de microclima ou por erro sistêmico do monitoramento.



Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Figura 6.11 - Chuvas Médias Anuais simuladas para diferentes áreas da Baía da Ilha Grande.

6.1.2.1.2. Calibração do modelo

Uma vez consolidados todos os dados de entrada no modelo, conforme apresentado no item anterior, procedeu-se com a simulação e a calibração. Este processo é abordado pormenorizadamente nos itens que seguem.

6.1.2.1.2.1. Princípios metodológicos

A calibração de um modelo hidrológico é realizada comparando-se os dados calculados com dados observados em estações fluviométricas existentes na área de estudo. Nesse sentido, os principais aspectos observados são a curva de permanência e o hidrograma obtido. A curva de permanência permite que seja identificado, num único gráfico, quais são as vazões de estiagens, vazões médias e vazões máximas. Enquanto isso, o hidrograma permite que a série fluviométrica simulada seja diretamente comparada com a série fluviométrica real, medida em campo.



O processo de calibração do MGB passa majoritariamente pelo ajuste de alguns parâmetros, que podem variar dentro de uma faixa de valores esperada. Os parâmetros, com a faixa de variação, e o significado de cada um, são exemplificados no quadro a seguir.

Quadro 6.4 - Parâmetros de Calibração do Modelo MGB.

Parâmetro	Valores	Significado
WM	50 - 1000	Capacidade de Armazenamento do Solo
b	0,12 - 1,6	Correlação entre o armazenamento e saturação do solo
Kbas	0,05 - 5	Controla a vazão durante a estiagem
Kint	4 - 40	Controla a quantidade de água na camada do solo
XL	0,5 - 0,8	Controla o perfil da redução da curva de água na superfície
CAP	0	Controla a vazão do reservatório de subsolo
WC	0,1	Parâmetro de armazenamentos residuais
CB	1200 - 8000	Parâmetro do reservatório linear simples
QB	0,005 - 0,02	Vazão de base do início da simulação
CS	1 - 20	Parâmetro de calibração do espalhamento da superfície
CI	50 - 200	Parâmetro de calibração do espalhamento da sub-superfície

Fonte: Adaptado de Gotschalk e Motovilov (2000) apud Collischonn et al (2001).

A avaliação sobre a qualidade do acoplamento das curvas simuladas e das curvas observadas é realizada a partir do coeficiente de eficiência Nash e Sutcliffe, que é um dos parâmetros frequentemente utilizados na avaliação do desempenho de modelos hidrológicos, e também do logaritmo deste coeficiente, tipicamente utilizado para avaliar o acoplamento de vazões de estiagem. Muitas vezes o parâmetro BIAS, referente à quantificação do erro quanto ao volume, também é considerado.

As fórmulas a seguir apresentam estes coeficientes de eficiência, em que Q_t^{obs} são as vazões observadas no tempo t ; Q_t^{calc} são as vazões calculadas no tempo t ; $\overline{Q_t^{obs}}$ é a média das vazões observadas.

Coeficiente ENS:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum(Q_t^{obs} - Q_t^{calc})^2}{\sum(Q_t^{obs} - \overline{Q_t^{obs}})^2} \quad (2)$$

Coeficiente ENSlog:

$$E_{NSlog} = 1 - \frac{\sum(\log Q_t^{obs} - \log Q_t^{calc})^2}{\sum(\log Q_t^{obs} - \log \overline{Q_t^{obs}})^2} \quad (3)$$

Coeficiente BIAS:

$$BIAS = 100. \left(\frac{\sum X_{sim} - \sum X_{obs}}{\sum X_{obs}} \right) \quad (4)$$



Os valores destes coeficientes variam de 0 a 1, de forma que, segundo Gotschalk e Motovilov (2000) *apud* Collischonn *et al* (2001), valores superiores a 0,36 já são considerados como aceitáveis quanto ao desempenho do Modelo Hidrológico.

6.1.2.1.2.2. Dados de vazão observada

Quanto às estações fluviométricas utilizadas, após busca de dados disponíveis no Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), e também pelo Hidroweb, observaram-se três estações com dados disponíveis para o período de simulação estipulado (1980 a 2010): Fazenda Fortaleza (59370000), Fazenda das Garrafas (59355000) e Parati (59380000).

A área de estudo ainda apresenta mais duas estações fluviométricas com dados de vazão obtidos fora do período de simulação estipulado e duas com ausência de dados de vazão: Fazenda da Posse (59360000), Fazenda Santa Rita (59350000), Itapetininga (59372000) e Vila Perequê (59373000). O Quadro 6.5 resume a existência de estações fluviométricas na área de estudo, enquanto a Figura 6.12 apresenta a localização destas estações em conjunto com a hidrografia obtida pelos métodos anteriormente explicados (item 6.1.2.1.1.1)

Quadro 6.5 - Estações Fluviométricas existentes na Baía da Ilha Grande.

Estação	Código	UHP	Disponibilidade de dados no Hidroweb	Área (km ²)
Parati	59380000	3	1963 - 2018	79,18
Fazenda das Garrafas	59355000	6	1978 - 2018	23,08
Fazenda Fortaleza	59370000	6	1935 - 2018	639,26
Fazenda da Posse	59360000	6	1967 - 1978	-
Vila Perequê	59370000	6	Nenhum	-
Itapetininga	59372000	6	Nenhum	37,52
Fazenda Santa Rita	59350000	8	1978 - 1978	187,69

Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Uma análise das curvas chaves das estações utilizadas é apresentada no APÊNDICE 2.



Fonte: Adaptado de ANA (2018).

Figura 6.12 - Croqui de Localização e de Dados utilizados no estudo.

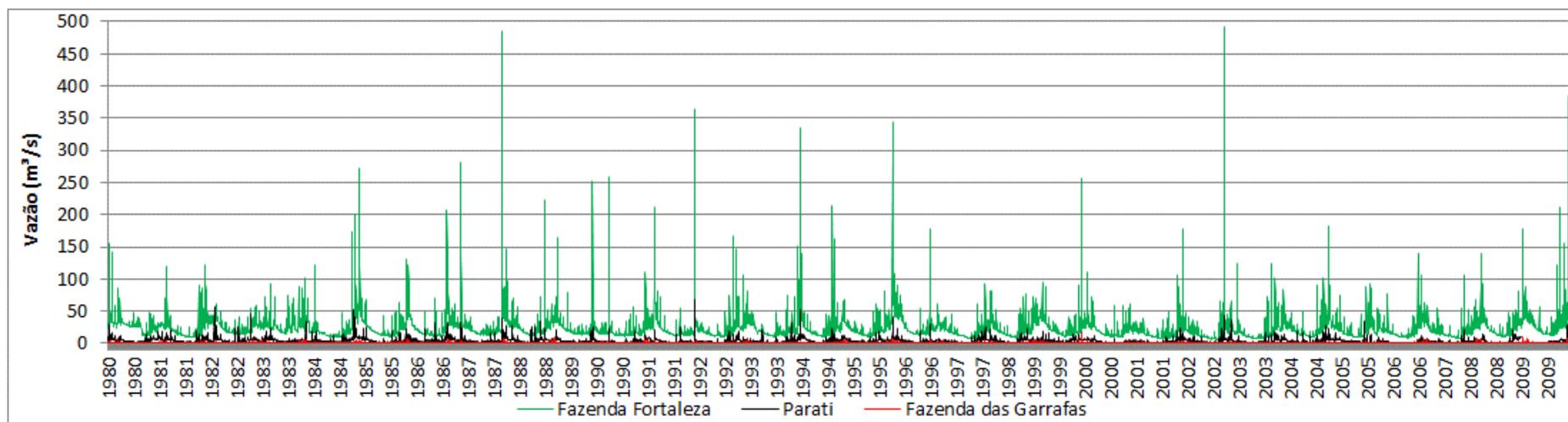
Dessa forma, de posse de 3 estações fluviométricas com dados diários de vazão, optou-se por realizar a calibração do modelo com duas estações (Parati - 59380000, com área de drenagem igual a 79 km² e Fazenda Fortaleza - 59370000, com área de drenagem igual a 639,26 km³) e utilizar uma terceira (Fazenda das Garrafas - 59355000, com área de drenagem igual a 23,08 km²) para realizar a validação dos resultados. Ressalta-se que, com esse processo metodológico adotado, avaliou-se diretamente como o MGB está representando bacias de pequena área de drenagem na região de estudo (como as minibacias, que podem ter áreas da ordem de 20 km²).

A seguir, na Figura 6.13, são apresentados os hidrogramas para as três estações de forma conjunta em único gráfico, que tem a finalidade de mostrar a diferença de magnitude de vazão. Buscando uma melhor visualização dos resultados, na Figura 6.14, Figura 6.15 e Figura 6.16 são apresentados os hidrogramas de forma separada, e na Figura 6.17, Figura 6.18 e Figura 6.19 são apresentadas separadamente as curvas de permanência de cada uma das estações,



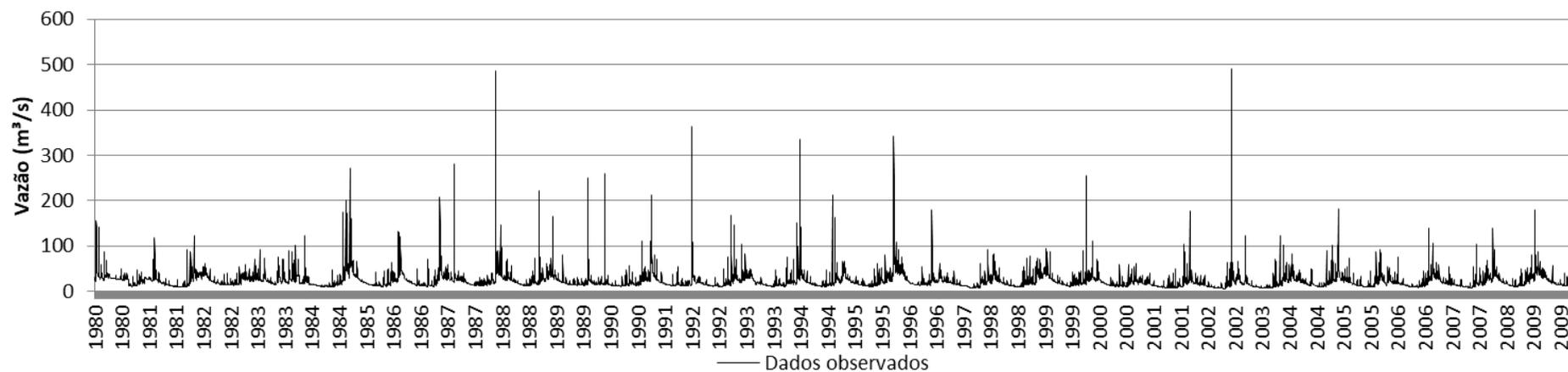
podendo ser avaliados, dessa forma, valores estatísticos de vazões para cada estação fluviométrica.

Ressalta-se, por fim, que todos os dados aqui apresentados são referentes apenas ao período utilizado na simulação: 1980 a 2010.



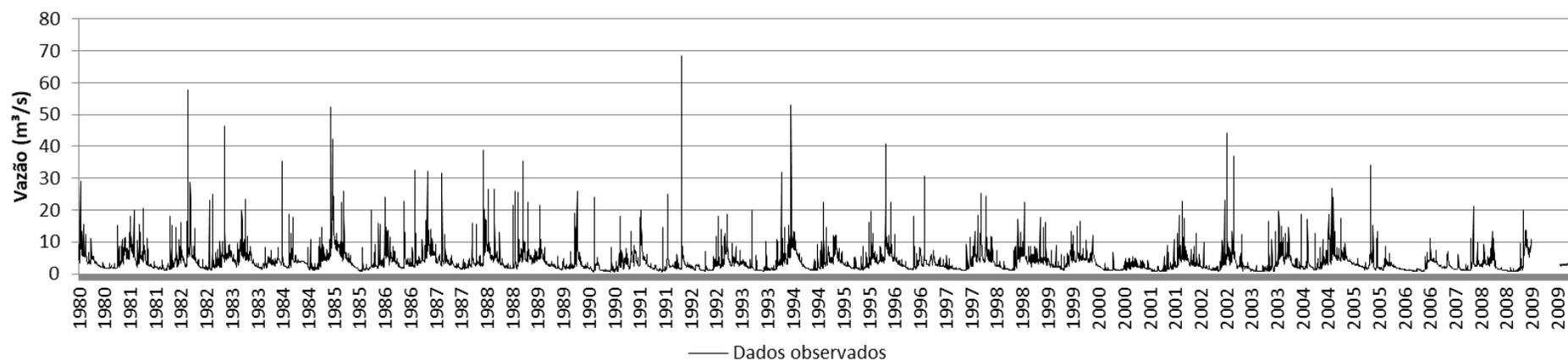
Fonte: Elaboração própria

Figura 6.13 - Hidrogramas das três estações utilizadas.



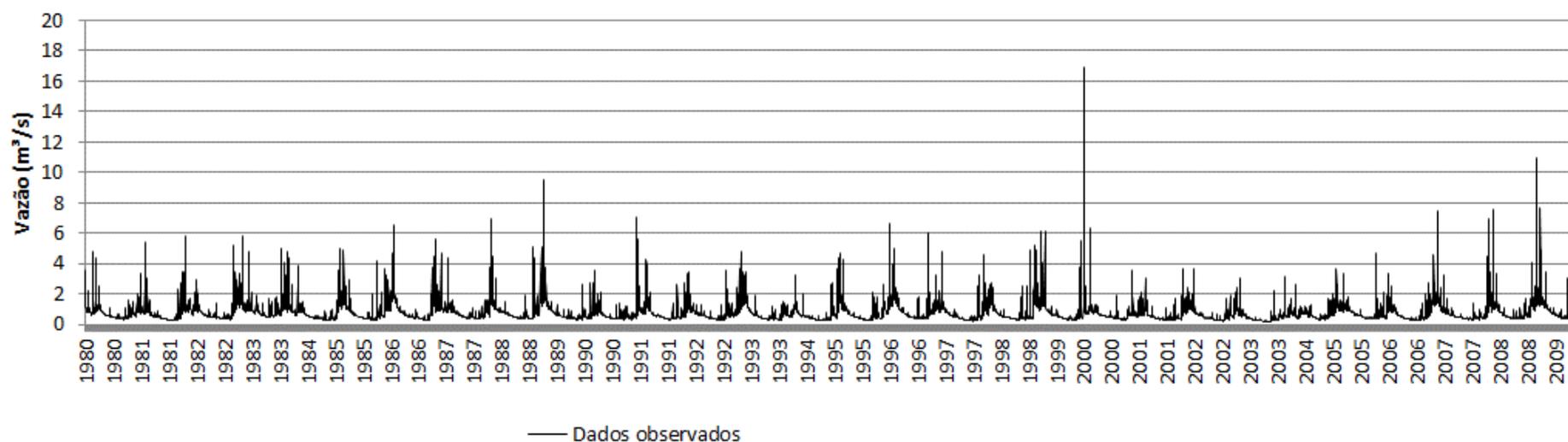
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.14 - Hidrograma da Estação Fazenda Fortaleza.



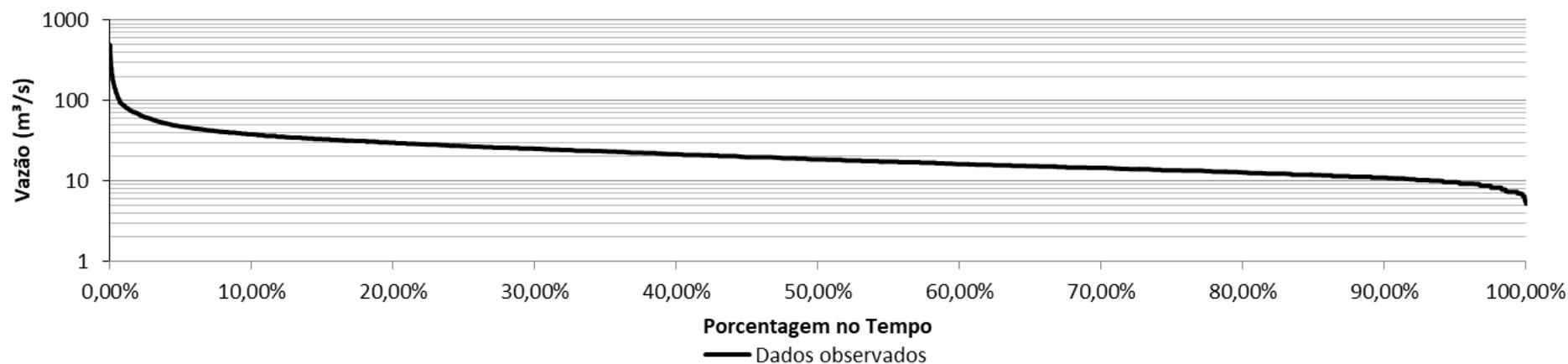
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.15 - Hidrograma da Estação Parati.



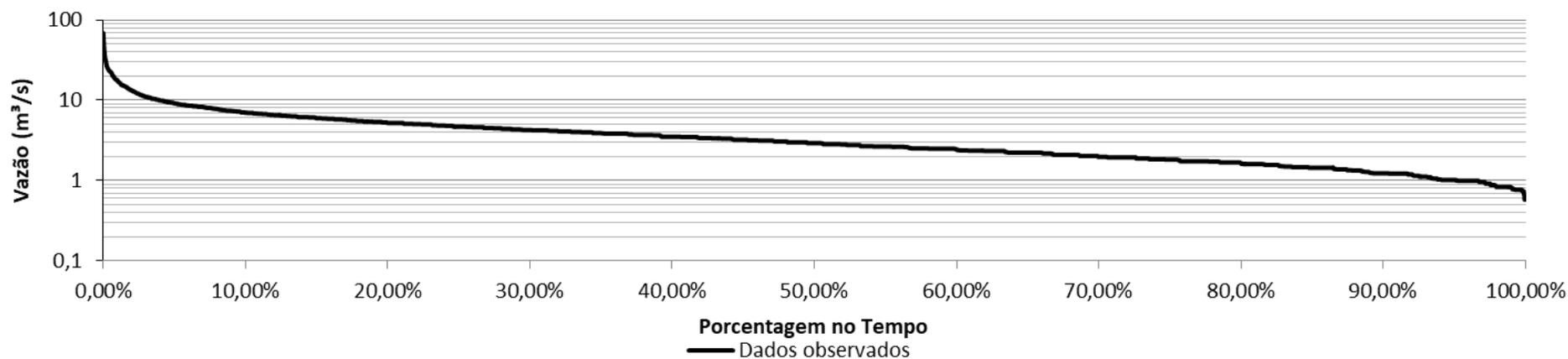
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.16 - Hidrograma da Estação Fazenda das Garrafas.



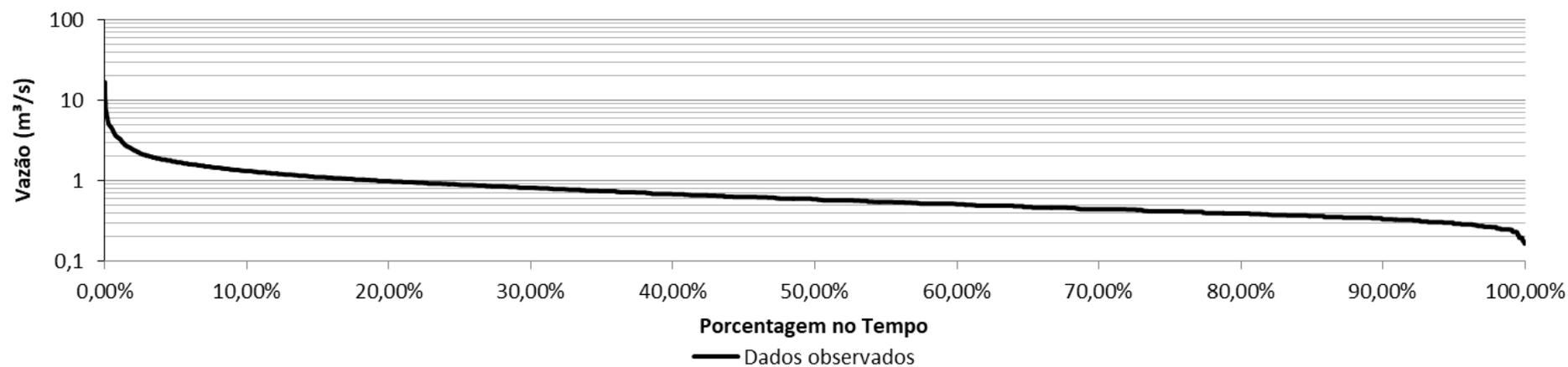
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.17 - Curva de Permanência da Estação Fazenda Fortaleza.



Fonte: Elaboração própria

Figura 6.18 - Curva de Permanência da Estação Parati.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.19 - Curva de Permanência da Estação Fazenda das Garrafas.



6.1.2.1.2.3. Regionalização dos parâmetros de solo

A aplicação de modelos hidrológicos chuva-vazão em regiões que drenam diretamente para o oceano em forma de baías (como no caso em questão) resulta na particularidade referente à desconexão entre as regiões hidrográficas que fazem parte da região de projeto. Diferentemente de projetos realizados para uma grande bacia hidrográfica com apenas 1 exutório, essa particularidade exige que técnicas diferentes relativas à calibração do modelo sejam adotadas, uma vez existente essa desconexão que impossibilita a calibração direta e conjunta de todas as sub-bacias presentes na área de estudo.

Dessa forma, após diversas avaliações, encontrou-se como alternativa, para maximizar a coerência do modelo hidrológico, o que aqui se chamou de “regionalização dos parâmetros do solo”, que foi adotada após a realização da etapa de calibração para as sub-bacias referentes às duas estações fluviométricas escolhidas (Parati e Fazenda Fortaleza). A metodologia utilizada para regionalizar os parâmetros de solo foi, sucintamente, a seguinte:

Para a sub-bacia drenante à Estação Fazenda Fortaleza observou-se que 90% da área era composta por floresta. Enquanto isso, para a sub-bacia da Estação Parati, observou-se que 78% da área drenante era composta por floresta. Dessa forma, a área drenante para a Estação Parati pode ser considerada como “mais heterogênea” do que a área drenante para a Estação Fazenda Fortaleza. Sendo assim, considerou-se que toda a sub-bacia com mais de 90% da área composta por floresta teria parâmetros (apresentados no Quadro 6.4) similares aos parâmetros adotados para a bacia da estação Fazenda Fortaleza. Enquanto isso, para as bacias que tem menos de 90% da área composta por floresta, os parâmetros de solo e vegetação seriam similares ao da bacia drenante para a Estação Parati.

Ressalta-se que esta consideração é relativa apenas à resposta hidrológica que determinada classe de solo gera, quanto à vazão. Dessa forma, embora existam apenas dois conjuntos de parâmetros de calibração do solo (ou dois tipos de resposta para uma mesma classe de solo), pois apenas duas sub-bacias foram calibradas, existem 92 diferentes tipos de espacialização destes tipos de solos, um para cada sub-bacia. Dessa forma, respostas de vazão diferentes para cada sub-bacia são esperadas.

6.1.2.1.3. *Validação do modelo*

A validação da simulação hidrológica realizada é embasada na comparação entre os resultados obtidos e dados medidos em campo, para locais (ou bacias) em que não houve calibração. Nesse sentido, a validação dos resultados é baseada nas seguintes comparações:



- Comparação entre a série simulada e a série observada no local da Estação Fazenda das Garrafas - 59355000;
- Comparação entre vazões de referência simuladas e observadas no local da Estação Fazenda Santa Rita (59350000), utilizando dados obtidos em Francisco (2004);
- Comparação entre vazões de referência simuladas e observadas no local da Estação Itapetininga (59372000), utilizando dados obtidos em Francisco (2004);
- Comparação global entre vazões obtidas pelo modelo e vazões obtidas por Francisco (2004) para todos os locais possíveis.

O trabalho de Francisco (2004) avaliou a disponibilidade hídrica da Baía da Ilha Grande considerando as estações fluviométricas da região, utilizando alguns dados que, inclusive, hoje se encontram indisponíveis, como dados fluviométricos da Estação 59372000 - Itapetininga, por exemplo.

No âmbito da validação dos produtos gerados pela simulação hidrológica utilizando dados da tese, entretanto, apenas os locais onde se encontram a Estação Fazenda Santa Rita (59350000) e a Estação Itapetininga (59372000) foram utilizados. Os outros dados obtidos pela autora não foram utilizados pelos seguintes motivos:

- Fazenda Fortaleza (59370000): Os dados de vazão desta estação estão sendo utilizados para calibração do modelo;
- Fazenda das Garrafas (59355000): Os dados de vazão desta estação estão sendo utilizados para validação direta do modelo, considerando a série histórica obtida no Hidroweb, para o período de interesse (1980 - 2010);
- Parati (59380000): Os dados de vazão desta estação estão sendo utilizados para calibração do modelo;
- Fazenda da Posse (59360000): Devido à discretização do modelo, a Estação Fazenda da Posse não está representada, pois ela se encontra na mesma minibacia do que a estação Fazenda das Garrafas (59355000).

6.1.2.2. Resultados para a disponibilidade hídrica continental

Este item mostra os resultados obtidos neste estudo de disponibilidade hídrica superficial para a porção continental da Baía de Ilha Grande. No item 6.1.2.1 foi apresentada a metodologia utilizada para a porção continental, e neste item 6.1.2.2 os resultados obtidos a partir da aplicação da técnica de Simulação Hidrológica para as UHPs 1 a 12.

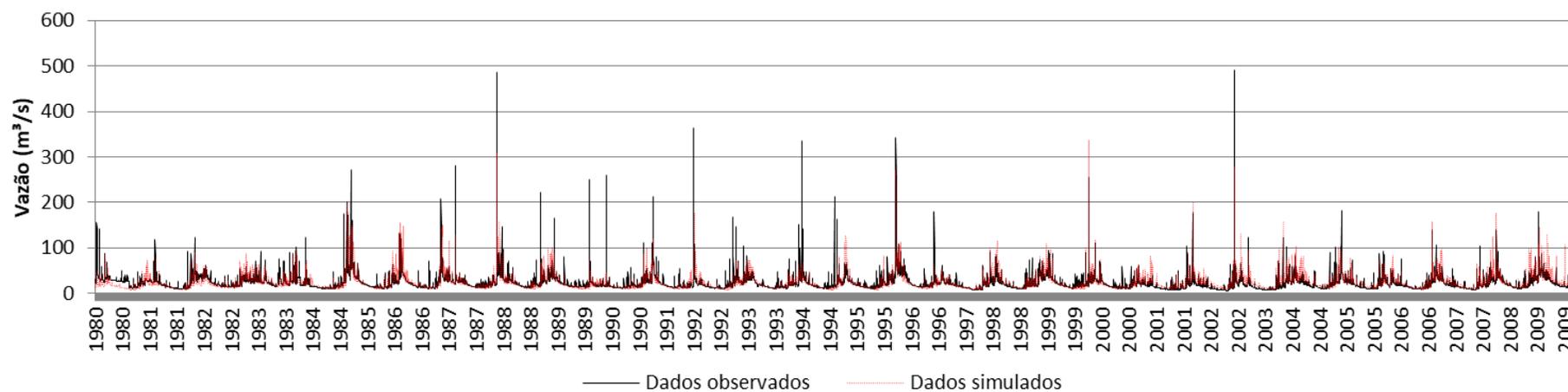


6.1.2.2.1. Disponibilidade na porção continental

A apresentação dos resultados da Simulação Hidrológica realizada utilizando o modelo MGB é dividida em três subitens: (i) Resultados da Calibração; (ii) Validação dos Resultados e; (iii) Resultados em Locais de Interesse. Esses itens são apresentados a seguir.

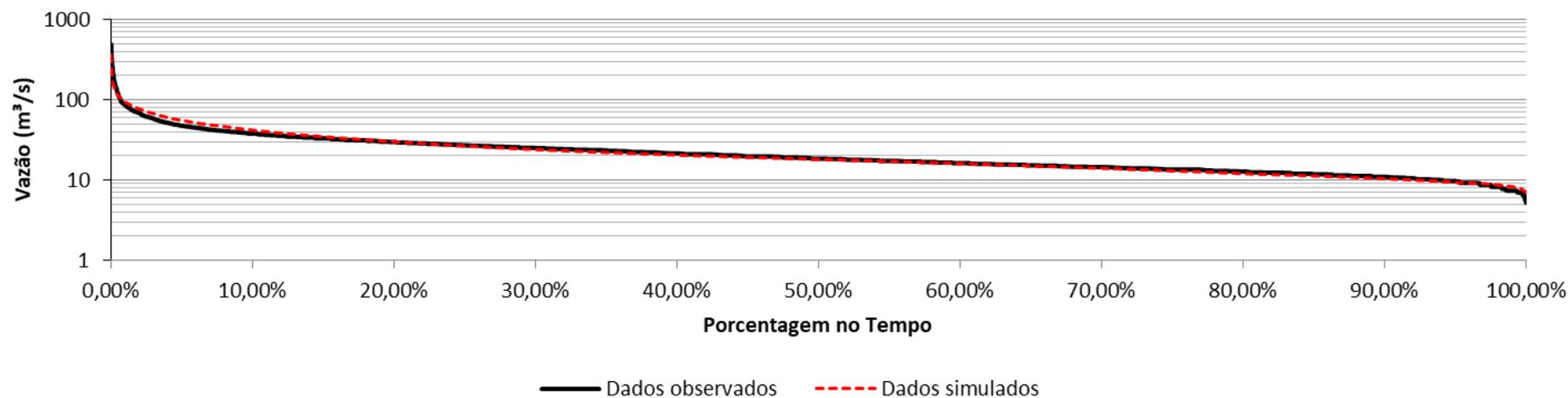
6.1.2.2.1.1. Resultados da calibração

Após a calibração do modelo foi possível comparar hidrogramas simulados x observados, e também as curvas de permanência simuladas x observadas. É importante, nesse sentido, destacar que a principal métrica para avaliação da coerência dos resultados (baixas vazões) está embasada no coeficiente de Nash-Log. Para a bacia da Estação Fazenda Fortaleza, que tem 639,26 km² de área de drenagem, os resultados obtidos permitiram um coeficiente de Nash-Log da ordem de 0,673, o que mostra um alto grau de assertividade (Figura 6.20). Esse grau de assertividade pode ser observado na comparação entre as curvas de permanência (Figura 6.21).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.20 - Hidrogramas Simulados e Observados para a Estação Fazenda Fortaleza.

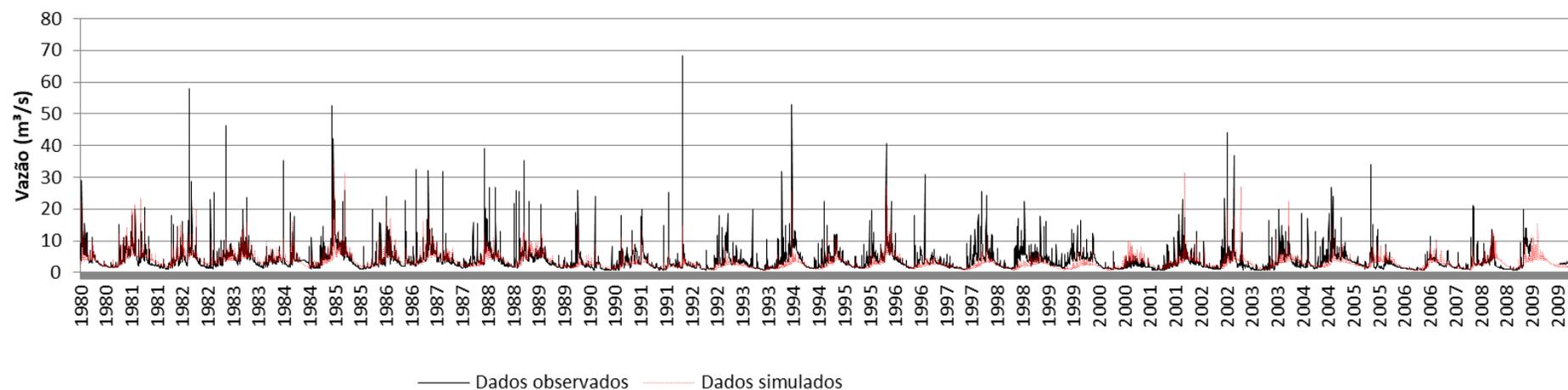


Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.21 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Fazenda Fortaleza.

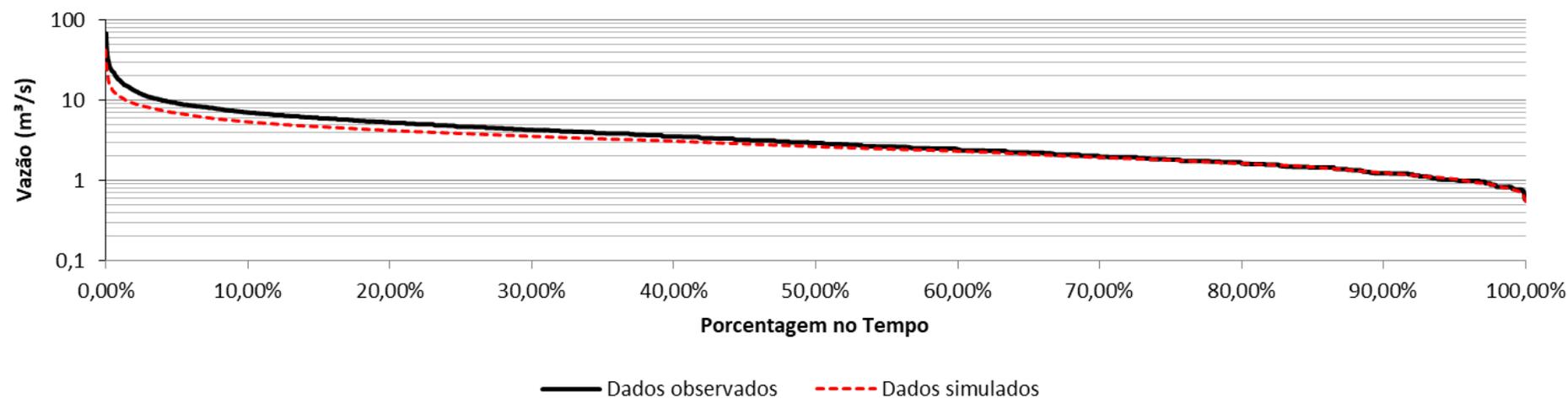


Os resultados obtidos para a Estação Parati, com 79,18 km² de área de drenagem, também foram validados a partir dos dados observados. Os hidrogramas simulados x observados são apresentados na Figura 6.22, ao passo que na Figura 6.23 é possível verificar uma comparação entre as curvas de permanência para esta estação. Neste sentido, destaca-se a alta coerência dos resultados obtidos para as baixas vazões, que são as de interesse no âmbito deste trabalho, segundo a Figura 6.23. O Nash-Log para esta bacia foi de 0,457, o que também pode ser considerado alto.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.22 - Hidrogramas Simulados e Observados para a Estação Parati.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.23 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Estação Parati.



6.1.2.2.1.2. Resultados da validação

Neste item são apresentados os resultados das 4 validações citadas no item 6.1.2.1.3. Inicialmente, começa-se apresentando a validação entre a série simulada e a série observada no local da Estação Fazenda das Garrafas - 59355000. No item seguinte, são comparadas as vazões de referência simuladas e observadas no local da Estação Fazenda Santa Rita (593Q000) e da Estação Itapetininga (59372000), utilizando dados obtidos de Francisco (2004). Por fim, foi realizada a validação a partir da comparação de todas as vazões obtidas por Francisco (2004) com as obtidas no MGB.

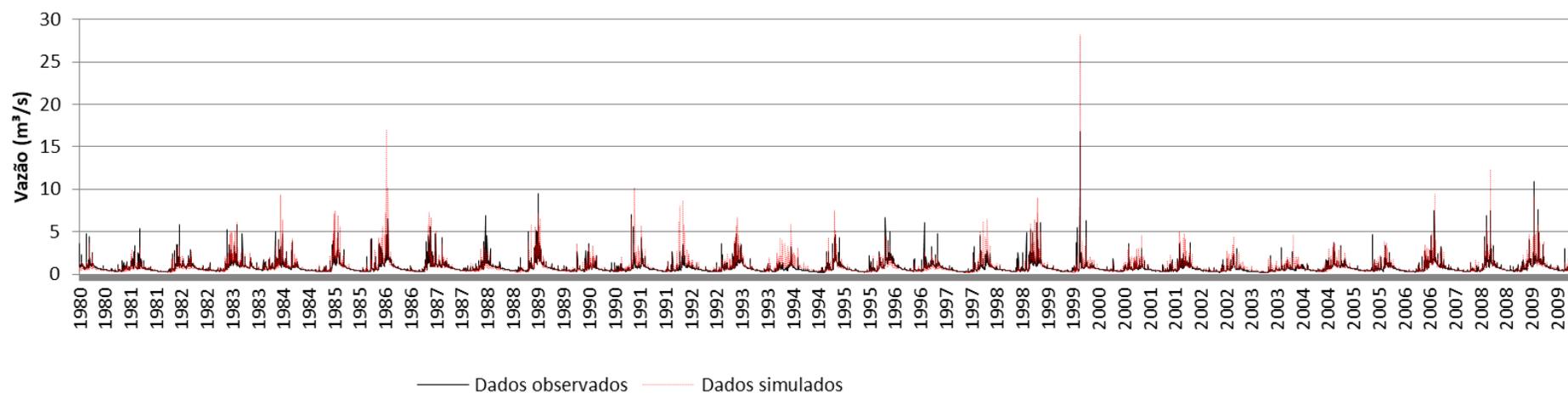
6.1.2.2.1.3. Estação Fazenda das Garrafas

A validação realizada a partir da série observada na Estação Fazenda das Garrafas – 593550000 mostrou extrema aderência dos dados simulados aos dados observados, como pode ser visualizado na Figura 6.24, para toda a série de vazões, e na Figura 6.25, para a curva de permanência. Ainda, no Quadro 6.6 é apresentado que os erros relativos às vazões mínimas de referência são sempre inferiores a 6%. Ressalta-se que nesse quadro, $Q_{7,10}$ é a vazão mínima de 7 dias de duração com 10 anos de tempo de retorno; Q_{95} é a vazão mínima que se mantém disponível em 95% do tempo; Q_{90} é a vazão mínima que se mantém disponível em 90% do tempo; Q_{50} é a vazão mínima que se mantém disponível em 50% do tempo e Q_{mit} é a vazão média de longo período.

Quadro 6.6 - Comparação entre vazões específicas observadas e simuladas.

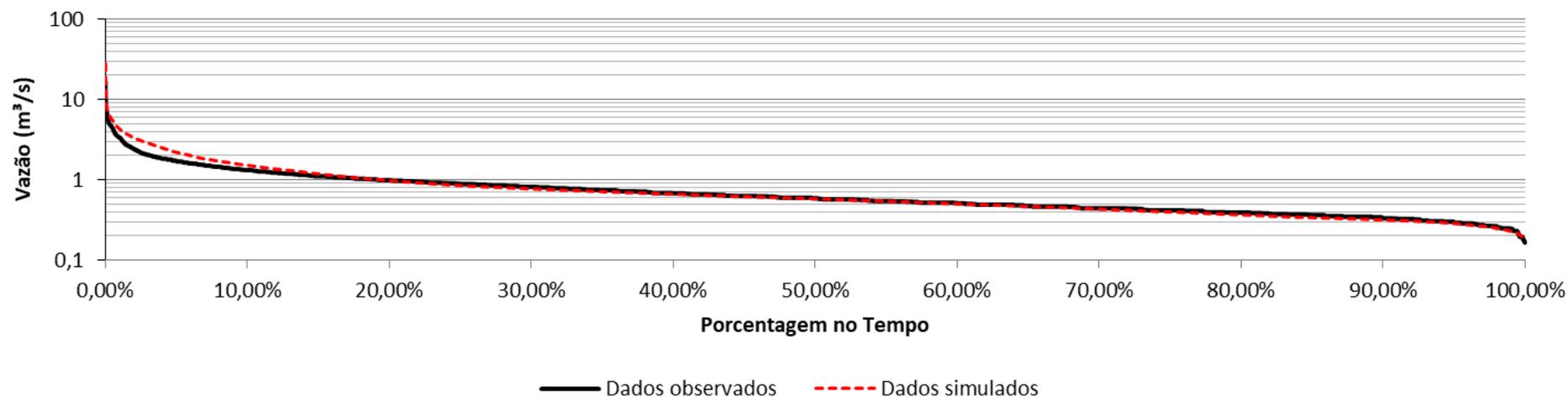
Estação Fazenda das Garrafas	Vazões de Referência (L/s.km ²)				
	$Q_{7,10}$	Q_{95}	Q_{90}	Q_{50}	Q_{mit}
Simulado (MGB)	9,58	12,56	13,82	25,35	35,40
Observado (Estação)	10,14	12,61	14,34	25,56	32,84
Erro	5,9%	0,3%	3,8%	0,9%	-7,2%

Fonte: Elaboração própria.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.24 - Hidrograma simulado e observado para a Estação Fazenda das Garrafas.



Fonte: Elaboração própria.

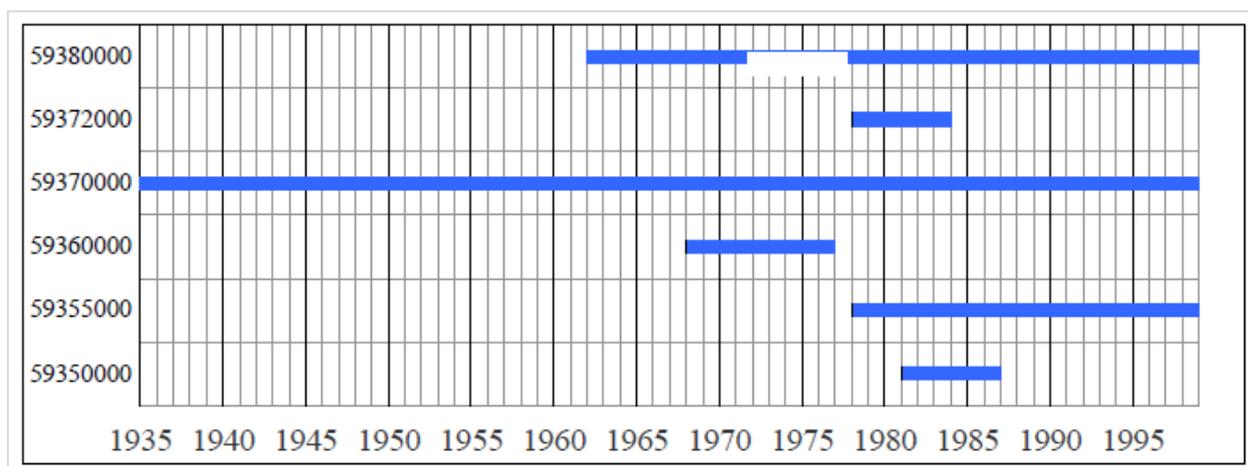
Figura 6.25 - Curvas de Permanência simulada e observada para a Fazenda das Garrafas.



6.1.2.2.1.4. Estação Fazenda Santa Rita e Itapetininga

Neste item são comparadas as vazões de referência obtidas por Francisco (2004) com as vazões de referência obtidas pela simulação realizada, para dois locais: Fazenda Santa Rita e Estação Itapetininga (Figura 6.12).

Os valores obtidos pela referida autora são representativos de uma época não simulada pelo MGB, de forma que pequenas diferenças entre os resultados são esperadas e não invalidam a análise, que se baseia na análise dos comportamentos e ordem de grandeza dos resultados. Dessa forma, embora sejam esperados valores parecidos ou da mesma ordem de grandeza, ressalta-se que as bacias hidrográficas da região apresentam grande variabilidade na precipitação anual, o que pode interferir diretamente nos resultados obtidos para uma pequena série de dados de vazão (no caso de Francisco, 2004). A Figura 6.26 mostra o período de dados avaliados, ao passo que no Quadro 6.7 são apresentados os resultados obtidos pela referida autora.



Fonte: Francisco (2004).

Figura 6.26 - Período de Dados de Vazão analisados por Francisco (2004).

Quadro 6.7 - Vazões absolutas e específicas calculadas por Francisco (2004).

UHP (Nº)	Rio	Estação	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)				Vazões específicas (L/s.km ²)			
				Qmlt	Q50	Q95	Q7	Qmlt	Q50	Q95	Q7
8	Bracuí	Fazenda Santa Rita	179	10,5	8,7	3,7	3,6	58,66	48,60	20,67	20,11
6	Mambucaba	Fazenda das Garrafas	22	0,8	0,6	0,3	0,3	36,36	27,27	13,64	13,64
6	Mambucaba	Fazenda da Posse	35	1,5	1,3	0,7	0,7	42,86	37,14	20,00	20,00
6	Mambucaba	Fazenda Fortaleza	597	25,1	19,1	9,7	10,6	42,04	31,99	16,25	17,76
6	Itapetininga	Itapetininga	39	2	1,4	0,7	0,6	51,28	35,90	17,95	15,38
3	Perequê-Açú	Parati	79	4,4	3,3	1,2	1,3	55,70	41,77	15,19	16,46

Fonte: Adaptado de Francisco (2004).

Apenas para fins de comprovação desta afirmativa, no Quadro 6.8 são apresentados os dados obtidos por Francisco (2004) para Vazão Média (Q_{med}), Q_{50} e Q_{95} para três estações fluviométricas: Estação Parati, Estação Fazenda das Garrafas e Estação Fazenda Fortaleza.



Estas vazões de referência foram, então, comparadas com as vazões de referências obtidas a partir da série real para o período compreendido entre 1980 e 2010 (ANA, 2018).

Quadro 6.8 - Comparação entre vazões de Francisco (2004) e vazões reais para o período estudado (1980 - 2010).

ESTAÇÃO	DADOS MEDIDOS (1980 - 2010) (L/s.km ²)			DADOS FRANCISCO (L/s.km ²)			ERROS		
	Q95	Q50	Qmlt	Q95	Q50	Qmlt	Q95	Q50	Qmlt
Parati	13,27	33,68	39,98	15,19	41,77	55,70	14%	24%	39%
Fazenda das Garrafas	12,56	25,35	35,40	13,64	27,27	36,36	9%	8%	3%
Fazenda Fortaleza	14,70	28,57	36,73	16,25	31,99	42,04	11%	12%	14%

Fonte: Adaptado de Francisco (2004).

É possível observar que, quando comparados, os dados chegam a divergir em até quase 40% para, por exemplo, a vazão média (no caso da Estação de Parati). Essa breve avaliação comprova, portanto, que a utilização das vazões apresentadas por Francisco (2004) como validadoras da simulação aqui realizada, deve ser realizada com bastante parcimônia.

Outra forma de se realizar a avaliação quanto à compatibilidade de dados entre estes dois produtos pode ser embasada na variabilidade da chuva da bacia no período de análise. Para o caso específico da Estação Fazenda Santa Rita, procedeu-se uma pequena avaliação estatística da variabilidade dos dados de chuva da bacia, considerando a série pluviométrica interpolada pelo modelo. No local da referida estação, no período de 1980 a 1986 (período de obtenção de dados de vazão por Francisco, 2004) foi observada uma média de precipitação anual da ordem de 2.000 mm/ano. Enquanto isso, para o período de 1986 a 2010 foi observada uma média de 2.303 mm/ano. Além disso, considerando os dados da Estação Bracuí (2244149) (Figura 6.12, distante apenas 5 km da estação fluviométrica), é possível identificar anos com precipitação da ordem de 1.400 mm e anos com precipitação da ordem de 3.000 mm, o que comprova a grande sazonalidade quanto às precipitações médias anuais na região de estudo e demonstra que curtos períodos de análise de vazão (como o caso de Francisco, para esta estação) podem não ser representativos do comportamento da bacia como um todo.

Uma vez apresentadas estas ressalvas, quanto à comparação cruzada entre os dois produtos, no Quadro 6.9 e no Quadro 6.10 são apresentadas as comparações entre os resultados obtidos pela simulação realizada e os levantados por Francisco (2004), para as estações fluviométricas citadas.



Quadro 6.9 - Comparação dos resultados obtidos pela simulação com os levantados por Francisco (2004) para a Estação Fazenda Santa Rita.

Estação Fazenda Santa Rita	Vazões Específicas (L/s.km ²)				
	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀	Q _{mlt}
Simulado	13,88	17,59	19,29	32,12	39,98
Francisco 2004	-	20,7	-	48,6	58,7
Diferença Percentual	-	-14,9%	-	-33,9%	-31,8%

Fonte: Adaptado de Francisco (2004).

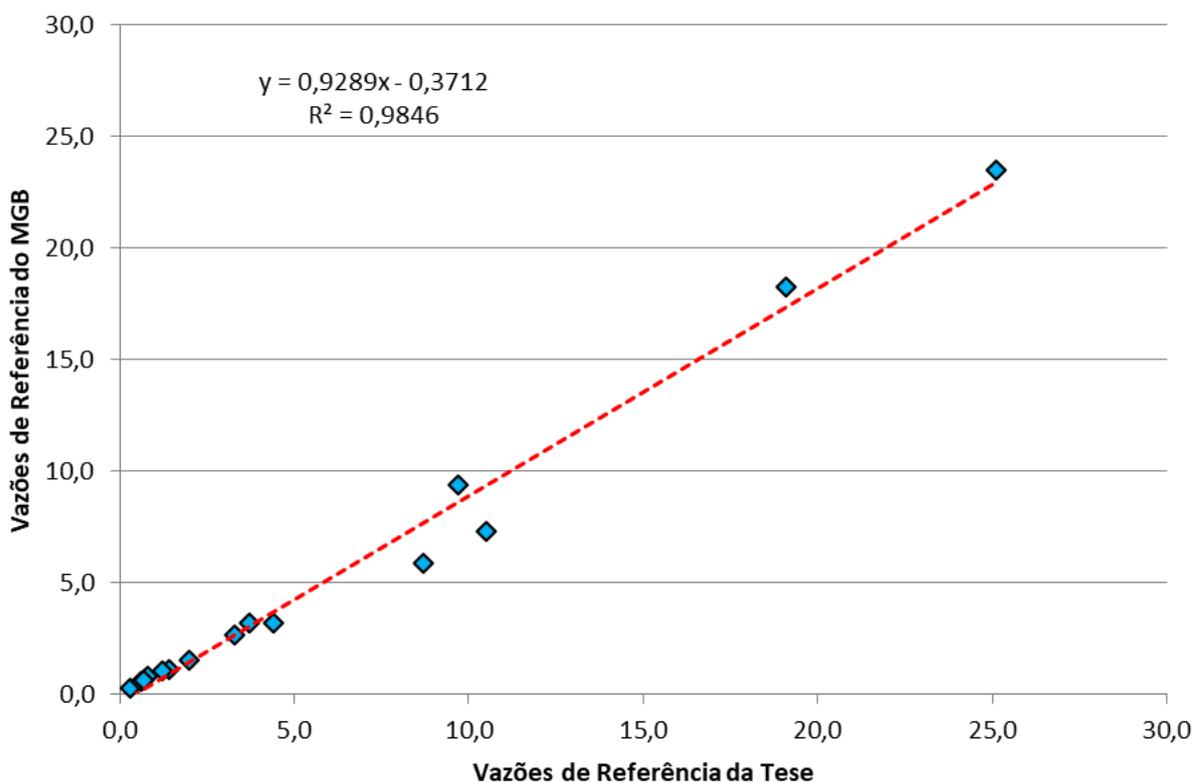
Quadro 6.10 - Comparação dos resultados obtidos pela simulação com os levantados por Francisco (2004) para a Estação Fazenda Itapetininga.

Estação Itapetininga	Vazões Específicas (L/s.km ²)				
	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀	Q _{mlt}
Simulado	13,67	16,90	18,55	30,25	40,57
Francisco 2004	-	17,95	-	35,90	51,28
Diferença Percentual	-	-6%	-	-16%	-21%

Fonte: Adaptado de Francisco (2004).

6.1.2.2.1.5. Validação global

Neste item é apresentado o que se chamou de “Validação Global” do modelo hidrológico estabelecido para a porção continental. Essa validação é realizada comparando-se todas as vazões de referência apresentadas por Francisco (2004) com as vazões de referência simuladas (no caso, Q_{média}, Q₅₀ e Q₉₅) para as estações com disponibilidade de dados apresentadas no Quadro 6.5. A partir dessa comparação é possível a obtenção de uma correlação linear no valor de 0,984, apresentado na Figura 6.27. Aqui, ressalta-se que não foram comparados os dados da estação Fazenda da Posse em função da discretização adotada para o modelo MGB.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.27 - Correlação entre vazões obtidas e vazões simuladas.

A correlação, muito próxima a 1, permite inferir que, mesmo existindo possível incompatibilidade entre os dois trabalhos, os dados simulados estão bastante coerentes, principalmente para as bacias das quais não foi possível obter dados que possibilitassem uma calibração mais consistente (devido à inexistência de dados observados). Ainda, essa correlação inferior à unidade pode ser interpretada como a favor da segurança, uma vez que as vazões simuladas pelo modelo podem estar ligeiramente menores às vazões apontadas por Francisco (2004).

6.1.2.2.1.6. [Resultados em locais de interesse](#)

Este item apresenta dados de vazão obtidos em locais de interesse, como os exutórios dos principais cursos hídricos de cada UHP da porção continental, no Quadro 6.11, e também figuras relativas à Vazão Média, Q_{95} e Q_{90} , na Figura 6.28, Figura 6.29 e Figura 6.30, respectivamente.

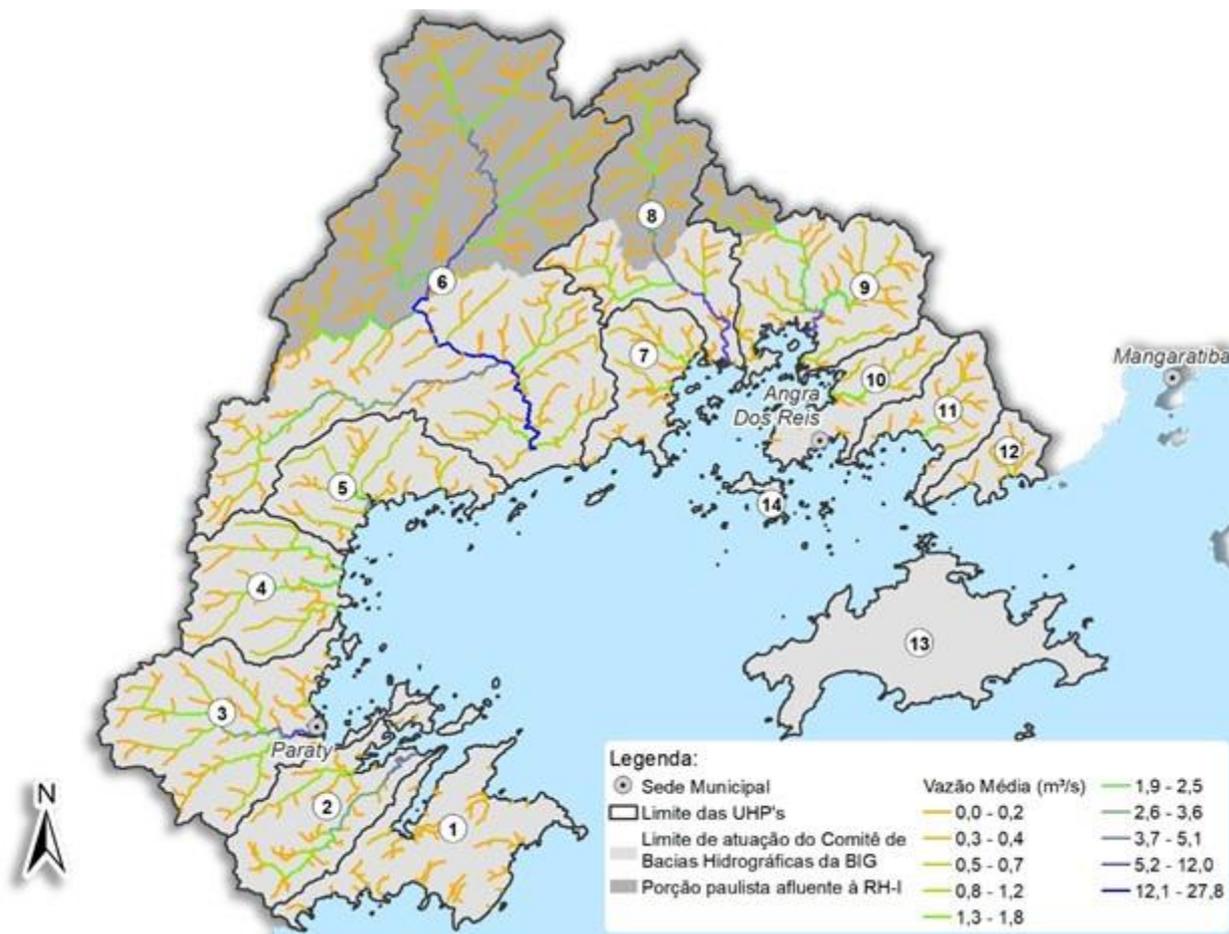
Ressalta-se que se procurou sempre considerar como exutório dos rios principais o local mais próximo possível do encontro dos mesmos com as águas do mar. Ainda, observa-se que as áreas de drenagem de cada exutório foram obtidas a partir do uso do MDE ALOS PALSAR, com 12 metros de resolução espacial, como explicado anteriormente.



Quadro 6.11 - Vazões de Referência para principais rios.

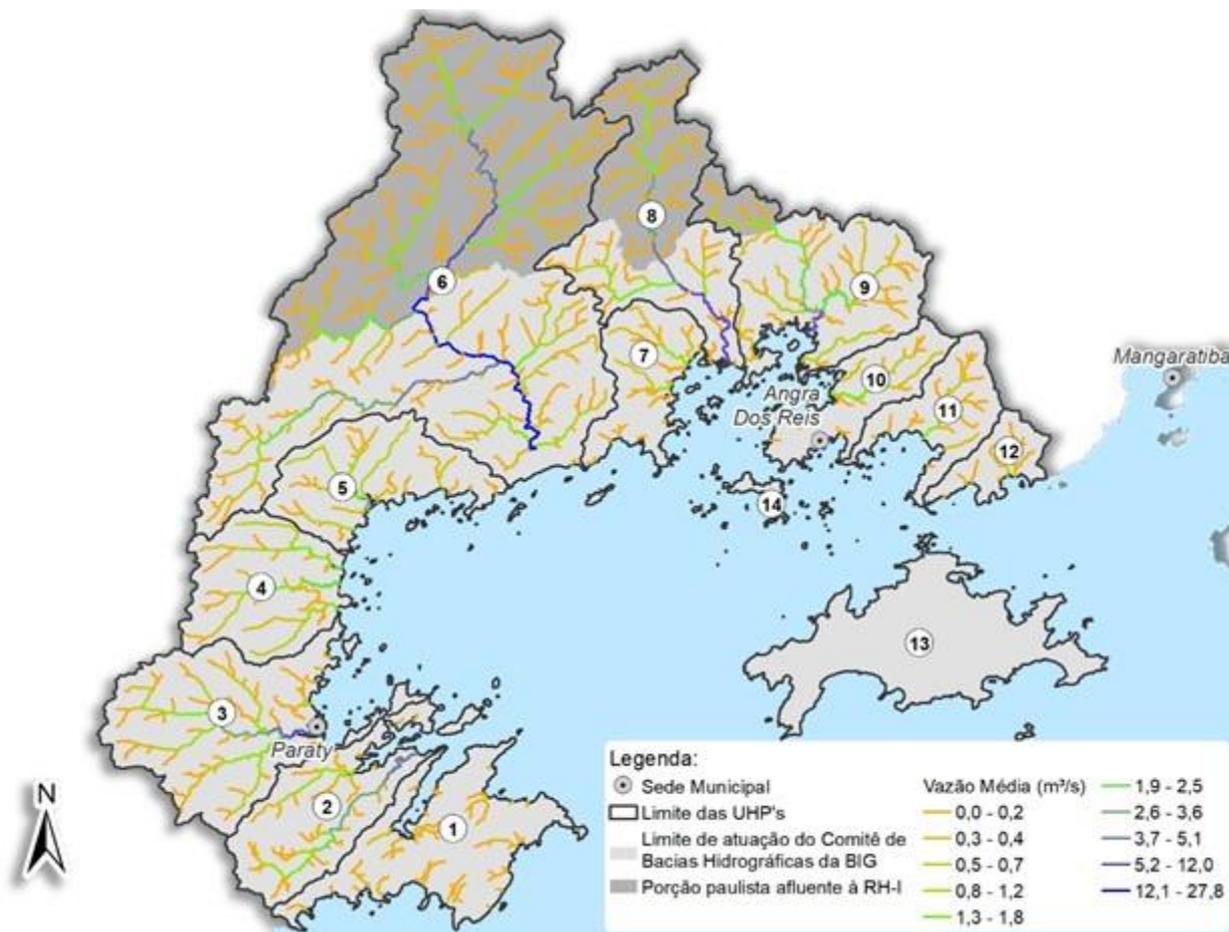
UHP	Rio	Unidade Hidrológica de Planejamento	Área (km ²)	Absolutas (m ³ /s)					Específicas (L/s.km ²)				
				Q _{7,10}	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀	Q _{mit}	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀	Q _{mit}
1	Córrego Cachoeira Grande	Ponta da Juatinga - 1	7,6	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	15,3	16,6	18,9	30,6	40,5
2	Rio Paraty-Mirim	Rio Paraty-Mirim - 2	66,3	1,1	1,5	1,8	3,2	3,7	16,9	23,1	26,8	47,9	56,2
3	Rio Perequê-Açú	Rio Pereque-Açu - 3	163,7	1,3	2,0	2,5	5,2	6,1	8,3	12,5	15,2	31,5	37,0
4	Rio Barra Grande	Rio Pequeno e Barra Grande - 4	43,1	0,6	0,8	0,8	1,4	1,9	14,8	17,6	19,6	32,7	44,5
4	Rio da Graúna	Rio Pequeno e Barra Grande - 4	32,8	0,4	0,5	0,6	1,2	1,4	10,8	15,0	17,7	36,1	41,4
5	Rio Taquari	Rio Taquari - 5	52,3	0,8	0,9	1,1	1,7	2,5	15,1	17,9	20,1	33,1	48,3
5	Rio São Roque	Rio Taquari - 5	17,2	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	15,5	18,2	20,3	33,1	48,2
6	Rio Mambucaba	Rio Mambucaba - 6	742,4	9,6	11,5	12,7	21,7	27,8	12,9	15,4	17,1	29,2	37,5
7	Rio Grataú	Rio Grataú e do Frade - 7	22,6	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	14,5	18,4	20,3	31,3	42,9
7	Rio do Frade	Rio Grataú e do Frade - 7	16,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,8	15,7	21,9	24,0	40,8	48,5
8	Rio Bracuí	Rio Bracuí - 8	193,2	2,7	3,5	3,8	6,2	7,8	14,0	17,9	19,6	32,3	40,2
9	Rio Ariró	Rio Ariró - 9	143,7	1,8	2,6	2,9	5,4	6,2	12,8	17,9	20,2	37,8	43,1
9	Rio Caputera	Rio Ariró - 9	15,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6	13,7	16,6	18,7	28,3	36,6
10	Rio do Meio (Japuíba)	Rio do Meio (Japuíba) -10	38,0	0,5	0,7	0,8	1,3	1,6	13,4	18,0	20,0	35,4	40,8
11	Rio Jacuecanga	Rio Jacuecanga - 11	39,8	0,5	0,7	0,8	1,4	1,6	13,1	17,0	19,3	35,1	39,5
12	Rio Jacareí	Rio Jacareí - 12	13,4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	10,7	14,2	16,0	25,2	31,6

Fonte: Elaboração própria.



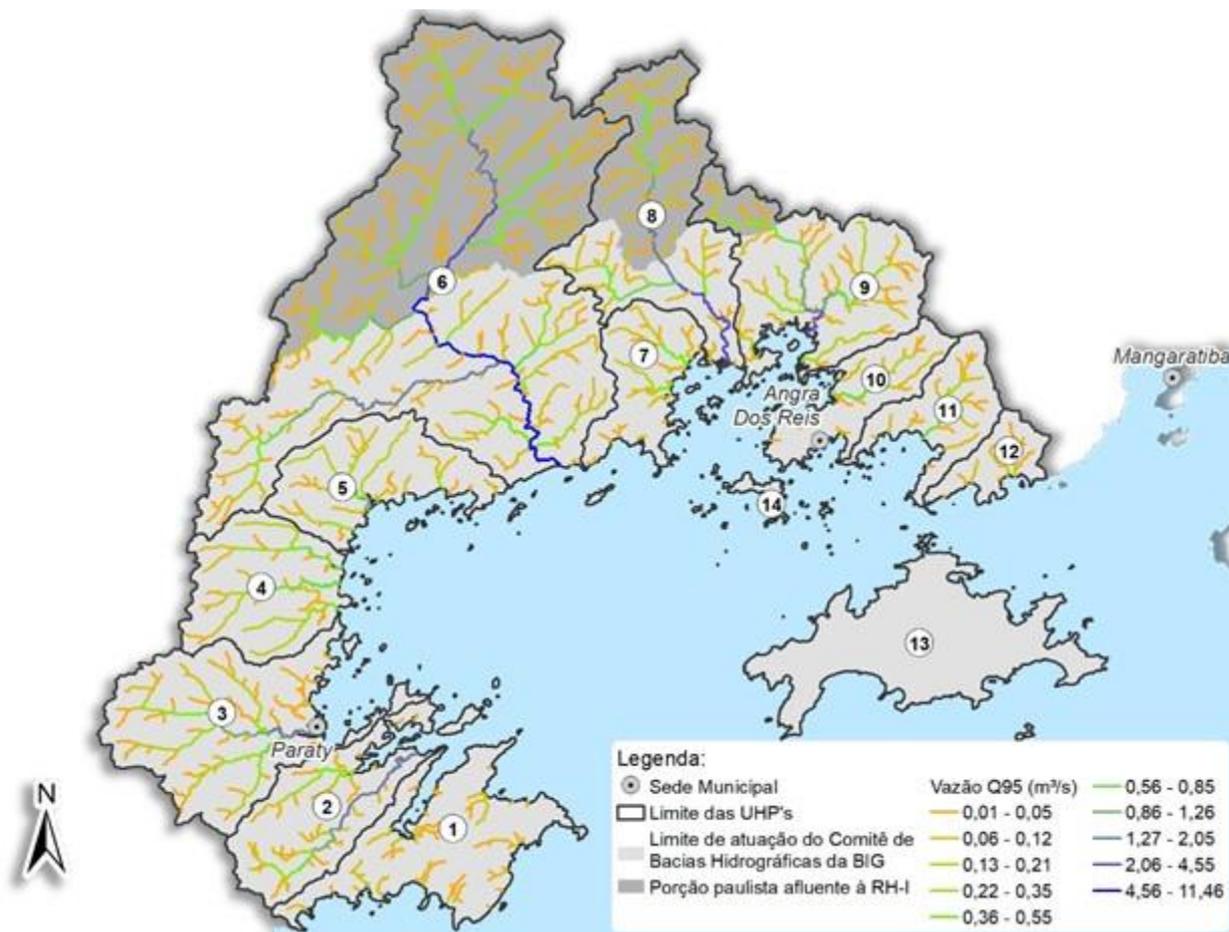
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.28 - Disponibilidade Hídrica - $Q_{média}$.



Fonte: Elaboração própria.

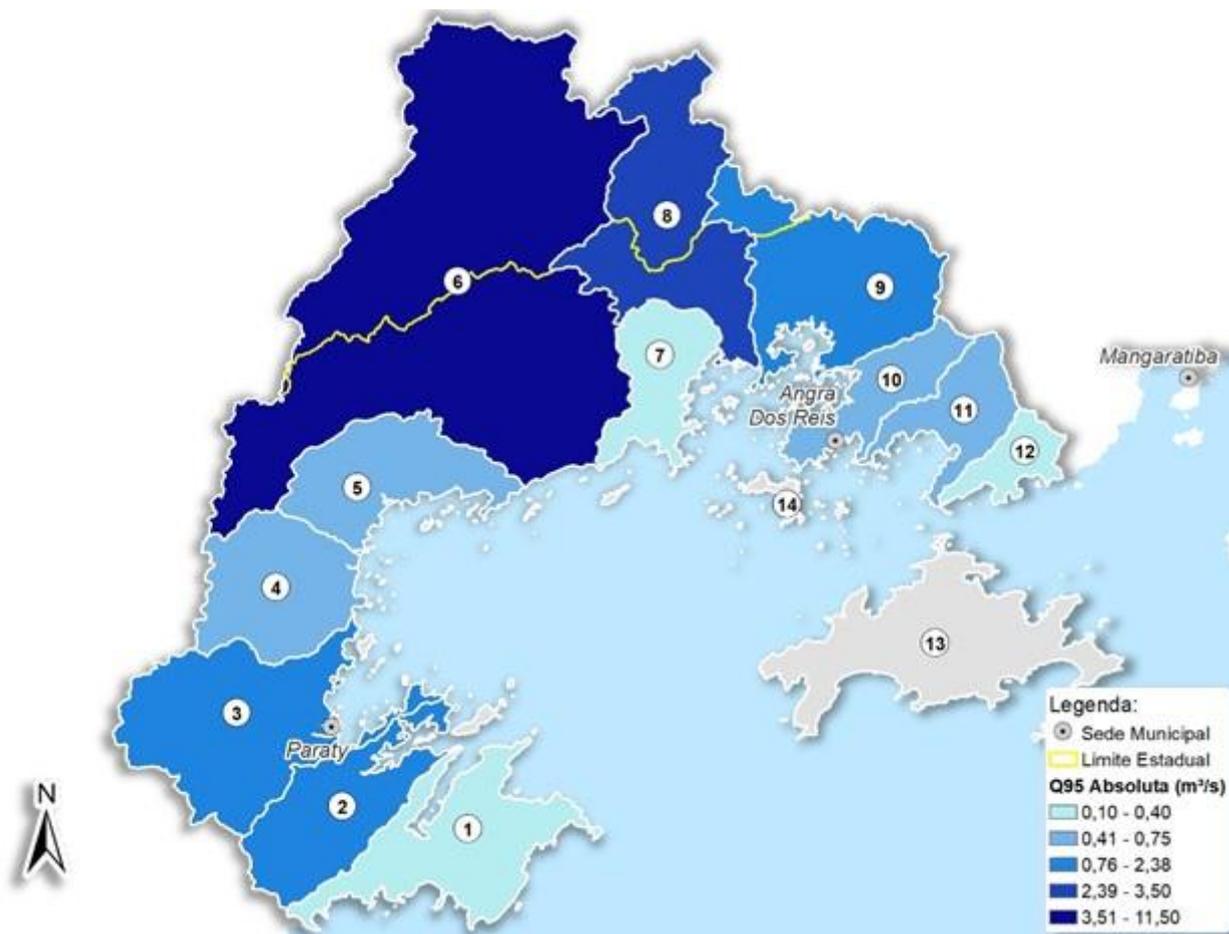
Figura 6.29 - Disponibilidade Hídrica - Q₉₀.



Fonte: Elaboração própria.

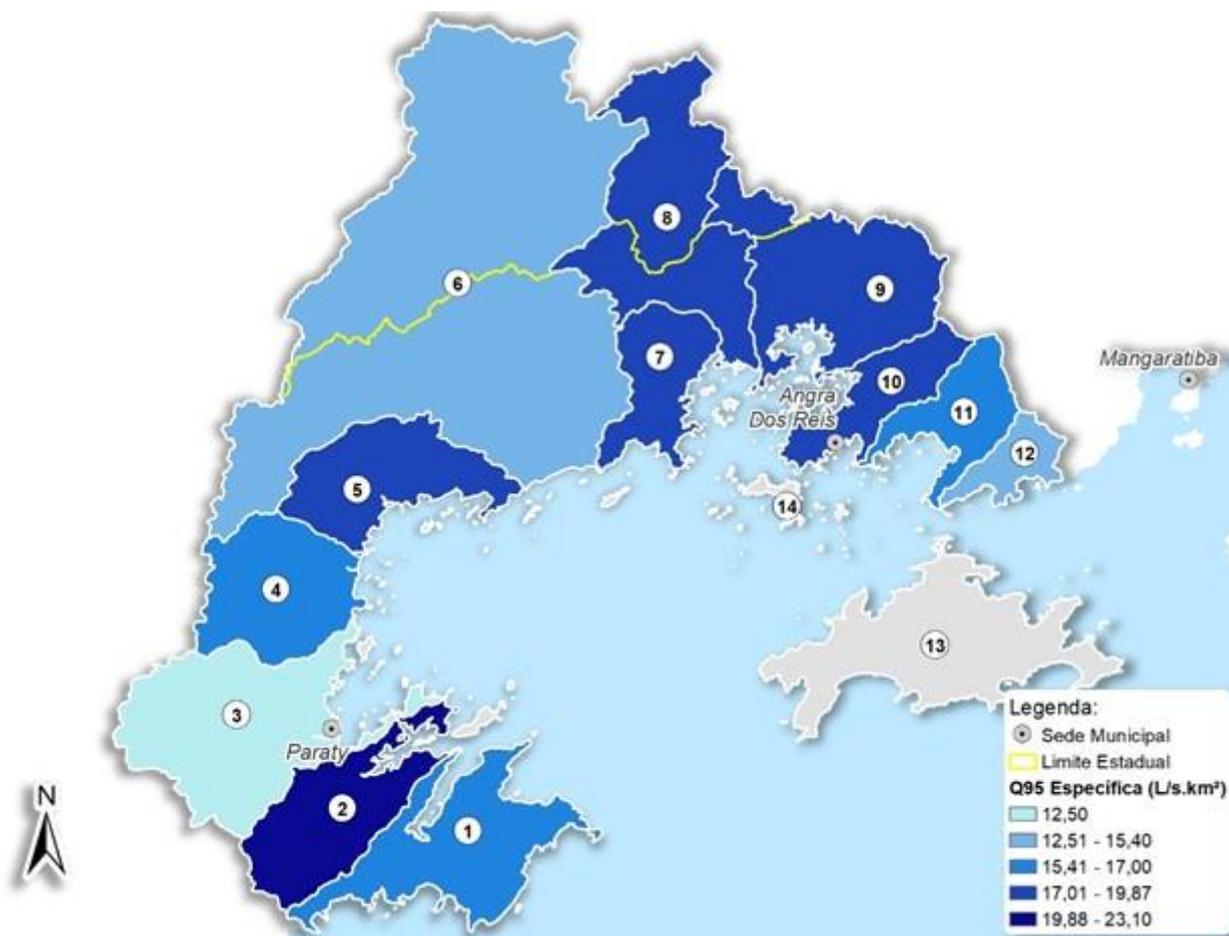
Figura 6.30 - Disponibilidade Hídrica - Q_{95} .

Abaixo, estão representados por UHP, os valores de vazão Q_{95} absoluta e Q_{95} específica (Figura 6.31 e Figura 6.32, respectivamente) e vazão Q_{mit} absoluta e Q_{mit} específica (Figura 6.33 e Figura 6.34, respectivamente).



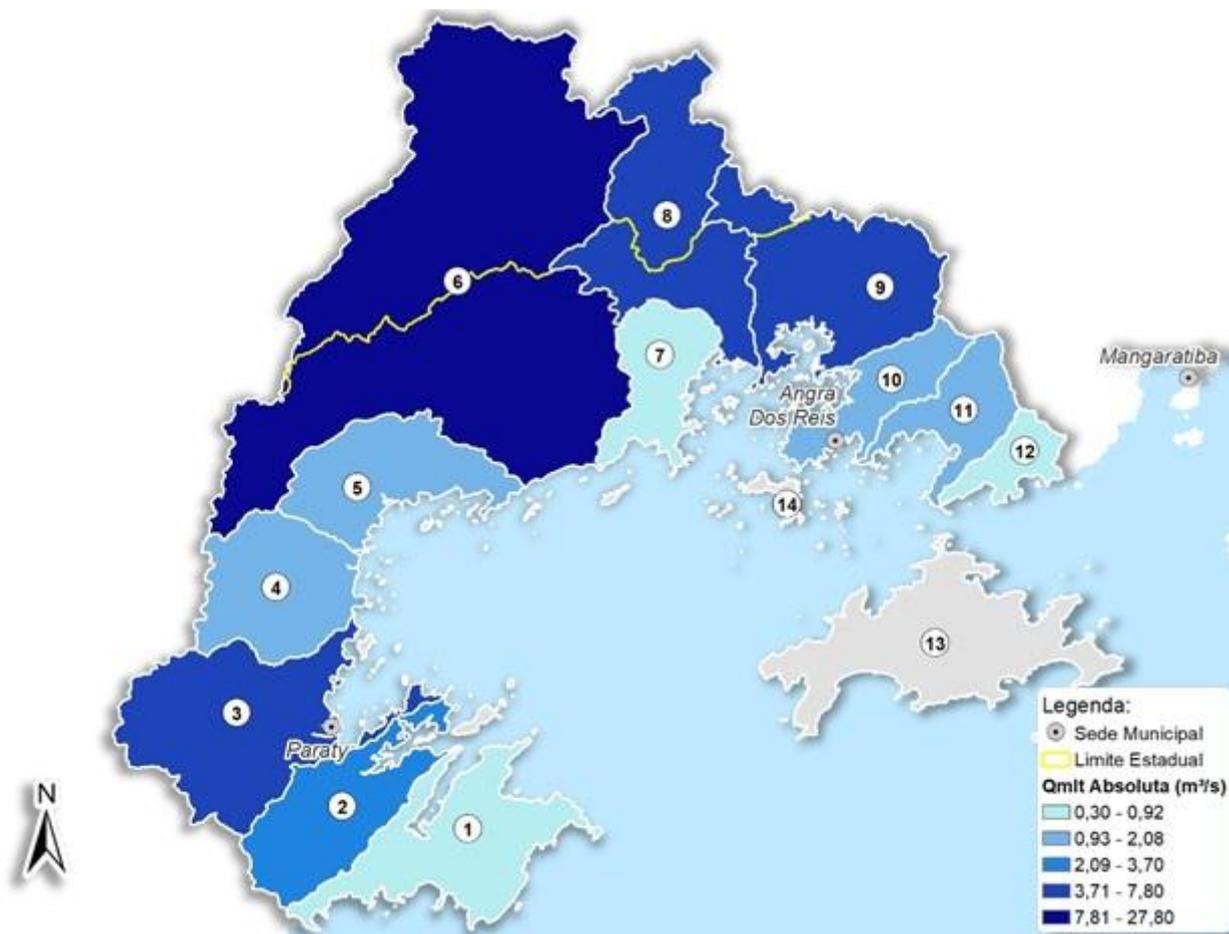
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.31 - Vazão Absoluta - Q₉₅.



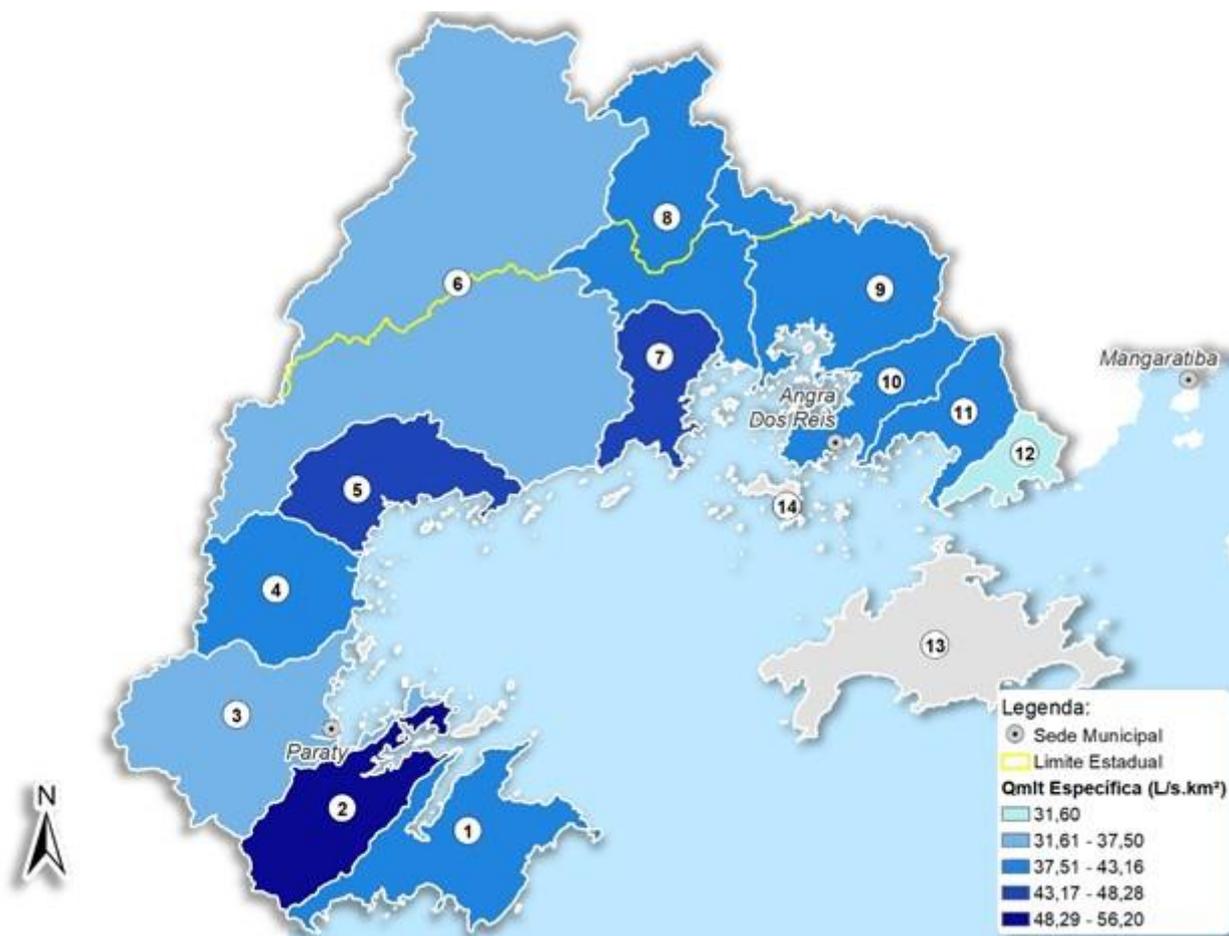
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.32 - Vazão Específica - Q₉₅.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.33 - Vazão Absoluta - Q_{mit} .



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.34 - Vazão Específica - Q_{mt} .

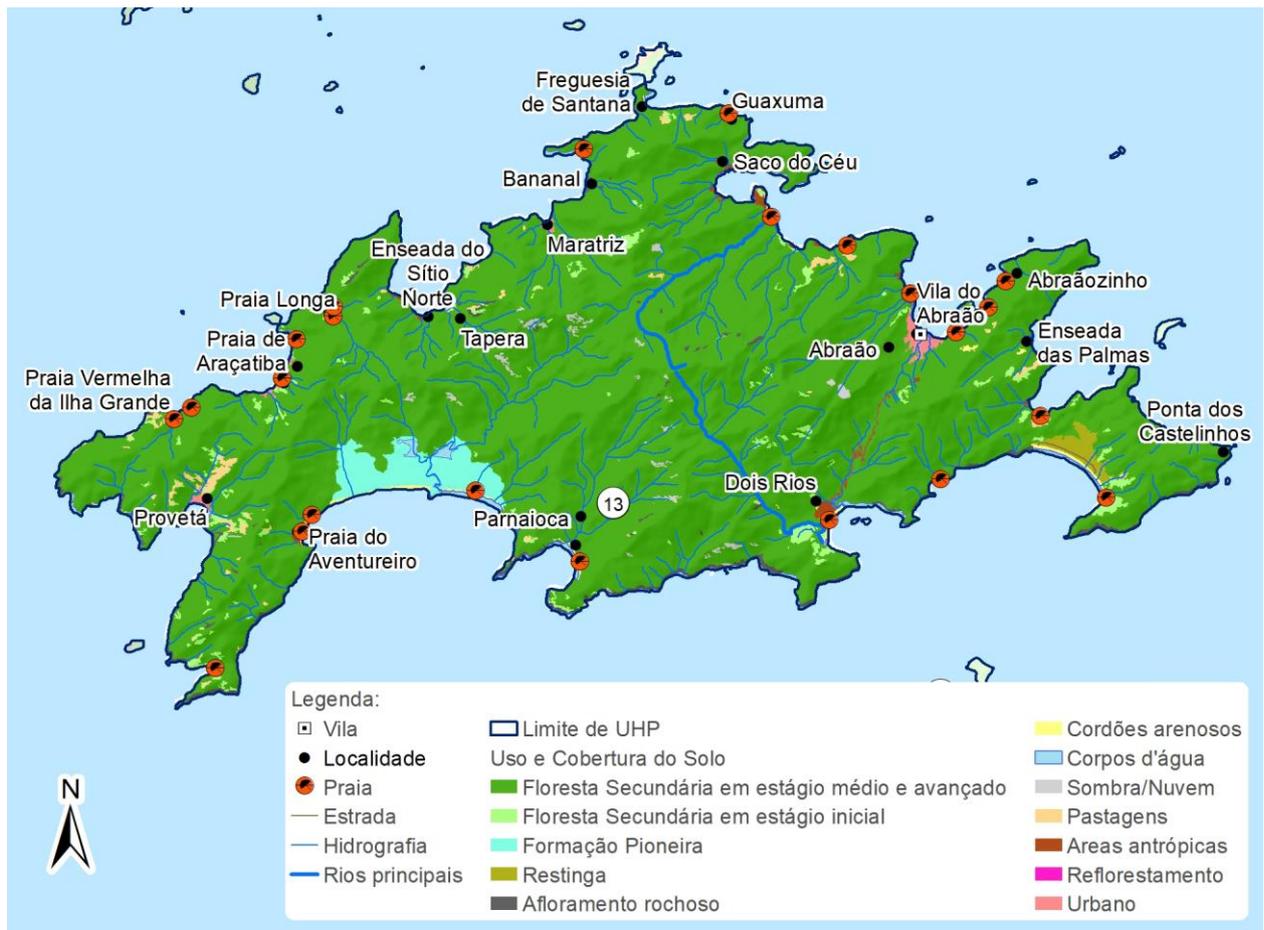


6.1.2.3. Ilha Grande (UHP-13)

A UHP 13 (referente à Ilha Grande) é uma ilha que foi tratada de forma metodologicamente diferente no âmbito deste estudo de disponibilidade hídrica. E devido a esse fato, é aqui apresentada de forma separada às demais UHPs que compõem a Baía da Ilha Grande. A UHP 13 é apresentada, portanto, na Figura 6.35, de forma a ser possível observar que, além da ilha ser tomada quase que exclusivamente por vegetação de grande porte, a existência de manchas urbanas na região é muito pequena.

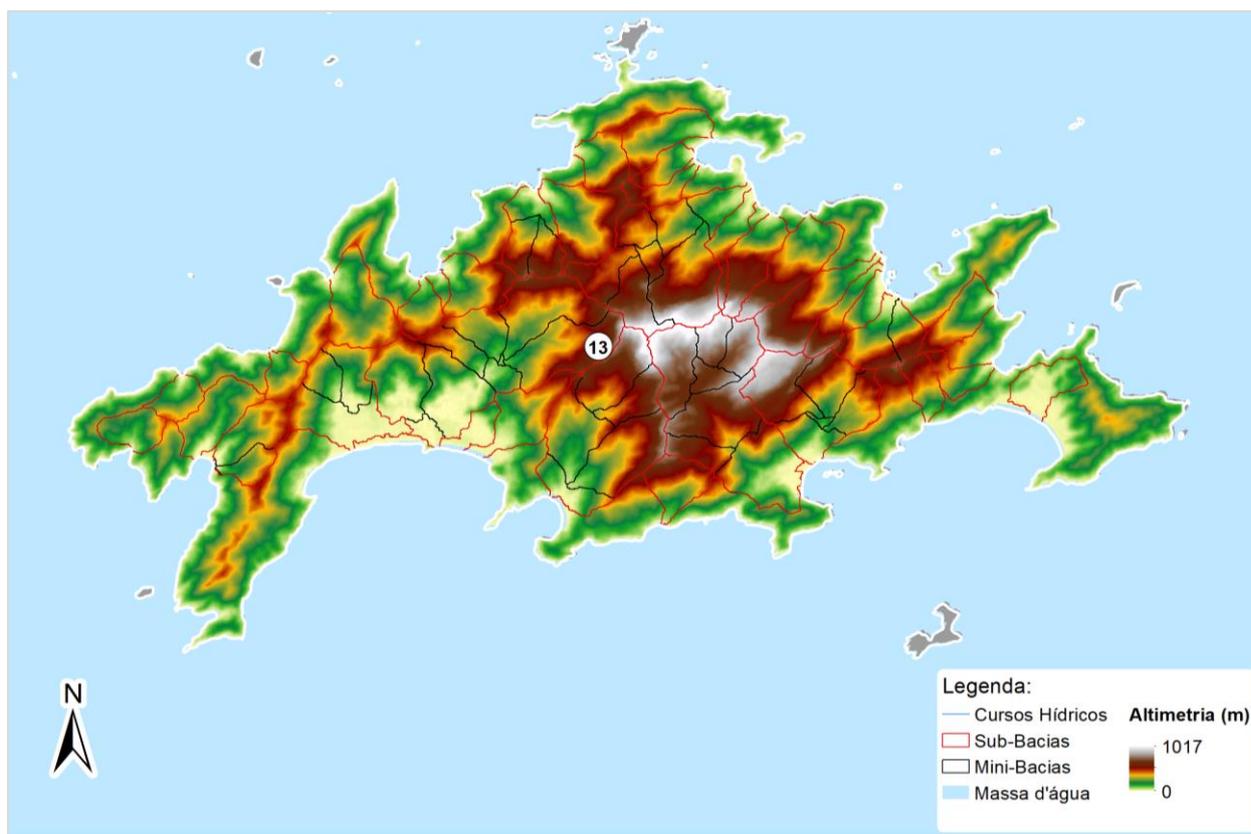
Ainda, adotando-se a mesma discretização utilizada para a parte continental (referente à consideração que 1 km² de área de drenagem já seja suficiente para gerar um curso hídrico) a Ilha Grande foi compartimentada em 31 sub-bacias e 68 mini-bacias, apresentadas na Figura 6.36 em conjunto com a topografia e os recursos hídricos. Ressalta-se que essas bacias não cobrem toda a área da Ilha devido ao limite inferior de 1 km² imposto na discretização. Para estes cursos hídricos mapeados (apresentados na Figura 6.36), foram obtidas as vazões de referência.

A metodologia utilizada para obtenção destas vazões de referência, para a Ilha Grande, foi de regionalizações de vazões, que significa transpor dados de vazão de locais monitorados para locais não monitorados. Essa metodologia, e os dados de entrada necessários para aplicá-la, são explanados no próximo item.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.35 - Cobertura vegetal da UHP-13.



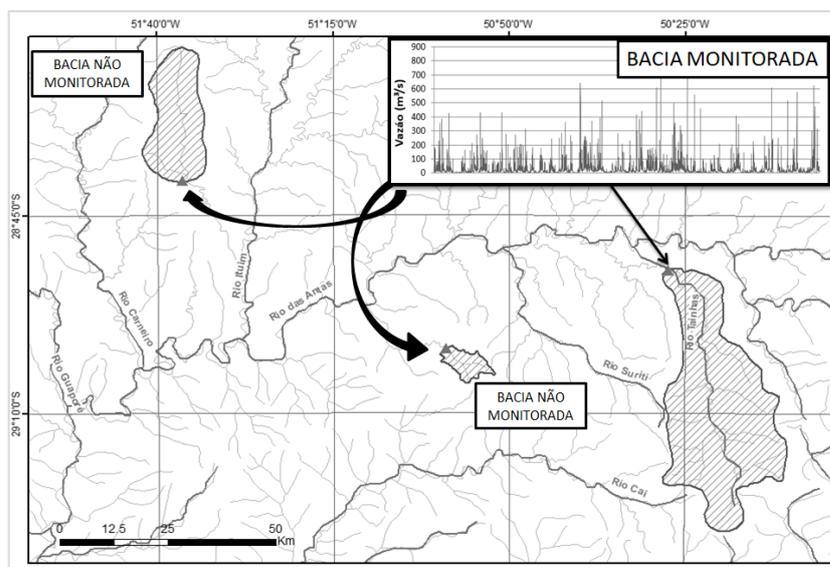
Fonte: Adaptado de Jaxa (2007).

Figura 6.36 - Modelo Digital de Elevação e Recursos Hídricos da Ilha Grande.

6.1.2.3.1. Regionalização de vazões

A regionalização de vazões pode ser aplicada considerando diversas variáveis ou termos específicos. Em geral, a regionalização mais simples é realizada considerando apenas uma relação entre áreas de drenagem de dois exutórios de interesse, utilizando uma bacia em que se dispõe de dados de vazão e outra a qual se deseja obter essas informações (Collischonn & Dorneles 2013). Esse tipo de metodologia pressupõe, portanto, que todo o processo de transformação e chuva em vazão da bacia regionalizada seja exatamente igual à bacia com dados monitorados. Ou seja, considera que variáveis como chuva, uso do solo, tipo de solo, geologia, vegetação, clima, radiação solar, evapotranspiração, e características hidromorfológicas de ambas as bacias sejam iguais. Uma ilustração da aplicação do método de regionalização pode ser observada na Figura 6.37.

As simplificações adotadas podem ser consideradas, portanto, como uma das principais limitações da técnica de regionalização de vazões pura e simplesmente aplicada. Muito embora existam estas limitações, entretanto, cabe ressaltar que a regionalização de vazão pode se constituir como uma alternativa muito interessante de ser aplicada em determinadas condições, como as existentes para a UHP 13.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 6.37 - Ilustração da Técnica de Regionalização.

Outra forma mais completa de se trabalhar com a regionalização de vazões é a partir da utilização de diversas bacias de referência, ajustando-se uma curva de potência entre a área de drenagem e as vazões de referência obtidas para cada estação. Segundo Tucci (2002), equações deste tipo seguem o seguinte formato:

$$Q = a \cdot A_{reg}^b \quad (5)$$

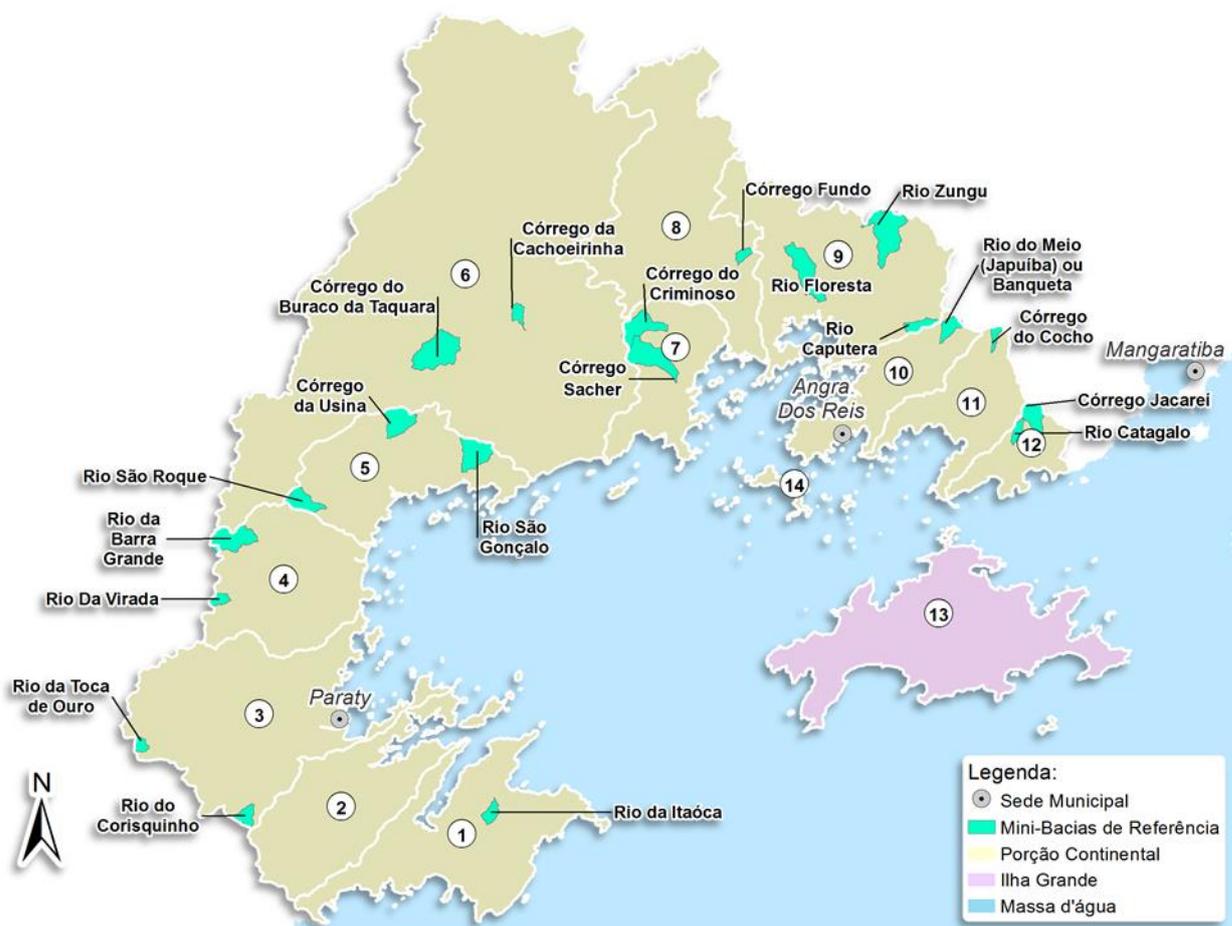
Em que:

- “Q” é a vazão, em m³/s;
- *a* é um parâmetro ajustado conforme dados observados;
- *b* é um parâmetro ajustado com dados observados;
- *A* é a área de drenagem da bacia sem dados de vazão (km²);

Fazendo-se uso dos resultados obtidos para a porção continental da área de estudo (que serão apresentados no item 4), foram definidas 20 minibacias como áreas de drenagem de referência. E a partir destas 20 minibacias, foram traçadas relações potenciais como a apresentada na Equação 5. Estas minibacias (apresentadas na Figura 6.38) foram escolhidas por apresentarem: (i) cobertura do uso do solo extremamente similar à observada na Ilha Grande, que é composta majoritariamente por florestas; (ii) declividades similares às encontradas nas mini-bacias da Ilha Grande e; (iii) tamanhos e formas de bacias similares às encontradas na Ilha Grande. No Quadro 6.12 observa-se a relação destas mini-bacias quanto à disponibilidade hídrica, tamanho da área de drenagem e nome do principal curso hídrico ou afluente. As relações



entre área de drenagem e vazão, geradas a partir destas mini-bacias de referência, são apresentadas nos gráficos dispostos da Figura 6.39 à Figura 6.43.



Fonte: Elaboração própria.

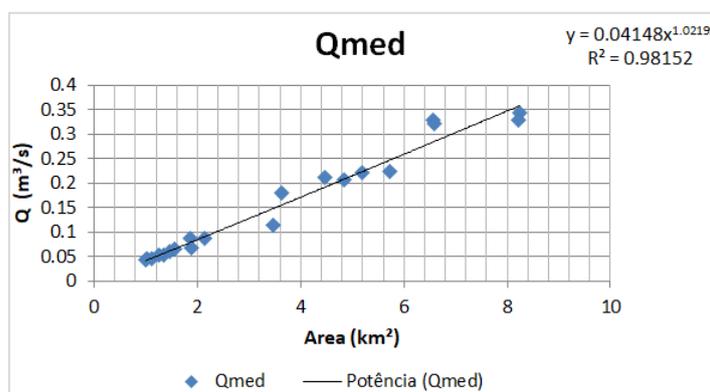
Figura 6.38 - Mini-Bacias utilizadas para a regionalização.



Quadro 6.12 - Mini-Bacias de Referência.

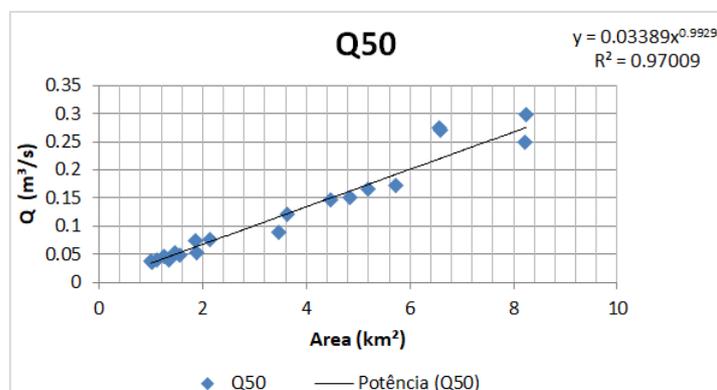
Nome do Rio/Afluente	Área (km ²)	Q _{med} (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
Córrego Fundo	1.02	0.046	0.036	0.024	0.021	0.017
Rio Zungu	8.25	0.344	0.298	0.157	0.139	0.104
Rio Floresta	6.56	0.329	0.274	0.158	0.132	0.096
Córrego da Cachoeirinha	1.34	0.053	0.04	0.024	0.022	0.018
Rio Caputera	1.90	0.068	0.052	0.032	0.03	0.025
Rio do Meio (Japuíba) ou Banqueta	2.15	0.088	0.077	0.042	0.037	0.027
Córrego do Criminoso	4.83	0.207	0.15	0.095	0.088	0.07
Córrego do Cocho	1.11	0.045	0.039	0.021	0.018	0.014
Córrego do Buraco da Taquara	8.23	0.328	0.248	0.149	0.134	0.114
Córrego Sacher	6.58	0.322	0.271	0.157	0.142	0.097
Córrego Jacareí	3.47	0.114	0.09	0.056	0.05	0.038
Córrego da Usina	4.46	0.211	0.147	0.09	0.08	0.068
Rio Catagalo	1.46	0.061	0.053	0.03	0.026	0.018
Rio São Gonçalo	5.20	0.221	0.165	0.101	0.093	0.083
Rio São Roque	3.64	0.18	0.121	0.073	0.065	0.055
Rio da Barra Grande	5.73	0.224	0.173	0.104	0.093	0.081
Rio Da Virada	1.26	0.054	0.046	0.021	0.017	0.015
Rio da Toca de Ouro	1.01	0.043	0.037	0.02	0.017	0.013
Rio da Itaóca	1.57	0.065	0.048	0.03	0.026	0.024
Rio do Corisquinho	1.87	0.088	0.075	0.043	0.037	0.03

Fonte: Elaboração própria.



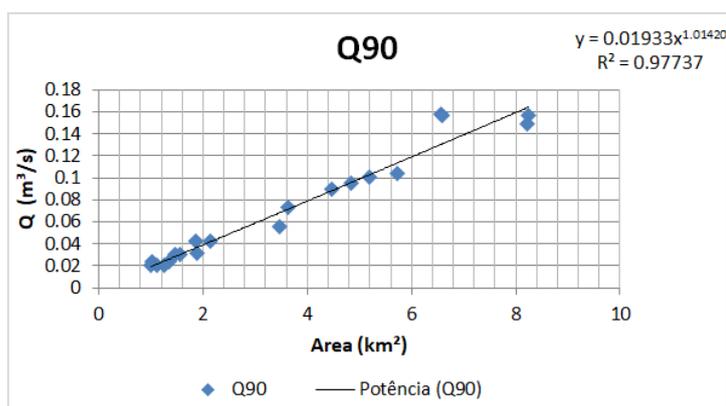
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.39 - Regionalização da Q_{med}.



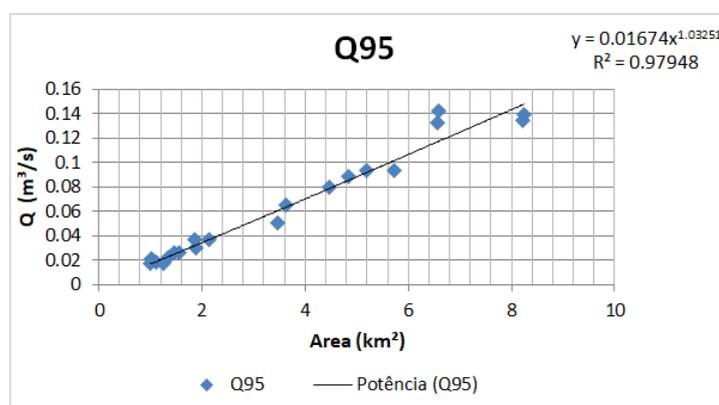
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.40 - Regionalização da Q₅₀.



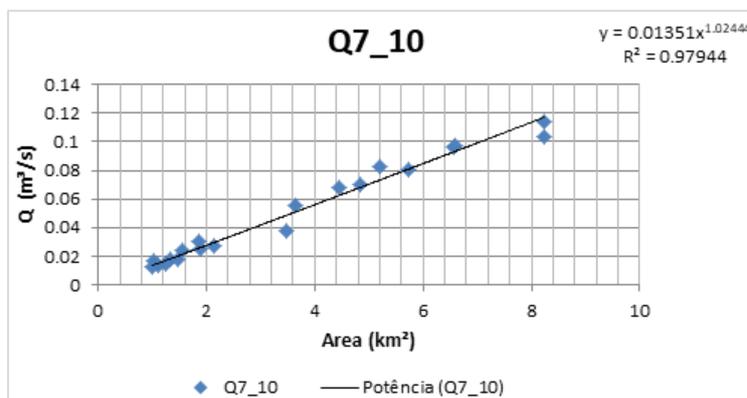
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.41 - Regionalização da Q₉₀.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.42 - Regionalização da Q₉₅.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.43 - Regionalização da Q₇₋₁₀.

Os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia aqui exposta, para a UHP-13, são apresentados em conjunto com os obtidos para a porção continental da área de estudo, no item 6.1.2.4.1.



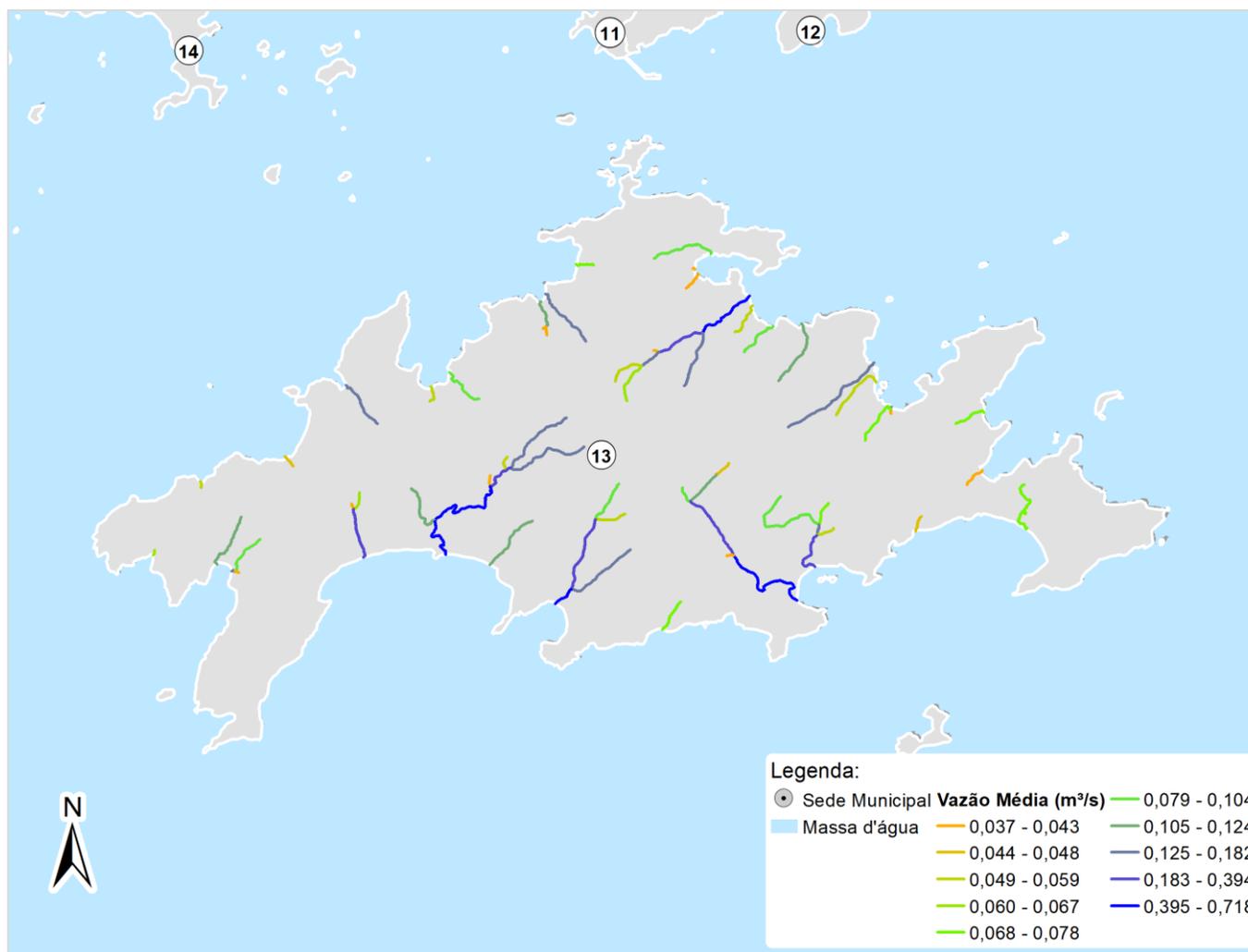
6.1.2.4. Resultados para a disponibilidade hídrica da Ilha Grande

Este item mostra os resultados obtidos neste estudo de disponibilidade hídrica superficial para a Ilha Grande. No item 6.1.2.3, foi apresentada a metodologia utilizada para a Ilha Grande, e neste item 6.1.2.4 os resultados obtidos utilizando a técnica de regionalização de vazões para a UHP 13

6.1.2.4.1. Disponibilidade na UHP 13 - Ilha Grande

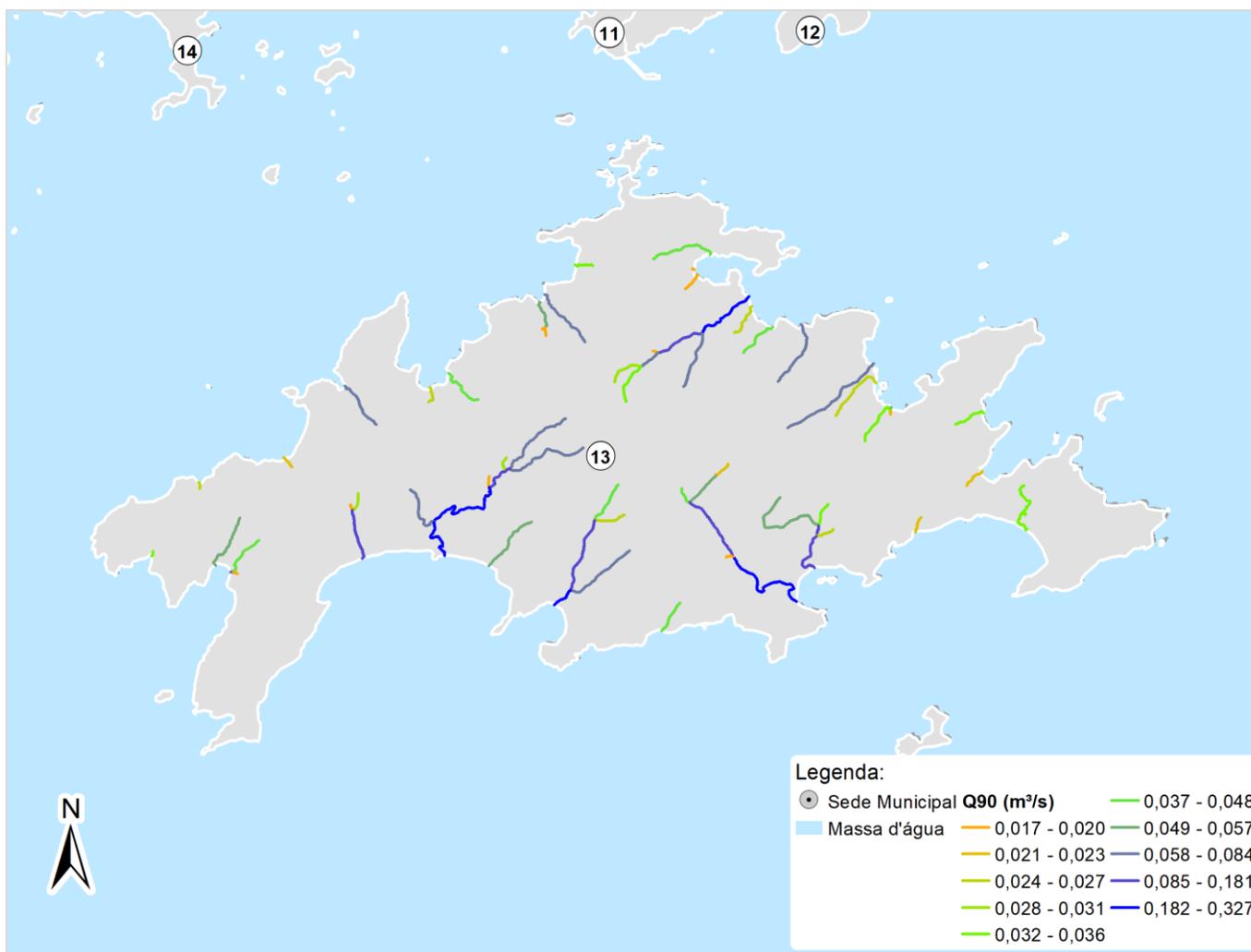
A disponibilidade hídrica da UHP 13, referente à Ilha Grande, foi obtida considerando 68 trechos de rios, delimitados conforme apresentado anteriormente no item 3.1. A maior vazão média calculada é de 0,709 m³/s, relativo ao maior curso hídrico da ilha, localizado na porção sul, que não apresenta nome específico no banco de dados do IBGE. Por outro lado, um dos principais mananciais da Ilha, intitulado como Rio Andorinhas ou Barra Grande (segundo o banco de dados do IBGE), que desagua na localidade de Dois Rios, apresenta vazão média de 0,546 m³/s, e uma vazão de estiagem Q₉₅ igual a 0,226 m³/s. Outro grande curso hídrico da ilha, o Córrego da Enseada da Estrela, também apresenta uma das maiores disponibilidades hídricas da ilha. No caso, uma vazão média de 0,460 m³/s e uma vazão de estiagem Q₉₅ igual a 0,190 m³/s.

De forma conjunta, os resultados de disponibilidade hídrica para a UHP-13, podem ser visualizados na Figura 6.44, para a vazão média, na Figura 6.45 para a Q₉₀ e na Figura 6.46 para a Q₉₅. Ainda, como a área referente à Ilha Grande é relativamente pequena, é possível a apresentação de cada trecho de rio por código, para facilitar a obtenção dos dados de vazão por meio de tabelas. Dessa forma, a Figura 6.47 mostra os códigos (em forma de croqui, numerados de 1 a 68) dos principais cursos hídricos da Ilha Grande. E, a partir destes códigos, é possível a obtenção dos dados de vazão de cada trecho de rio utilizando o Quadro 6.13.



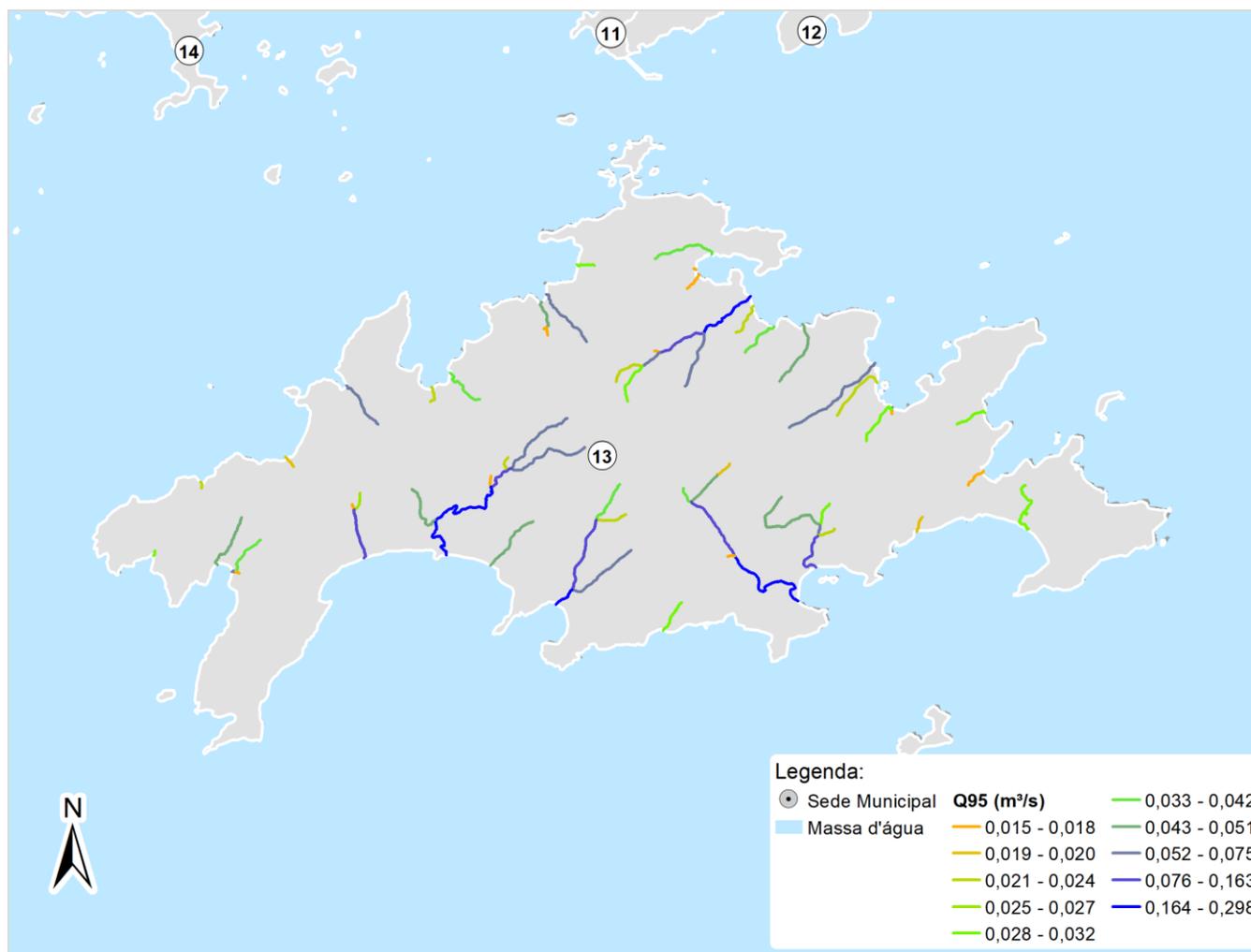
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.44 - Vazões Médias para a UHP-13.



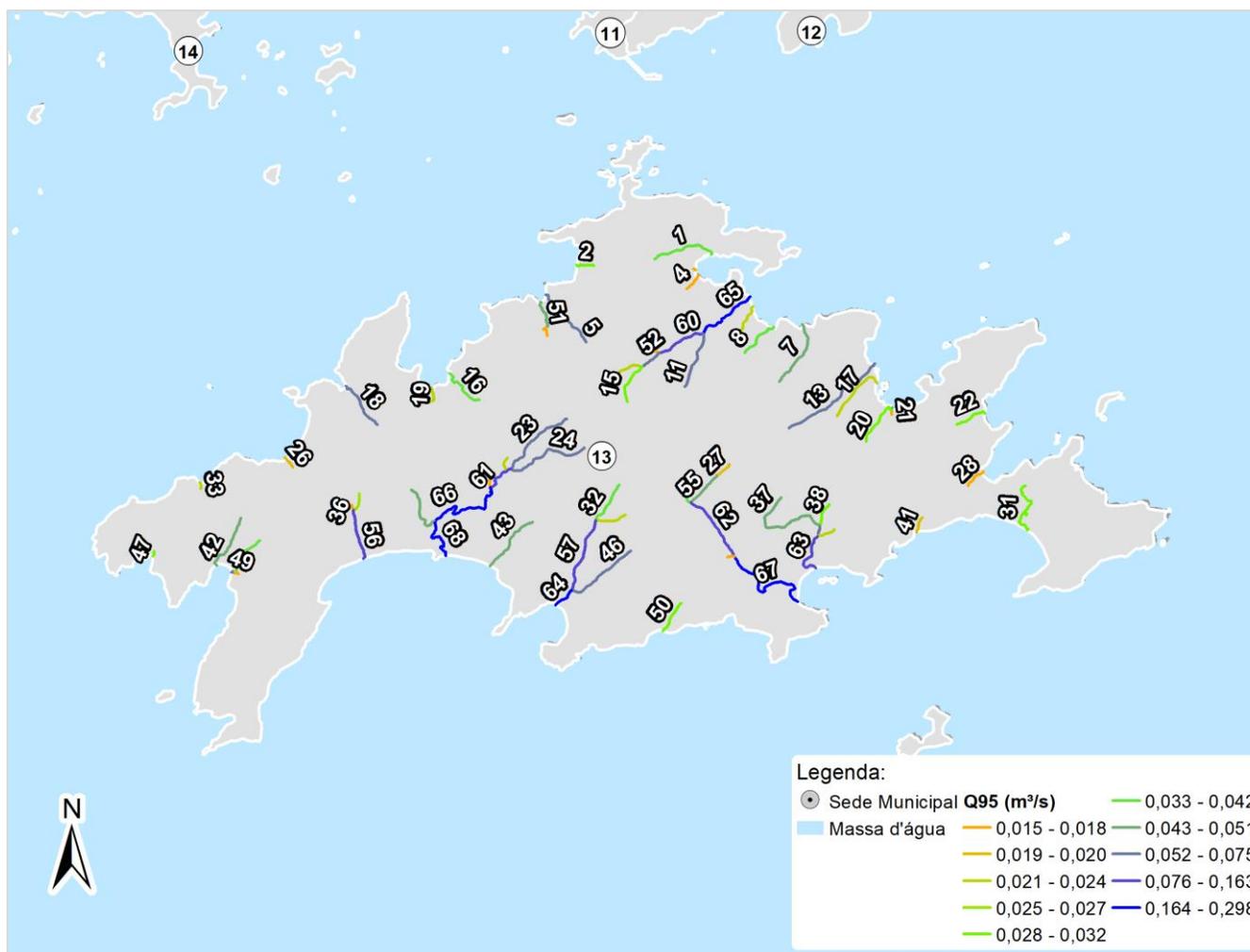
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.45 - Q₉₀ para a UHP-13.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.46 - Q₉₅ para a UHP-13.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.47 - Código dos Cursos Hídricos.



Quadro 6.13 - Vazões de Referência por código para os cursos hídricos da UHP-13.

Código	Área de Montante (km ²)	Precipitação Média (mm/ano)	Qmed (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q7_10 (m ³ /s)	Nome
1	2.4	1620.8	0.101	0.080	0.047	0.041	0.033	
2	1.7	1650.9	0.072	0.058	0.034	0.029	0.024	
3	1.0	1610.0	0.041	0.033	0.019	0.016	0.013	
4	1.0	1612.0	0.043	0.035	0.020	0.017	0.014	
5	3.4	1657.5	0.147	0.116	0.068	0.060	0.048	Corrego Araçatiba
6	1.3	1624.6	0.055	0.045	0.026	0.022	0.018	
7	3.1	1604.0	0.132	0.104	0.061	0.054	0.043	
8	2.4	1614.6	0.101	0.080	0.047	0.041	0.033	
9	1.0	1665.3	0.042	0.034	0.020	0.017	0.014	
10	1.0	1649.3	0.042	0.034	0.020	0.017	0.014	
11	3.6	1628.6	0.152	0.120	0.070	0.062	0.050	
12	1.0	1625.5	0.042	0.035	0.020	0.017	0.014	
13	3.3	1610.5	0.142	0.112	0.065	0.058	0.046	
14	1.5	1639.3	0.061	0.049	0.028	0.025	0.020	
15	1.7	1635.3	0.070	0.056	0.032	0.028	0.023	
16	2.3	1712.0	0.098	0.078	0.046	0.040	0.032	
17	1.4	1604.2	0.059	0.048	0.027	0.024	0.019	
18	3.4	1750.9	0.143	0.113	0.066	0.059	0.047	
19	1.3	1718.1	0.054	0.044	0.025	0.022	0.018	
20	1.8	1598.8	0.077	0.062	0.036	0.031	0.025	
21	1.0	1585.5	0.041	0.034	0.019	0.017	0.013	
22	1.9	1555.8	0.080	0.064	0.037	0.033	0.026	
23	3.4	1684.3	0.145	0.114	0.067	0.059	0.047	
24	3.4	1681.4	0.147	0.116	0.068	0.060	0.048	
25	1.4	1717.1	0.058	0.047	0.027	0.023	0.019	
26	1.1	1761.7	0.045	0.037	0.021	0.018	0.015	Córrego Araçatiba
27	1.2	1630.6	0.050	0.041	0.023	0.020	0.016	
28	1.1	1556.0	0.047	0.039	0.022	0.019	0.015	
29	0.9	1631.4	0.039	0.032	0.018	0.016	0.013	
30	1.0	1728.0	0.042	0.034	0.020	0.017	0.014	
31	1.9	1509.5	0.080	0.064	0.037	0.033	0.026	
32	2.5	1658.9	0.105	0.084	0.049	0.043	0.034	Córrego do Parnaioca
33	1.2	1796.6	0.050	0.041	0.023	0.020	0.016	
34	2.2	1641.8	0.094	0.075	0.044	0.038	0.031	Rio Andorinhas ou Barra Grande
35	2.8	1772.6	0.119	0.094	0.055	0.049	0.039	
36	1.5	1778.9	0.061	0.049	0.028	0.025	0.020	
37	2.6	1625.4	0.109	0.087	0.050	0.044	0.036	
38	1.8	1613.5	0.075	0.060	0.035	0.031	0.025	
39	1.0	1767.4	0.040	0.033	0.019	0.016	0.013	
40	1.3	1656.8	0.055	0.045	0.026	0.022	0.018	
41	1.2	1575.8	0.050	0.040	0.023	0.020	0.016	
42	2.5	1803.8	0.106	0.084	0.049	0.043	0.034	
43	2.7	1708.8	0.113	0.090	0.052	0.046	0.037	
44	1.4	1597.7	0.060	0.048	0.028	0.024	0.020	
45	2.0	1786.9	0.085	0.068	0.040	0.035	0.028	
46	3.2	1658.5	0.138	0.109	0.064	0.056	0.045	Corrego do Rezingueira
47	1.5	1840.5	0.062	0.050	0.029	0.025	0.020	
48	1.1	1636.6	0.044	0.036	0.020	0.018	0.014	
49	1.0	1780.2	0.040	0.032	0.019	0.016	0.013	
50	1.9	1638.7	0.081	0.065	0.037	0.033	0.026	
51	2.9	1669.9	0.124	0.098	0.057	0.051	0.040	



Código	Área de Montante (km ²)	Precipitação Média (mm/ano)	Qmed (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q7_10 (m ³ /s)	Nome
52	3.6	1633.3	0.153	0.121	0.071	0.063	0.050	Córrego da Enseada da Estrela
53	2.8	1592.0	0.120	0.095	0.056	0.049	0.039	
54	6.9	1706.0	0.298	0.230	0.137	0.123	0.097	
55	2.8	1629.8	0.120	0.095	0.056	0.049	0.039	
56	5.3	1773.4	0.227	0.176	0.104	0.093	0.074	
57	6.3	1665.7	0.273	0.211	0.125	0.112	0.089	Córrego do Parnaiooca
58	4.5	1613.0	0.192	0.150	0.089	0.079	0.063	
59	3.0	1783.5	0.128	0.101	0.059	0.052	0.042	
60	5.8	1631.5	0.252	0.196	0.116	0.104	0.082	Córrego da Enseada da Estrela
61	8.9	1727.0	0.388	0.297	0.178	0.160	0.127	
62	7.9	1625.4	0.345	0.265	0.158	0.142	0.113	Rio Andorinhas ou Barra Grande
63	7.2	1615.0	0.312	0.241	0.143	0.129	0.102	
64	10.8	1662.9	0.471	0.359	0.216	0.195	0.154	Córrego do Parnaiooca
65	10.5	1632.4	0.460	0.351	0.210	0.190	0.151	Córrego da Enseada da Estrela
66	12.8	1711.5	0.562	0.427	0.257	0.233	0.184	
67	12.4	1628.0	0.546	0.414	0.249	0.226	0.179	Rio Andorinhas ou Barra Grande
68	16.1	1719.7	0.709	0.535	0.324	0.295	0.233	

Fonte: Elaboração própria.

6.1.2.1. Avaliação dos resultados

Em geral, observa-se que a constituição do modelo MGB para a região da Baía da Ilha Grande se mostrou bastante eficiente, sendo validado a partir de diversas metodologias, mostrando resultados hidrológicamente coerentes para os pontos de validação.

Entretanto, dentre as vazões de estiagem avaliadas e apresentadas no Quadro 6.11, é destacada a $Q_{7,10}$ do Rio Perequê-Açú, que apresenta o valor de 8,3 L/s.km². Este dado de vazão está aparentemente baixo e discrepante dos demais. Porém, o seu valor está certo e neste item é apresentado o motivo pelo qual essa vazão de estiagem parece estar fora da ordem de grandeza das demais.

Inicialmente, destaca-se que, em geral, para bacias pequenas, a contribuição das chuvas se apresenta com um papel mais relevante do que para bacias maiores, uma vez que o volume de água subterrânea disponível para manutenção da vazão em épocas de estiagem é diminuto. Adicionalmente, como mostrado anteriormente, o regime de chuvas da região é bastante distinto, apresentando grande variabilidade sazonal e também variabilidade espacial. A hipsometria e geomorfologia das bacias hidrográficas contribuem diretamente para esta sazonalidade, principalmente no sentido de propiciar chuvas orográficas na região.



Na questão específica da vazão de estiagem do Rio Perequê-Açú, foi avaliada a precipitação média anual da bacia no período simulado, observando-se (a partir da Figura 6.11) que essa foi a bacia com menor chuva anual média de todas estudadas (com algo da ordem de 1.600 mm). Dessa forma, era de se esperar que, especificamente nessa bacia, as vazões de estiagem extrema (em L/s.km²) fossem menores que as demais. E esse comportamento de fato foi observado, não só para a $Q_{7,10}$ mas também para outras vazões de referência de estiagem, como a Q_{90} e Q_{95} .

Além desta questão, observa-se que a bacia do Rio Perequê-Açú é uma das sub-bacias que possui dados observados desde a década de 60, o que permitiu avaliar qual foi a $Q_{7,10}$ estimada (para o período de 1980 - 2010) utilizando dados reais a partir da Estação Fluviométrica Parati - 59380000. O modelo MGB apresentou como resultado no local da estação um valor de $Q_{7,10}$ igual a 9,40 L/s.km². Enquanto isso, realizando o mesmo cálculo com os dados reais, chega-se a um valor de 9,08 L/s.km², representando, portanto, um erro de 3,5%. Dessa forma, mesmo que a área de drenagem da estação Parati seja de 79,18 km², e do Rio Perequê-Açú (medida a partir do seu encontro com o mar) seja da ordem de 163,7km², conclui-se que as vazões de estiagem estimadas no final da bacia do Rio Perequê-Açú (8,3 L/s.km² em relação à $Q_{7,10}$) realmente deveriam ser da ordem de 9 L/s.km², o que de fato é observado.

No âmbito da obtenção de resultados para a UHP13 é importante ressaltar, por fim, a impossibilidade de validação dos dados uma vez que não existem estações de monitoramento hidrológico na ilha. Entretanto, considera-se que a metodologia aqui empregada foi a melhor e mais acurada possível para geração dos dados de vazão de referência para esta UHP.

6.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

6.2.1. Abastecimento subterrâneo

A demanda pelos recursos hídricos subterrâneos para fins de abastecimento público e privado teve um aumento significativo motivado pela carência e degradação dos recursos hídricos superficiais. Segundo IBGE (2002), 15,6% dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea. Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do Brasil, representam o principal manancial hídrico.

As águas de poços e de fontes vêm sendo utilizada para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Estima-se que foram perfurados no país, 416 mil poços de 1958 a 2008, sendo que 63 mil (15% do total) estão fora de funcionamento e que



apenas 144.307 (35% do total) estão cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) (Cardoso, *et al.*, 2008).

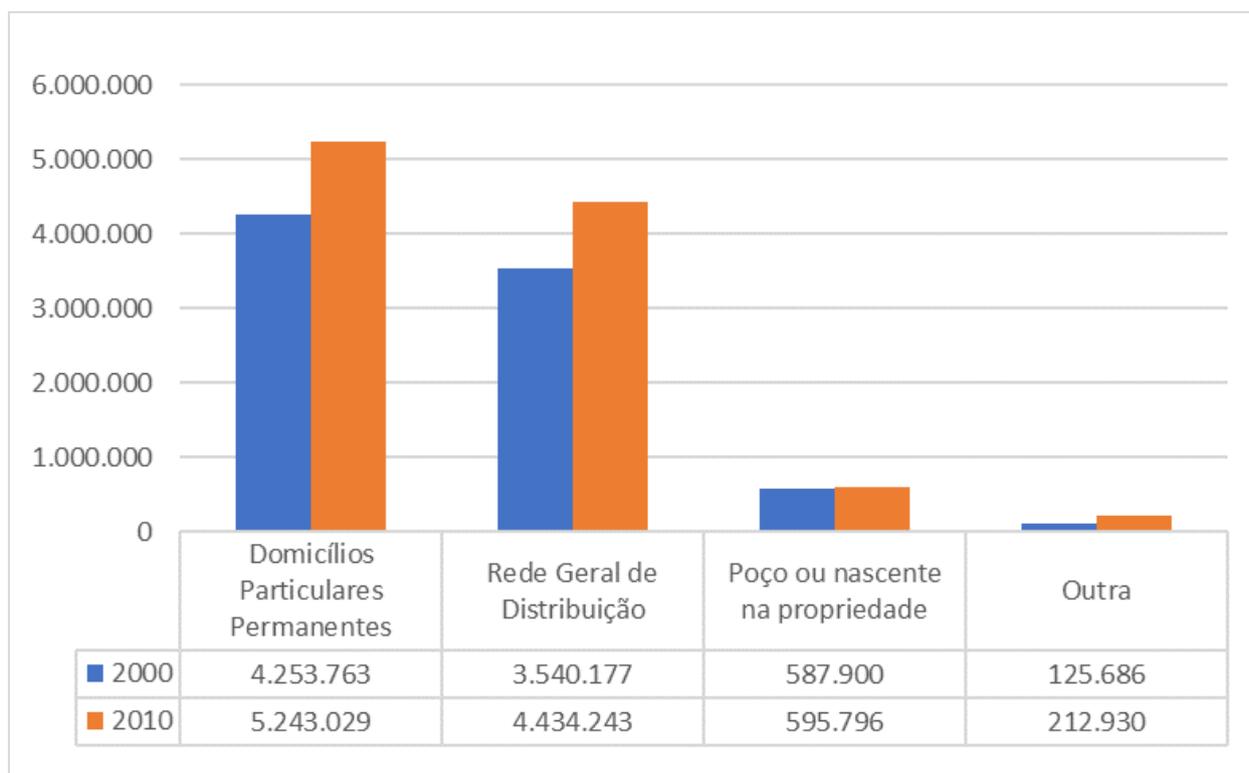
Os dados divulgados pelo IBGE (2008) apontaram que dos 92 municípios do estado do Rio de Janeiro, 44 (47,8% do total) são totalmente ou parcialmente abastecidos por poços rasos e profundos, conforme apresentado no Quadro 6.14.

Quadro 6.14 - Serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e por tipo de captação no estado do Rio de Janeiro.

Unidade da Federação	Municípios					
	Total	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição				
		Total	Tipo de captação			
			Superficial	Poço raso	Poço profundo	Outro
Rio de Janeiro	92	92	75	9	35	5
	100%	100%	81,5%	9,8%	38%	5,4%

Fonte: Modificado de IBGE (2008).

Dados obtidos no último censo (IBGE, 2010) apontaram que dos 5.243.029 milhões de domicílios particulares no estado do Rio de Janeiro, 595.796 (11,36% do total) que não são atendidas pela rede de abastecimento pública possuem poço ou nascente na propriedade, conforme apresentado na Figura 6.48.

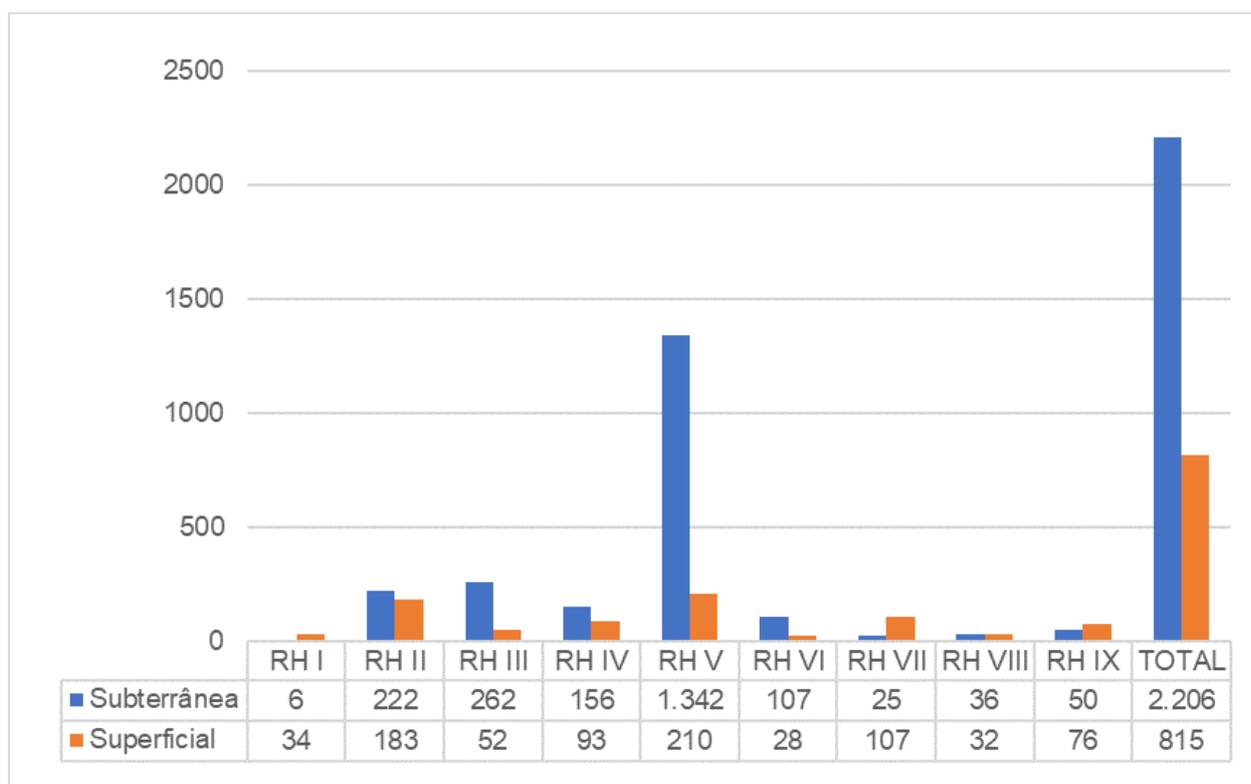


Fonte: IBGE (2010).

Figura 6.48 – Total dos domicílios particulares permanentes e os tipos de abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro.



No gráfico da Figura 6.49 está representado o total de pontos regularizados pelo Inea, órgão que concede outorga do direito de uso dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro, no ano de 2015. Conforme analisado, 2.206 desses registros são direcionados para água subterrânea, enquanto para água superficial um total de 815 registros.



Fonte: Inea (2015).

Figura 6.49 - Total de pontos regularizados pelo Inea no estado do Rio de Janeiro.

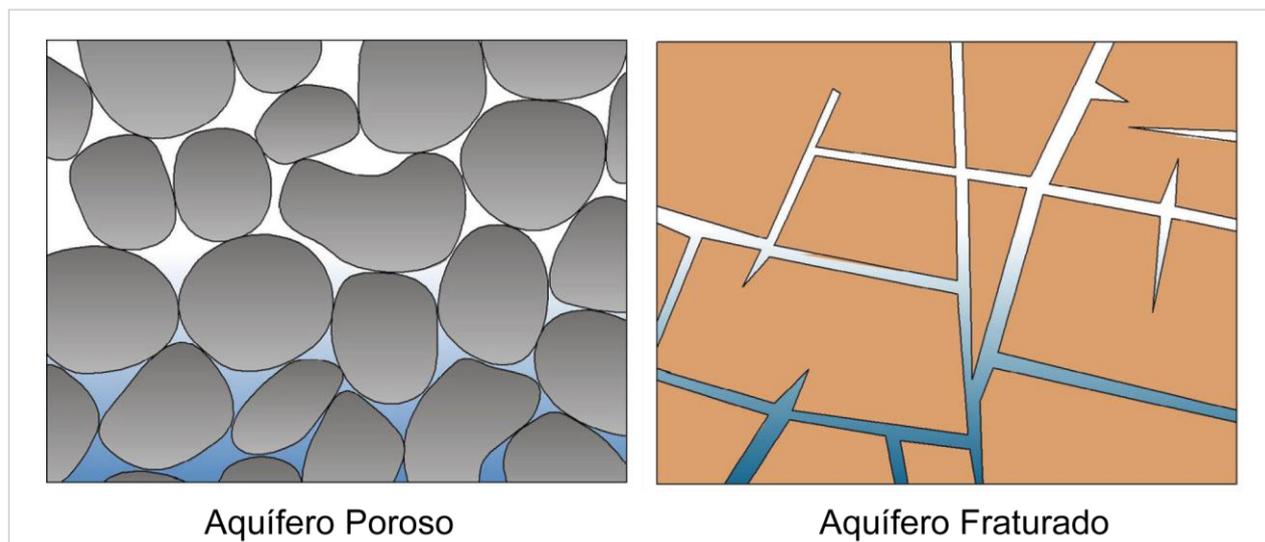
6.2.2. Caracterização dos sistemas aquíferos na RH-I

Aquíferos são unidade geológicas capazes de armazenar e transmitir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos. Os aquíferos podem ser classificados quanto ao tipo de porosidade, podendo ela ser primária, com o fluxo ocorrendo nos interstícios das rochas sedimentares ou sedimentos inconsolidados; e secundária, com fluxo condicionado à existência de fraturas.

Na área da RH-I existem duas formas de ocorrência de água subterrânea: aquíferos porosos e aquíferos fraturados, apresentados na Figura 6.50. Os aquíferos porosos ou sedimentares ocorrem no domínio de rochas sedimentares, sedimentos ou solos arenosos, onde a circulação de água se dá através dos poros formados entre os grãos. Os aquíferos fraturados, por sua vez, ocorrem no domínio de rochas cristalinas ígneas e metamórficas e sua produtividade está condicionada à ocorrência de estruturas tectônicas presentes. Devido às suas



características litológicas, não apresentam porosidade e permeabilidade primárias, logo, a exploração de suas zonas aquíferas está relacionada a descontinuidade física da rocha (fraturas, zonas de fraturas) (Feitosa *et al.*, 2008).



Fonte: Topper, et al. (2003).

Figura 6.50 - Classificação dos aquíferos encontrados na RH-I de acordo com o tipo de porosidade da rocha.

As rochas cristalinas apresentam a maior expressão em área na RH-I, ou seja, grande parte das ocorrências de água subterrânea estão relacionadas aos aquíferos fraturados do Sistema Aquífero Cristalino. Com ocorrência mais restrita, encontram-se os depósitos inconsolidados que constituem os aquíferos de origem sedimentar. As unidades aquíferas foram divididas em dois grandes grupos: Sistema Aquífero Cristalino (SAC) e Sistema Aquífero Sedimentar (SAS), pormenorizados adiante.

6.2.2.1. Sistema Aquífero Cristalino

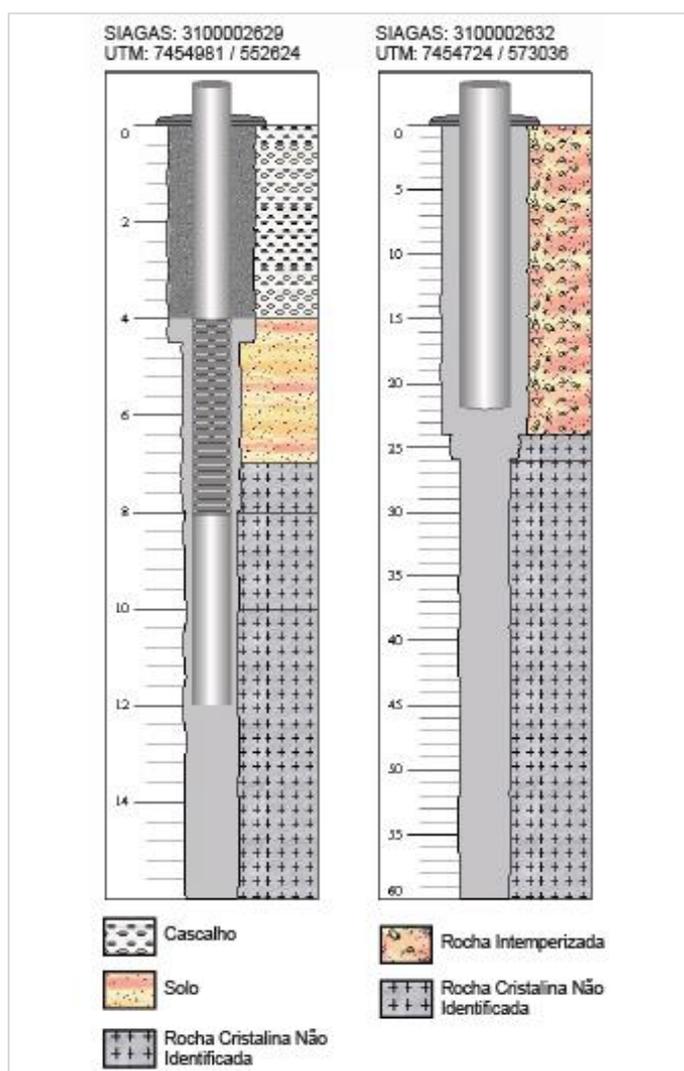
O Sistema Aquífero Cristalino (SAC) envolve as rochas do Embasamento Cristalino ou Embasamento Pré-Cambriano, que engloba rochas como granitos, charnokitos e ortognaisses, cuja produtividade está condicionada à ocorrência de descontinuidades como falhas e juntas e, em certos casos, contatos litológicos. A captação da água desses aquíferos só pode ser feita através de poços tubulares. No entanto, na zona de alteração dessas rochas, em locais onde há espessura, porosidade e permeabilidade suficientes, também pode ocorrer a formação de um aquífero granular livre, sendo captado através de poços escavados.

Barreto *et al.* (2001) classificaram as áreas do estado do Rio de Janeiro em quatro níveis de favorabilidade para captação de água subterrânea no SAC. As zonas de favorabilidade “alta a muito alta” ocorrem em 46,25% do estado, as zonas classificadas como “mediana” em 38,22%,



as zonas “baixa a muito baixa” em 14,7%, enquanto as zonas classificadas como “desfavorável” ocorrem em menos de 1% da área do estado. Segundo esse estudo, o resultado mostra que 84,47% da área de ocorrência das rochas cristalinas está classificada como de favorabilidade acima da mediana, ou seja, o SAC possui condições favoráveis para ocorrência de água subterrânea.

Na Figura 6.51 está apresentado o perfil construtivo e litológico de dois poços tubulares perfurados no município de Angra dos Reis, que está inserido na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RH-I). Observa-se que nesses perfis o topo do embasamento cristalino está localizado em diferentes profundidades e que as camadas mais superficiais, representadas por sedimentos inconsolidados e solos provenientes da alteração da rocha, possuem espessuras entre 7 e 24 metros.



Fonte: CPRM (2018).

Figura 6.51 - Perfis litológicos de poços cadastrados na plataforma SIAGAS perfurados no município de Angra dos Reis - RJ na área abrangida pela RH-I.



Para a caracterização do SAC foram analisados 9 pontos de captação localizados no município de Angra dos Reis descritos abaixo, no Quadro 6.15.

Quadro 6.15 - Distribuição dos dados para cada parâmetro analisado em poços na RH-I.

Poço	Lat. Decimal	Long. Decimal	Prof. (m)	NE* (m)	ND* (m)	Vazão (m ³ /h)	Vazão Específica (m ³ /h/m)
ANG - 7	-23,647	-44,347	50	5	42	0,7	0,02
ANG - 28	-23,313	-44,338	72	5,3	51,6	7	0,15
ANG - 18	-23,925	-44,280	108	-	-	1,1	-
ANG - 11	-23,883	-44,534	60	12	-	-	-
ANG - 12	-23,850	-44,287	59	7	38	12	0,39
ANG - 31	-23,787	-44,330	100	19	45	12	0,46
ANG - 26	-23,882	-44,301	74	15,3	42,4	1,6	0,06
ANG - 4	-23,398	-44,331	50,2	0,9	30	8,5	0,29
ANG - 6	-23,012	-44,486	16	12	45	1,3	-
Mínima			16	0,9	30	0,7	0,02
Máxima			108	19	51,6	12	0,46
Média			65,47	9,5	42	5,53	0,228

*NE: Nível Estático; ND: Nível Dinâmico.
Fonte: Adaptado de Barreto et al., (2001) e SIAGAS (2018).

As profundidades dos poços tubulares que atingiram as rochas do embasamento cristalino e que captam água do SAC, variam entre 16 a 108 m, apresentando uma média de 65,47 m. Com relação ao nível estático, observa-se um valor médio de 9,5 m, sendo que a profundidade mais rasa se encontra aos 0,9 m, enquanto a mais profunda aos 19 m. Quanto ao nível dinâmico, que é a profundidade da água no último instante do bombeamento, verifica-se uma média de 42 m, sendo que a profundidade mínima foi de 30 m e a máxima de 51,6 m.

As vazões dos poços variam de 0,7 a 12 m³/h, apresentando uma média de 5,53 m³/h. Essa variação na produtividade mostra o alto grau de incerteza para a captação de água nos aquíferos fraturados, destacando a importância de critérios técnicos para a locação do poço para que este atinja vazões mais satisfatórias.

Quanto a vazão específica, considerada o parâmetro mais representativo da produtividade do poço, apresentou um valor médio de 0,228 m³/h/m entre os analisados no Quadro 6.15, sendo o menor valor registrado 0,02 m³/h/m e o maior 0,46 m³/h/m.

6.2.2.2. *Sistemas Aquíferos Sedimentares*

Os aquíferos sedimentares (granulares ou poroso) são aqueles onde a água subterrânea é armazenada e circula através dos espaços existentes entre grãos em sedimentos inconsolidados ou rochas sedimentares.

No estado do Rio de Janeiro estes sistemas se distribuem nas principais bacias sedimentares do estado (Campos, Resende, Volta Redonda, Macacu), e nas regiões onde se



depositam os sedimentos aluvionares dos grandes rios, como o Guandu, Guapiaçu, Macaé, Iguaçu e Macacu e nas planícies costeiras (Barreto *et al.*, 2001). Na área abrangente pela RH-I, esses sistemas ocorrem em ambientes de sedimentação quaternária, associados a sistemas deposicionais de origem continental e transicional/marinho (Silva, L. D., & Cunha, H., 2001).

A forma de captação mais comum é feita por meio de poços domésticos (poços do tipo cacimba, poços ponteira, poços caipira, entre outras modalidades) e, em geral, é feita em função da facilidade e do baixo custo de perfuração nos sedimentos não consolidados.

6.2.2.2.1. *Alúvio-Lacustres*

É caracterizado por ser um típico aquífero de porosidade intergranular associados a sedimentos arenosos e argilosos com intercalações de matéria orgânica e intensa variação composicional. Esses aquíferos estão localizados próximos da superfície, sobrepostos tanto ao embasamento quanto aos sedimentos mais antigos. Comportam-se como livre e apresentam espessuras em torno de 20 m, porém em alguns locais podem atingir espessuras na ordem de 100 m. Nesses tipos de aquíferos, as captações geralmente são feitas por poços rasos, cacimbas ou poços escavados com ponteira, exceto nos locais de maior espessura, onde existem poços tubulares. Normalmente são pouco produtivos, podendo ser mais expressivos quando atingem maiores espessuras com vazões superiores a 10 m³/h. Em geral, as águas são de boa qualidade e constituem um importante reservatório de água subterrânea local, porém podem ser levemente ferruginosas (Barreto *et al.*, 2001).

Na RH-I não consta no banco de dados nenhum poço que capta exclusivamente água desses aquíferos, porém, na região do litoral norte do Rio de Janeiro, também há ocorrência dessa unidade aquífera. De acordo com Briones, T. G. (2011), suas águas são de caráter ácido, apresentam valor médio de pH igual a 5,15. Tal fato pode ser explicado pela presença de águas que possuem pouco tempo de circulação no aquífero e refletem a íntima relação com a água de recarga da chuva, porém também pode estar relacionado à sedimentação lacustre e ao ambiente redutor associado a este tipo de depósito.

6.2.2.2.2. *Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos*

Localizam-se na região costeira e são compostos por sedimentos arenosos, razoavelmente selecionados, com matriz síltica a argilosa, granulometria fina a grossa. Os aquíferos são rasos, apresentam condições livres e normalmente salinizados, com aproveitamento restrito. Suas captações são feitas por poços rasos, aproveitando os primeiros níveis de água, que podem ser potáveis e são utilizadas, normalmente, para o abastecimento doméstico (Barreto *et al.*, 2001).



Um dos riscos específicos nos aquíferos costeiros é a intrusão marinha por avanço da cunha salina. O uso excessivo da água subterrânea pode trazer diversos problemas que contribuem para a não sustentabilidade. No âmbito do estado do Rio de Janeiro, a Lei Estadual nº 3239/99 a qual implementa a política estadual de recursos hídricos, define que, no caso dos aquíferos costeiros, a vazão sustentável deverá ser aquela capaz de evitar a salinização pela intrusão marinha.

6.2.2.2.3. Argilas Orgânicas Costeiras

Localizam-se na região costeira e são constituídas basicamente por sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, típicos de ambientes de manguezais. As águas são fortemente salinizadas com altos teores de ferro e de cloretos, tornando-as impróprias para consumo e outras atividades.

6.2.3. Disponibilidade hídrica subterrânea na RH-I

Para uma gestão adequada e sustentável dos recursos hídricos, é necessário o conhecimento da disponibilidade hídrica subterrânea. A exploração de volumes superiores ao volume renovável acarreta no esgotamento do aquífero, ocasionando problemas presentes e futuros de abastecimento de água.

O conceito de vazão sustentável está relacionado à recarga das águas subterrâneas, que é uma parcela do ciclo hidrológico na natureza. A estimativa dessa parcela pode auxiliar os gestores na tomada de decisões referentes ao uso dos recursos hídricos subterrâneos. A Lei 3.239 de 02 agosto de 1999 (Política Estadual de Recursos Hídricos) do Rio de Janeiro determina que a exploração de aquíferos deverá observar a vazão sustentável e que as zonas de recarga deverão ser protegidas.

Art. 32º São objetivos do Sistema Estadual de Informações Sobre Recursos Hídricos (SEIRHI):

(...)

VIII - a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, contra a poluição e superexploração;

(...)

Art. 36º A exploração de aquíferos deverá observar o princípio da vazão sustentável, assegurando, sempre, que o total extraído pelos poços e demais captações nunca exceda a recarga, de modo a evitar o deplecionamento. (...)
(RIO DE JANEIRO, 1999)

A definição da disponibilidade hídrica subterrânea ou reserva explorável consiste no volume de água que pode ser extraído de um aquífero de modo a não causar impactos



ambientais e econômicos significantes. A sua determinação envolve uma série de fatores, tais como: a capacidade de armazenamento e transmissividade do aquífero, a variação de armazenamento, a vazão sustentável, dentre outros. Como a definição desses parâmetros não foi realizada de forma pormenorizada, para o cálculo das reservas exploráveis, adotar-se-á um percentual de 25% das reservas renováveis, por se tratar de um valor habitualmente utilizado por diferentes autores e gestores (ANA, 2005). A reserva renovável pode ser estimada a partir da determinação das taxas de recarga aquíferos.

6.2.3.1. Estimativa de recarga dos aquíferos

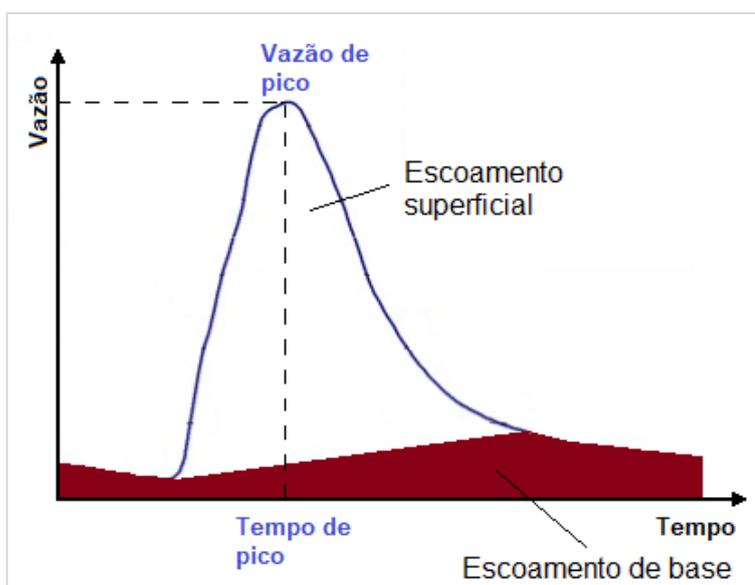
A recarga consiste na parcela da precipitação que infiltra no solo e atinge a zona saturada, alimentando o fluxo de base ou escoamento subterrâneo da bacia hidrográfica, e a sua quantificação é de difícil determinação. As metodologias aplicáveis geralmente envolvem a estimativa indireta da recarga através de outras variáveis, como a precipitação, descarga subterrânea em rios e variação de nível d'água em poços de monitoramento.

Diversos métodos são comumente utilizados para estimativa das taxas de recarga, como o balanço hídrico, variação do nível d'água e separação do escoamento de base, por exemplo. Os métodos, em geral, possuem elevado grau de incerteza e confiabilidade variável (SCALON et al, 2002). O método da separação do escoamento de base é amplamente utilizado e fornece resultado bastante satisfatórios, quando comparados a métodos de maior precisão, como a variação do nível d'água.

A estimativa de recarga aquífera é apresentada, neste relatório, com base em resultados obtidos através da separação do escoamento de base, mediante aplicação do filtro digital de Eckhardt (2005).

6.2.3.1.1. Separação do escoamento de base

O escoamento de base é o componente do fluxo em um rio que está relacionado à descarga subterrânea e mantém a vazão dos rios perenes nos períodos secos. A separação do escoamento de base consiste em separar um hidrograma em dois componentes: escoamento superficial e subterrâneo, como apresentado na Figura 6.52. Através do escoamento de base é possível estimar a recarga aquífera.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.52 - Escoamento superficial e de base.

O Filtro Digital de Eckhardt (2005) é um método numérico para separação de hidrograma de uma série histórica de vazões observadas em um rio. Este método consiste em um filtro recursivo, baseado em dois parâmetros: “a”, que pode ser determinado através da análise de recessões em um hidrograma; e “ BFI_{max} ”, que é uma relação entre o escoamento total e subterrâneo, e depende da geologia da área. Collischonn e Fan (2013) propuseram que o BFI_{max} pode ser obtido através da relação entre as vazões de referência Q_{90}/Q_{50} .

Os valores de recarga dos aquíferos da RH-I foram estimados com base no método de Eckhardt (2005) com as considerações de Collischonn e Fan (2013) para cálculo do parâmetro BFI_{max} . Foram utilizadas séries históricas de duas estações fluviométricas instaladas nos rios Mambucaba e Perequê-Açu para os anos de 1990 a 2009, apresentadas no Quadro 6.16.

Quadro 6.16 - Estações fluviométricas utilizadas.

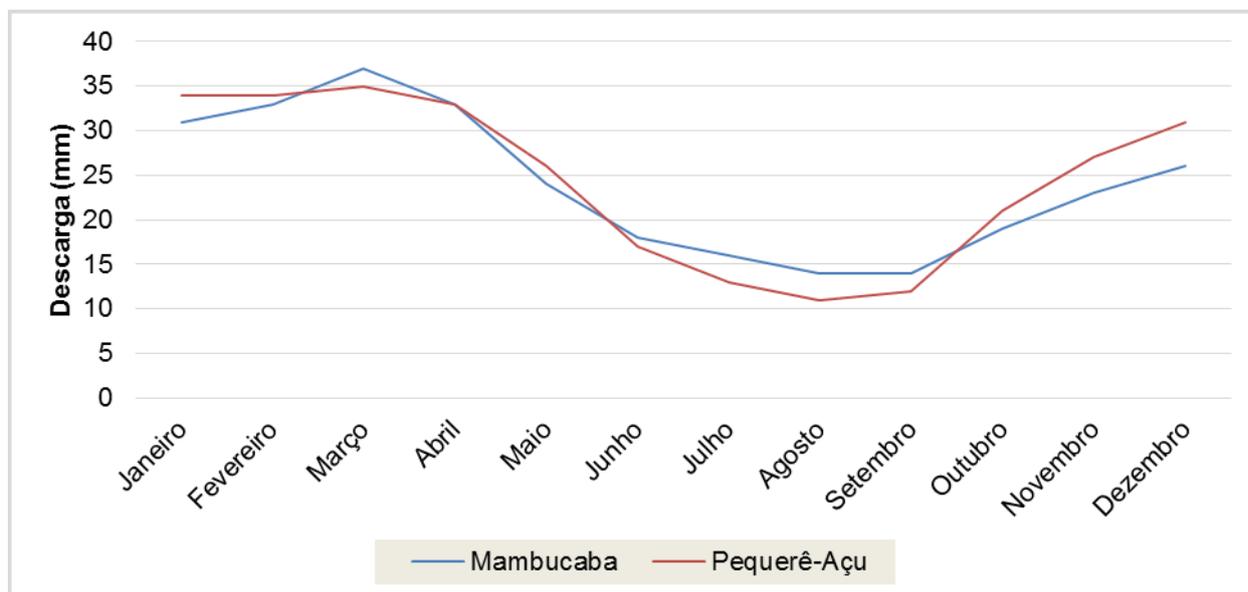
Posto	Rio	Série histórica	Área de drenagem (km ²)	Latitude	Longitude
59370000	Mambucaba	1990-2009	635	S 22° 57' 36.00"	W 44° 33' 38.88"
59380000	Perequê-Açu	1990-2009	79	S 23° 13' 28.92"	W 44° 45' 41.04"

Fonte: ANA (2018).

Os resultados de descarga foram obtidos mês a mês, conforme apresentado no gráfico da Figura 6.53. Entretanto, como a descarga é uma resposta lenta aos eventos de precipitação, pode ser considerada como a recarga do aquífero se considerarmos intervalos de tempo superiores a um ano. Desta forma, os valores de recarga anual obtidos para as bacias dos rios Mambucaba e Perequê-Açu foram de 288 mm e 294 mm, respectivamente. Estes valores correspondem, respectivamente, a 14,5% e 14,8% da precipitação média anual.



As taxas anuais de recarga podem ser representadas como o fluxo de base específico, que corresponde à vazão subterrânea por unidade de área da bacia e em valores totais, que é o volume anual de recarga. Estes valores são apresentados no Quadro 6.17.



Fonte: ANA (2018).

Figura 6.53 - Descarga subterrânea mensal nos rios Mambucaba e Perequê-Açu.

Quadro 6.17 - Taxas de recarga dos aquíferos na RH-I.

Rio	Recarga (mm/ano)	Recarga (% da precipitação)	Fluxo de base específico (m ³ /s/km ²)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Área da bacia (km ²)
Mambucaba	288	14,5	0,0093	2,17 x 10 ⁸	738,4
Perequê-Açu	294	14,8	0,0088	3,06 x 10 ⁷	110

Fonte: ANA (2018).

Os resultados de recarga obtidos estão em conformidade com as características físicas da área, tendo em vista a ocorrência de aquíferos fraturados de reduzida transmissividade, relevos declivosos e solos rasos, condições desfavoráveis para a infiltração das chuvas e consequente recarga das águas subterrâneas.

É possível comparar os resultados obtidos com os de outros autores. No Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro são apresentados valores de recarga calculados por diferentes autores com base na vazão de referência $Q_{7,10}$ e através de fórmulas empíricas determinadas exclusivamente em função do percentual de pluviometria anual. As fórmulas empíricas apresentam elevada incerteza devido a simplicidade de aplicação e generalização, pois não considera as peculiaridades fisiográficas e hidrogeológicas da área. Estes resultados são apresentados no Quadro 6.18 e Quadro 6.19.



Quadro 6.18 - Estimativa de recarga através de fórmulas empíricas.

Estação	Precipitação (mm/ano)	Evapotranspiração (mm/ano)	Recarga P - ETR (mm/ano)	Recarga do aquífero 35% P (mm/ano)	Reserva renovável $P \times 0,0015 \times A$	23% P (mm/ano)
Angra dos Reis	1.883,70	1.173,80	709,90	659,20	$3,7 \cdot 10^6$	433,25

Fonte: Adaptado de CERHI; Inea (2014).

Quadro 6.19 - Estimativa de recarga através da $Q_{7,10}$.

Rios da RH-I	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Fluxo de Base Específico (m ³ /s/km ²)	Estimativa da Recarga (m ³ /ano)
Perequê-Açu	110,00	1,10	0,0100	$3,4 \times 10^7$
Mateus Nunes	53,30	0,54	0,0100	$1,4 \times 10^7$
Parati-Mirim	66,30	0,67	0,0120	$2,1 \times 10^7$
Jacuecanga	39,60	0,48	0,0120	$1,5 \times 10^7$
Japuíba	36,70	0,44	0,0120	$1,4 \times 10^7$
Mambucaba	738,40	4,30	0,0058	$1,6 \times 10^8$
Bracuí	196,60	1,10	0,0059	$3,4 \times 10^7$
Ariró	62,90	0,43	0,0068	$1,35 \times 10^7$

Fonte: Adaptado de CERHI; Inea (2014).

A partir da mesma metodologia foram calculados, utilizando-se das vazões apresentadas no Quadro 6.11 e das áreas das UHPs, o Fluxo de Base Específico e a Estimativa da Recarga. Esses resultados são apresentados, para as UHPs de 1 a 12, no Quadro 6.20.

Quadro 6.20 - Fluxo de base Específico e Estimativa de Recarga por UHP.

UHP	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ absoluta (m ³ /s)	Fluxo de Base Específico (m ³ /s/km ²)	Estimativa da Recarga (m ³ /ano)
1 Ponta da Juatinga	144,85	0,1160	0,0153	$6,972 \times 10^{07}$
2 Rio Paraty-Mirim	120,66	1,1200	0,0169	$6,428 \times 10^{07}$
3 Rio Perequê-Açu	200,32	1,3250	0,0081	$5,113 \times 10^{07}$
4 Rios Pequeno e Barra Grande	121,86	0,5163	0,0068	$2,614 \times 10^{07}$
5 Rio Taquari	114,66	0,6596	0,0095	$3,432 \times 10^{07}$
6 Rio Mambucaba	359,00	9,5660	0,0129	$1,459 \times 10^{08}$
7 Rios Grataú e do Frade	76,26	0,2981	0,0076	$1,839 \times 10^{07}$
8 Rio Bracuí	91,03	2,7080	0,0140	$4,024 \times 10^{07}$
9 Rio Ariró	152,25	1,6876	0,0106	$5,099 \times 10^{07}$
10 Rio do Meio (Japuíba)	70,79	0,5100	0,0134	$2,996 \times 10^{07}$
11 Rio Jacuecanga	65,94	0,5220	0,0131	$2,727 \times 10^{07}$
12 Rio Jacareí	35,72	0,1430	0,0107	$1,202 \times 10^{07}$
TOTAL				$5,703 \times 10^{08}$

Fonte: Elaboração própria.

Sendo a totalidade do valor de reserva renovável, na porção continental, da ordem de $5,703 \times 10^8$ m³/ano, é possível estimar a disponibilidade hídrica subterrânea como 25% desse valor, resultando em $1,426 \times 10^8$ m³/ano.

6.2.3.2. Disponibilidade efetiva e instalada na RH-I

Segundo Costa (1998), a disponibilidade pode ser definida como a descarga já sendo retirada. Esta disponibilidade pode ser classificada em dois tipos: efetiva e instalada. A Disponibilidade Efetiva é a descarga anual sendo efetivamente bombeada em um momento



considerado. É considerada como a descarga real. A disponibilidade efetiva não deve exceder a potencialidade do aquífero, caso contrário, ocorrerá superexploração. Já a Disponibilidade Instalada é a máxima vazão possível de ser obtida a partir dos pontos de captação (poços) existentes no aquífero, considerando o bombeamento em regime contínuo.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (CERHI; INEA, 2014) são apresentadas informações de vazão média, vazão específica e tempo de bombeamento em poços outorgados pelo INEA na RH-I. Estes valores são apresentados no Quadro 6.21.

Quadro 6.21 - Disponibilidade efetiva e instalada na RH-I.

Nº de Poços	Vazão média (m ³ /h)	Vazão total (m ³ /h)	Tempo médio bombeado (horas/dia)	Disponibilidade Efetiva (m ³ / média de horas bombeadas durante um dia)	Disponibilidade efetiva (m ³ /ano)	Disponibilidade Instalada (m ³ /ano)
34	5	170	10	1.700	620.500	1.489.200

Fonte: Adaptado de CERHI; Inea (2014).

Comparando-se os valores de disponibilidade efetiva e disponibilidade instaladas fornecidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- A disponibilidade efetiva atual ($6,2 \times 10^5$ m³/ano) corresponde a aproximadamente 0,43% da reserva renovável ($1,426 \times 10^8$ m³/ano), quando considerados os poços devidamente cadastrados e regularizados.
- Mesmo que o bombeamento fosse realizado 24 horas por dia (disponibilidade instalada), o percentual com relação a reserva renovável seria de 1,3%.
- Os aquíferos na RH-I não apresentam risco de superexploração, quando considerado um cenário de inexistência de poços não cadastrados ou clandestinos.

6.3. QUALIDADE DA ÁGUA

6.3.1.1. Resultados preliminares qualitativos

A avaliação qualitativa dos recursos hídricos existentes na Baía da Ilha Grande partiu da obtenção e interpretação dos dados de qualidade da água medidos em estações de monitoramento, pertencentes a instituições como a ANA (Agência Nacional de Águas) e ao próprio Inea (Instituto Estadual do Ambiente). Além disso, relatórios anteriores também foram utilizados para este propósito.

Este capítulo se inicia, portanto, com uma breve apresentação dos parâmetros aqui avaliados:



- Oxigênio Dissolvido (OD) é um parâmetro que consiste na concentração de oxigênio presente na água, quantificado em mg/L. É um parâmetro essencial na avaliação de qualidade da água, já que está envolvido com diversos processos químicos e biológicos.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer estabilização da matéria orgânica biodegradável existente. Sendo assim, trata-se de um indicador importante de contaminação por efluentes com elevada carga orgânica. Na prática, é empregada a medição da DBO_{5,20}, em mg/L, que faz referência à matéria orgânica degradada à temperatura de 20°C durante um ensaio de 5 dias.
- Fósforo Total é um parâmetro que, quando elevado, sinaliza problemas de eutrofização em corpos hídricos, já que se trata de um nutriente essencial para o crescimento de algas e fitoplânctons.
- Nitrogênio é também um nutriente associado a problemas de eutrofização em corpos hídricos, e é quantificado a partir de concentrações de Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Amoniacal, entre outras formas.
- Potencial Hidrogeniônico (pH) é um parâmetro que influencia na dinâmica de diversos compostos químicos presentes em corpos hídricos. O valor do pH pode sofrer alterações por razões naturais (por exemplo, dissolução natural de rochas), ou por motivos antrópicos, como a descarga de efluentes em corpos hídricos.
- Turbidez é um parâmetro que representa o grau de interferência da passagem de luz por determinada solução e está associada à presença de sólidos suspensos.
- Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) é um parâmetro que pode ser indicativo de erosão com aporte de sedimentos para corpos hídricos, mas também pode indicar disposição inadequada de efluentes.
- Coliformes Termotolerantes é um parâmetro indicador de contaminação fecal em corpos hídricos, que caracteriza o potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica. É quantificado em NMP/100 mL, isto é, densidade média de bactérias do grupo coliforme contidas em 100 mL de amostra.
- Temperatura da Água é uma variável de importância para a dinâmica energética e metabólica de corpos hídricos, pois regula propriedades como a solubilidade dos gases, viscosidade e tensão superficial da água, com impacto para as diferentes formas de vida presentes em corpos hídricos. É regulada tanto pelas variações climáticas locais, mas também por ações antrópicas, como o despejo de efluentes com gradientes de temperatura elevados. De forma complementar, o parâmetro de Temperatura do Ar é também coletado, pois apresenta influência sobre a temperatura da água. São variáveis



importantes como dados de entrada na modelagem da qualidade da água em corpos hídricos.

O agrupamento dos parâmetros descritos pode ser efetuado a partir da utilização do IQA - Índice de Qualidade da Água, que é o indicador de qualidade da água mais utilizado no Brasil. A partir do IQA (também mensurado em grande parte das estações da RH-I), a qualidade da água dos corpos hídricos é classificada entre Muito Ruim e Ruim (impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público), ou Excelente, Boa e Média (águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público), conforme ilustrado na Figura 6.54.

Categoria de Resultados		IQA _{NISF}	Significado
	EXCELENTE	$100 \geq \text{IQA} \geq 90$	Águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público
	BOA	$90 > \text{IQA} \geq 70$	
	MÉDIA	$70 > \text{IQA} \geq 50$	
	RUIM	$50 > \text{IQA} \geq 25$	Águas impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
	MUITO RUIM	$25 > \text{IQA} \geq 0$	

Fonte: Inea (2015).

Figura 6.54 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.

A partir do monitoramento realizado pelo Inea em 2017 para a Baía da Ilha Grande, foi possível observar que das 15 estações avaliadas (com coleta trimestral de amostras¹⁴) 12 apresentaram IQA Médio, e 3 estações apresentaram IQA Ruim (MI0010 – UHP 10, MB0080 – UHP 6 e CT0050 – UHP 9), dando indícios iniciais a respeito da qualidade das águas dos cursos hídricos existentes na Baía da Ilha Grande.

Deve ser ressaltado, ainda, que o objetivo deste relatório não é a aplicação do IQA nos recursos hídricos da RH-I, e sim avaliar dados atualmente disponíveis para a etapa de simulação de qualidade da água. Dessa forma, essa etapa foi realizada a partir da avaliação de todos os dados disponíveis e comparação dos dados de qualidade da água com os limites impostos por resoluções pertinentes, como a CONAMA 357/2005.

6.3.1.1.1. Forma de avaliação dos parâmetros

A forma de avaliação dos parâmetros de qualidade partiu da comparação das concentrações mensuradas com os limites impostos pela resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. As águas doces são enquadradas nas classes: especial, 1, 2, 3 e 4, sendo que

¹⁴ Em alguns casos existem falhas na coleta trimestral.



a classe especial apresenta os melhores parâmetros de qualidade da água, mantendo as condições naturais, e, portanto, os usos mais nobres, enquanto a classe 4 apresenta os usos mais restritivos, já que apresenta os piores parâmetros de qualidade da água.

No presente estudo, os valores orientadores da CONAMA 357/2005 serão considerados de forma individual para cada parâmetro, a fim de diagnosticar a qualidade da água em função dos parâmetros isoladamente. O Quadro 6.22 sumariza os valores orientadores da CONAMA 357/2005 para os parâmetros considerados no presente estudo.

Quadro 6.22 - Valores orientadores de parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005.

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
pH	-	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	< 200	< 1000	< 2500	< 2500
SDT	mg/L	< 500	< 500	< 500	< 500
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,15	< 0,15
Nitrato	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10

Fonte: CONAMA 357/2005.

6.3.1.1.2. Dados de qualidade da água existentes na Baía da Ilha Grande

O monitoramento de qualidade da água da bacia da Baía da Ilha Grande é realizado pelo Inea. De forma complementar, existe uma estação da ANA (Agência Nacional de Águas), operada pela CPRM, na área de estudo. O Quadro 6.23 sumariza as estações com dados de qualidade da água presentes na região da bacia da Baía da Ilha Grande, bem como a Unidade de Planejamento Hidrológico (UHP) em que as estações estão localizadas, os parâmetros monitorados em cada estação, o número total de coletas já realizadas e o período de monitoramento. Enquanto isso, o croqui da Figura 6.55 apresenta a localização das estações de qualidade da água identificadas no Quadro 6.23.



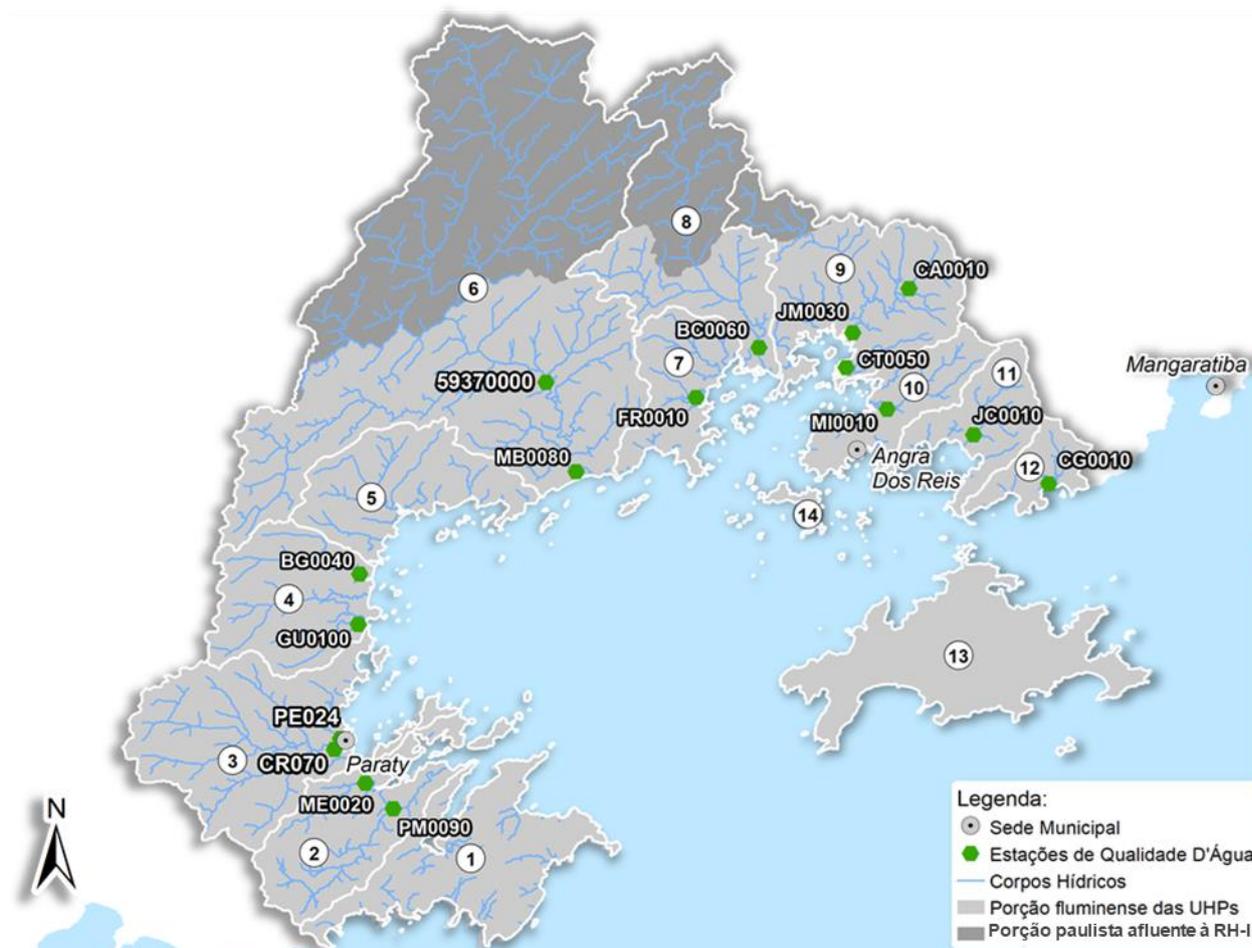
Quadro 6.23 - Estações com Dados de Qualidade da água.

Nº	Estação	Nº UHP	Nome do Rio	Nome UHP	Parâmetros monitorados	Coletas	Período: ano (nº de coletas)
1	ME0020	2	Rio dos Meros	Rio Paraty-Mirim	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
2	PM0090	2	Rio Paraty-Mirim	Rio Paraty-Mirim	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	10	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2018 (1)
3	CR0070	3	Rio Corisco	Rio Perequê-Açú	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
4	PE0024	3	Rio Perequê-Açú	Rio Perequê-Açú	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	8	2014 (4); 2015 (3); 2018 (1)
5	BG0040	4	Rio da Barra Grande	Rios Pequeno e Barra Grande	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
6	GU0100	4	Rio Graúna	Rios Pequeno e Barra Grande	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
7	MB0080	6	Rio Mambucaba	Rio Mambucaba	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
8	ANA59370000 (Faz. Fortaleza)	6	Rio Mambucaba	Rio Mambucaba	OD, pH, Turbidez, Condutividade, Temp. Água, Temp. Ar	39	2002 (2); 2003 (2); 2004 (3); 2005 (1); 2006 (1); 2009 (2); 2010 (4); 2011 (4); 2012 (4); 2013 (3); 2014 (3); 2015 (3); 2016 (3); 2017 (3); 2018 (1)
9	FR0010	7	Rio do Frade (Ambrósio)	Rios Grataú e do Frade	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
10	BC0060	8	Rio Bracuí	Rio Bracuí	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
11	CA0010	9	Rio Campo Alegre	Rio Ariró	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
12	CT0050	9	Rio Caputera	Rio Ariró	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
13	JM0030	9	Rio Jurumirim	Rio Ariró	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
14	MI0010	10	Rio do Meio (Japuíba)	Rio do Meio (Japuíba)	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
15	JC0010	11	Rio Jacuecanga	Rio Jacuecanga	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	11	2014 (4); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)
16	CG0010	12	Rio Cantagalo	Rio Jacareí	DBO, OD, Fósforo Total, Nitrato*, pH, Turbidez, Coliformes Termotolerantes, SDT, Temp. Água, Temp. Ar	10	2014 (3); 2015 (3); 2016 (2); 2017 (1); 2018 (1)

Fonte: Inea (2018), ANA (2018).

Nota: *As análises de Nitrato ocorrem em aproximadamente 80% das coletas. Para todas as estações, cada ano apresenta pelo menos uma análise de Nitrato.

Nota 2: Observa-se que este relatório sintetiza resultados de relatórios que encerraram seu processo de elaboração em 2019, portanto, apresenta dados até o ano de 2018.



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.55 - Croqui de localização das estações de Qualidade da água.

6.3.1.1.3. Avaliação geral da qualidade da água na Baía da Ilha Grande

A avaliação geral da qualidade das águas da RH-I é realizada a partir da análise estatística dos dados existentes nas estações de monitoramento da qualidade da água dos principais cursos hídricos da Baía da Ilha Grande. Dessa forma, para cada estação, e para cada parâmetro, são avaliados individualmente as médias, medianas, percentis 75, valores históricos (máximos e mínimos) e últimos valores medidos.

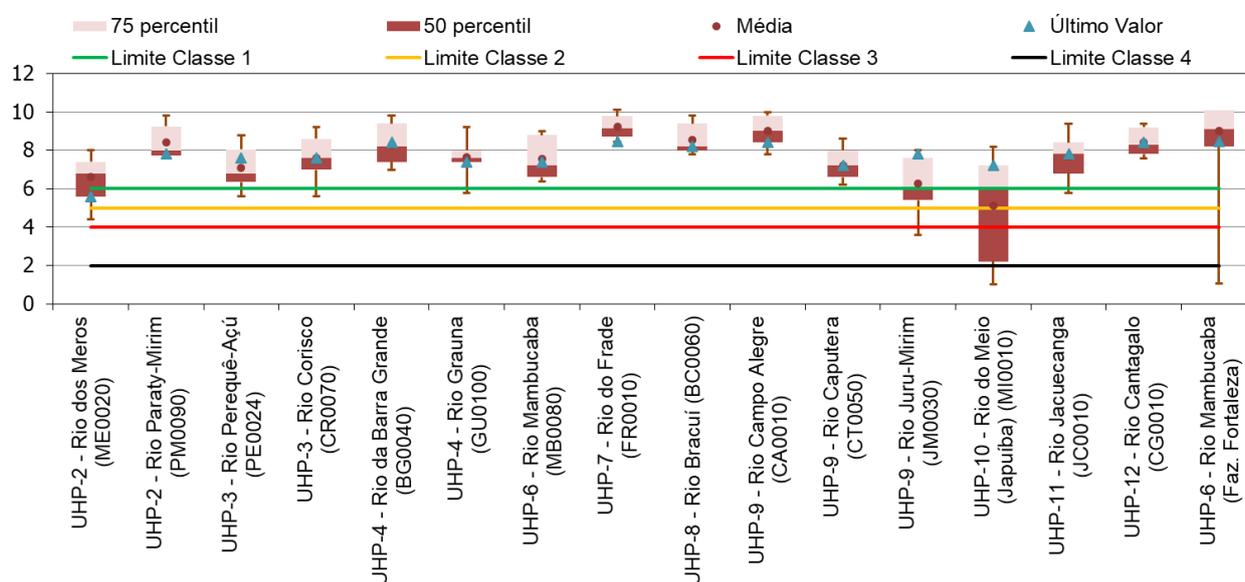
Em relação ao Oxigênio Dissolvido, de acordo com as últimas medições, a maioria das estações (todas, com exceção da ME0020 – UHP 2) refletiram cursos hídricos com concentrações superiores ao limite de Classe 1 (OD não inferior a 6 mg/L), para este parâmetro. A estação ME0020 (UHP 2), no contexto da última medição, apresentou valores condizentes com enquadramento do curso hídrico em Classe 2 (OD não inferior a 5 mg/L).

Considerando a série temporal completa, a maior parte dos cursos hídricos monitorados apresentaram limites superiores aos limites de Classe 1, nunca apresentando OD inferior a 6



mg/L. Por outro lado, observou-se que para alguns já foram registrados valores inferiores a 6 mg/L (representados pelas estações CR0070 – UHP 3, MI0010 – UHP 10, GU0100 – UHP 4, JC0010 – UHP 11, JM0030 – UHP 9, ME0020 – UHP 2, PE0024 – UHP 3 e ANA59370000 – UHP 6). Ainda, os registros de OD inferiores a 4 mg/L nas estações MI0010 (UHP 10) e ANA59370000 (UHP 6) (representada pela legenda “Faz. Fort” nos gráficos a seguir) podem ser questionáveis, já que destoam muito do restante das séries.

O curso hídrico que apresenta pior condição em relação ao parâmetro de OD é o monitorado pela estação MI0010 (UHP 10), cuja média é inferior a 6 mg/L, de modo que o valor mínimo chega a atingir menos de 2 mg/L. A Figura 6.56 apresenta esse perfil de concentrações de oxigênio dissolvido.

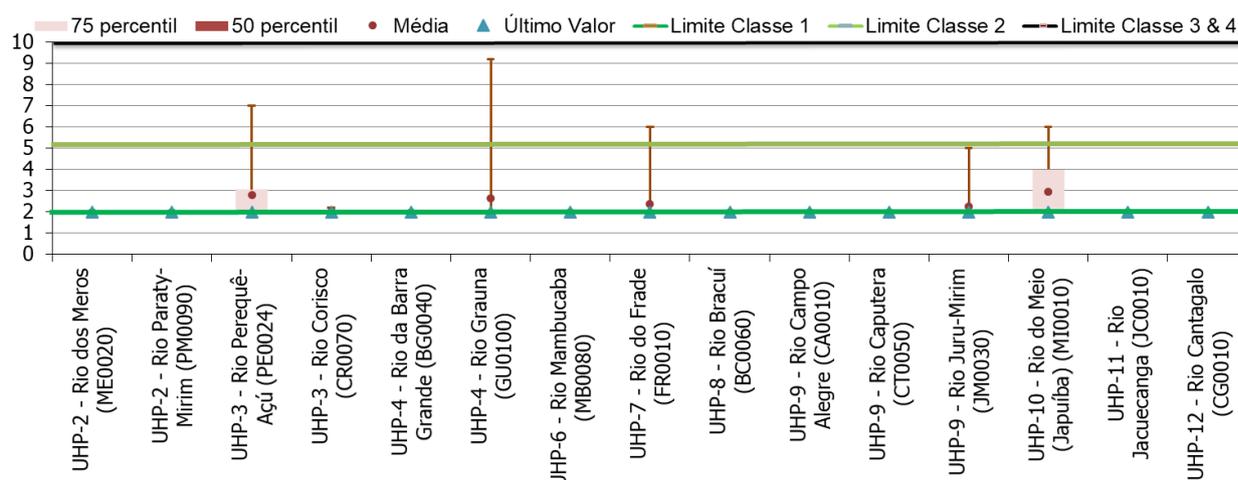


Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.56 - Perfil de Concentrações de Oxigênio Dissolvido (mg/L).

Em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio, de acordo com as últimas medições, todas as estações mediram valores iguais ou inferiores a 2 mg/L, o que corresponde aos limites de Classe 1 (DBO até a 3 mg/L) para todos os cursos hídricos monitorados, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 6.57).

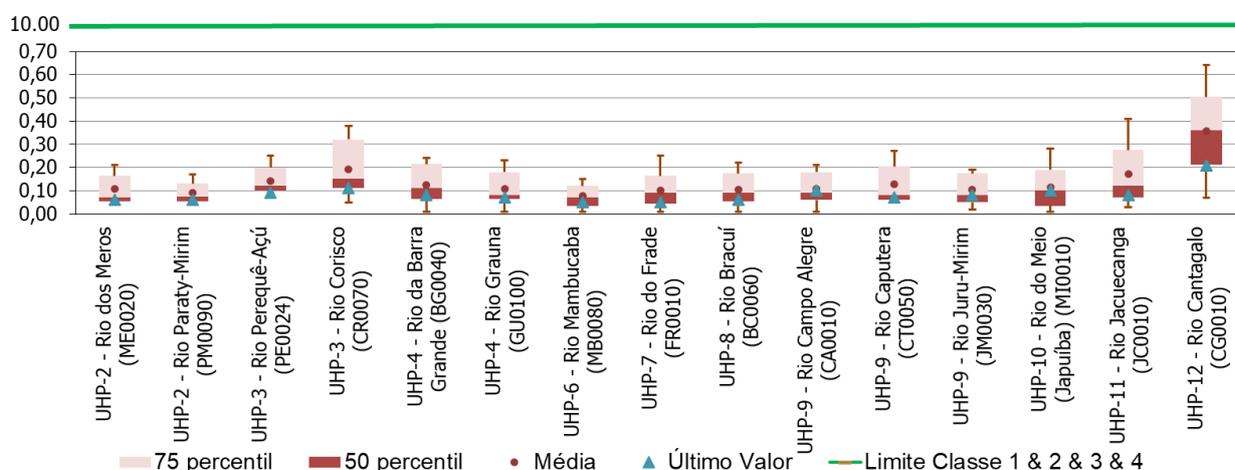
No entanto, algumas estações apresentam valores superiores de DBO para coletas anteriores: FR0010 (UHP 7), GU0100 (UHP 4), JM0030 (UHP 9), MI0010 (UHP 10) e PE0024 (UHP 3), embora na média todos os valores se mantenham inferiores a 3 mg/L. O maior valor de DBO medido ocorreu na estação GU0100 (UHP 4), em medição do ano de 2015, que enquadraria este corpo hídrico como Classe 3 (DBO até 10 mg/L) para este parâmetro.



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.57 - Perfil de Concentrações de DBO (mg/L).

Quanto às concentrações de Nitrato (Figura 6.58), ressalta-se que todas as medições são inferiores a 1 mg/L, patamar inferior ao limite de 10 mg/L, para cursos hídricos de Classe 1, de acordo com CONAMA 357/2005. A estação com mais altas concentrações de nitrato é CG0010 (UHP 12), com máximo de 0,64 mg/L, destacando-se que o limite para enquadramento em Classe 1 (de 10 mg/L) não é apresentado no quadro em função da escala.



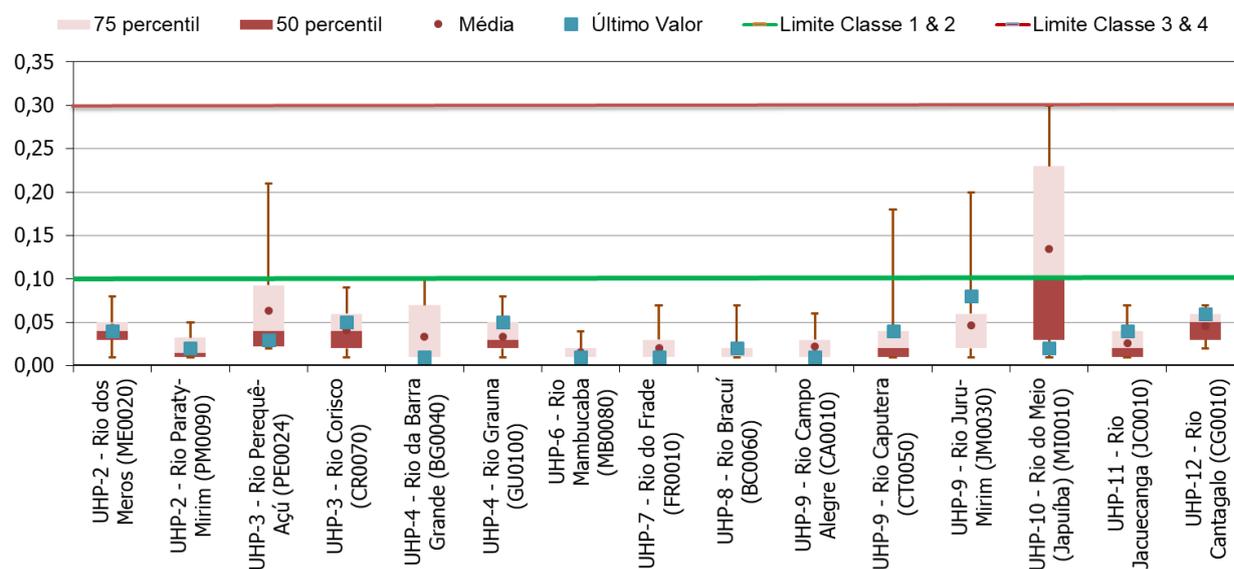
Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.58 - Perfil de Concentrações de Nitrato (mg/L).

As últimas medições de fósforo total (Figura 6.59) de todas as estações são inferiores a 0,10 mg/L, o que torna todos os respectivos cursos hídricos com limites de Classe 1 para este parâmetro, de acordo com a CONAMA 357/2005. No entanto, algumas estações excedem este limite em medições anteriores: CT0050 (UHP 9), JM0030 (UHP 9), MI0010 (UHP 10) e PE0024 (UHP 3), sendo que o caso mais grave é da MI0010 (UHP 10), cuja média da série histórica é de 0,13 mg/L e o valor máximo é de 0,3 mg/L. Para a estação MI0010 (UHP 10), portanto, pode-se



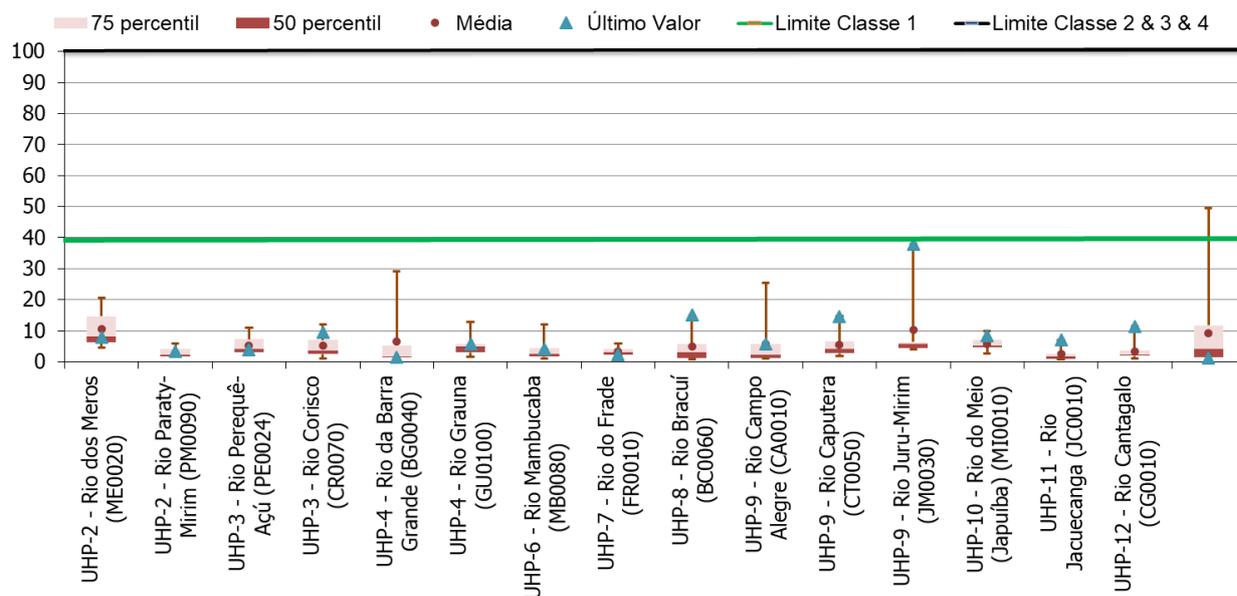
dizer que o curso hídrico monitorado pela mesma apresenta concentrações passíveis de enquadramento, para este parâmetro, na maior parte do tempo, como Classe 3.



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.59 - Perfil de Concentrações de Fósforo Total (mg/L).

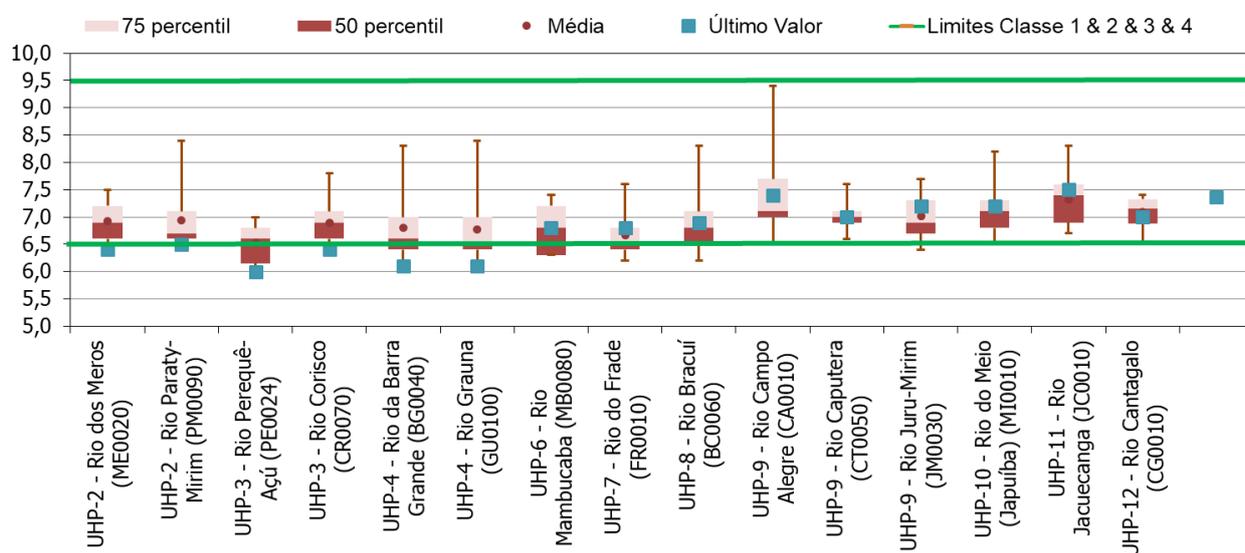
Quase todas as medições de turbidez (Figura 6.60), com exceção da estação ANA5937000 (UHP 6) (Representa no gráfico da referida figura como “Faz. Fort”), são inferiores a 40 NTU, que é o limite máximo para corpos hídricos de Classe 1, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. A estação ANA59370000 (UHP 6) apresenta duas medições elevadas de turbidez: 49,5 e 40,4 NTU, mas os valores médios e da última medição são inferiores a 10 NTU. Depois da estação ANA59370000 (UHP 6), a medição que apresenta valor mais elevado de turbidez é o último valor da estação JM0030 (UHP 9).



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.60 - Perfil de Concentrações de Turbidez (NTU).

Da mesma forma, os últimos valores de pH para todos os cursos hídricos levantados (Figura 6.61) apresentam variação entre 6 e 9, que são os limites de cursos hídricos de Classe 1, de acordo com a CONAMA 357/2005. Apenas a estação CA0010 (UHP 9) apresenta uma medição de pH levemente superior a 9 (medição de 2015). Ainda, a média geral de todos estes cursos hídricos mostraria um enquadramento de Classe 1 para quase sua totalidade.



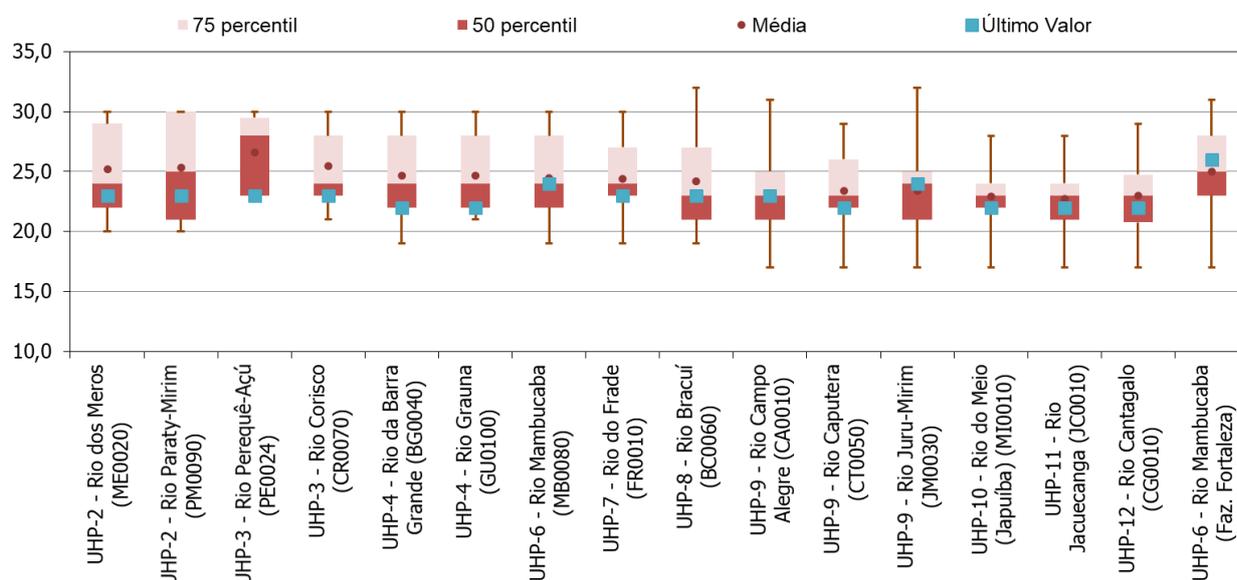
Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.61 - Perfil de valores de pH.

Também foram avaliadas as séries históricas de medição para temperatura do ar e temperatura da água, que são informações importantes no âmbito de simulações de qualidade da água (Figura 6.62 e Figura 6.63).

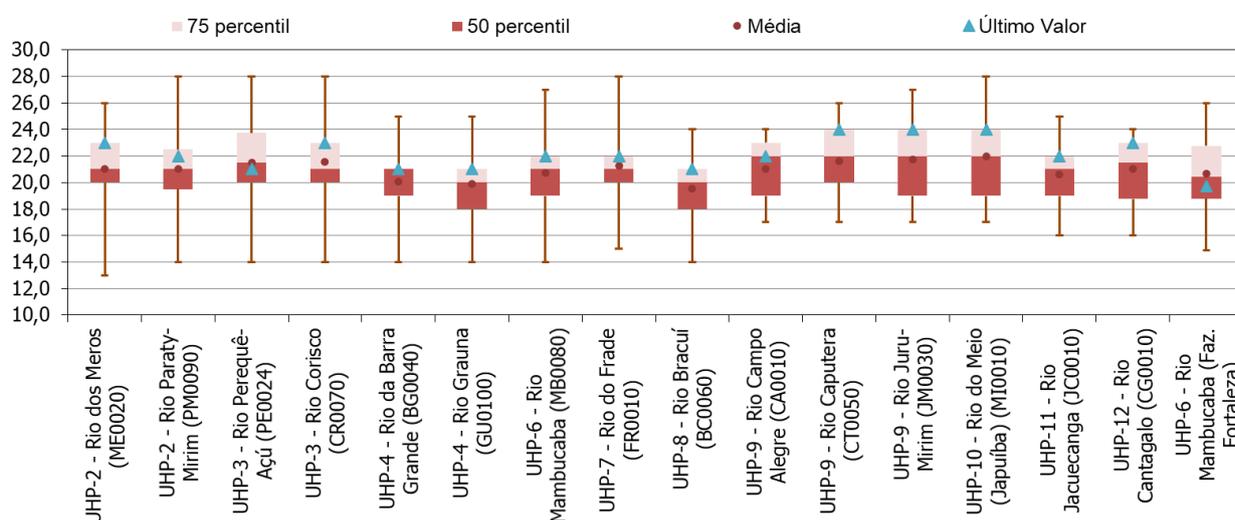


Os valores observados para estas variáveis se apresentam estáveis de uma forma geral, com gradientes de temperatura da ordem de 10 °C, tanto para o ar, quanto para a água. Ressalta-se, ainda, que o valor máximo de temperatura da água para enquadramento em Classe 1 (40 °C segundo a resolução CONAMA 357/2005) não foi observado em nenhuma estação.



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.62 - Temperatura do Ar (°C).



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.63 - Temperatura da água (°C).

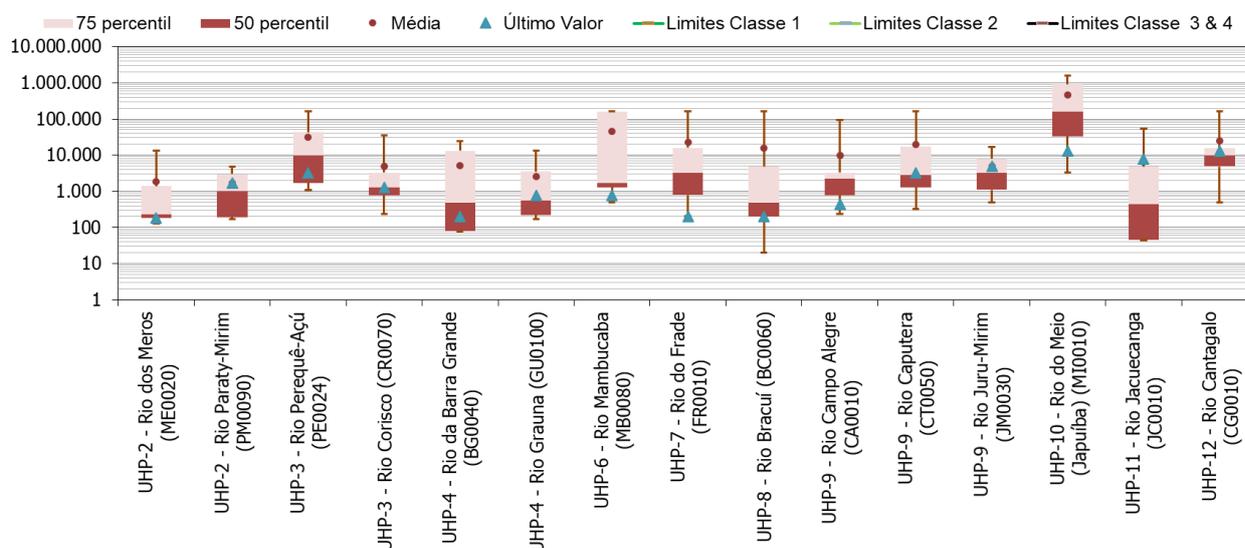
Quanto ao parâmetro coliformes fecais (Figura 6.64), os valores observados nas estações situam-se entre 100 e 13.000 NMP/100 mL. As estações cujos cursos hídricos apresentam patamares inferiores a rios de Classe 1 (<200 NMP/100ml) são BC0060 (UHP 8), BG0040 (UHP 4), FR0010 (UHP 7) e ME0020 (UHP 2). Já as estações CA0010 (UHP 9), GU0100 (UHP 4) e MB0080 (UHP 6) apresentam valores passíveis dentro dos limites aceitáveis para cursos hídricos



de Classe 2 (<1.000 NMP/100ml). Por fim, as estações CR0070 (UHP 3), CT0050 (UHP 9), PE0024 (UHP 3) e PM0090 (UHP 1) apresentam valores (relativos a última medição realizada) condizentes a cursos hídricos Classe 3 (<2.500 NMP/100ml para uso de recreação de contato secundário e <4000 NMP/100ml para outros usos).

As estações restantes, que apresentam valores (relativos a última medição realizada) superiores a 4.000 NMP/100mL são: CG0010 (UHP 12), JC0010 (UHP 11), JM0030 (UHP 9) e MI0010 (UHP 10), tem seus cursos hídricos, portanto, com concentrações relativas à Classe 4, para este parâmetro.

Se os valores médios das séries temporais forem considerados, a maioria das estações apresenta valores superiores a 4.000 NMP/100mL, com exceção das estações GU0100 (UHP 4), ME0020 e PM0090 (UHP 1). Em termos médios, a estação com piores resultados para coliformes termotolerantes é a MI0010 (UHP 10), que excede 100.000 NMP/100mL, em média. Essa avaliação pode indicar, portanto, um grau considerável de contaminação dos cursos hídricos avaliados por Coliformes Fecais, com poucos cursos hídricos enquadrados como Classe 1, na média.



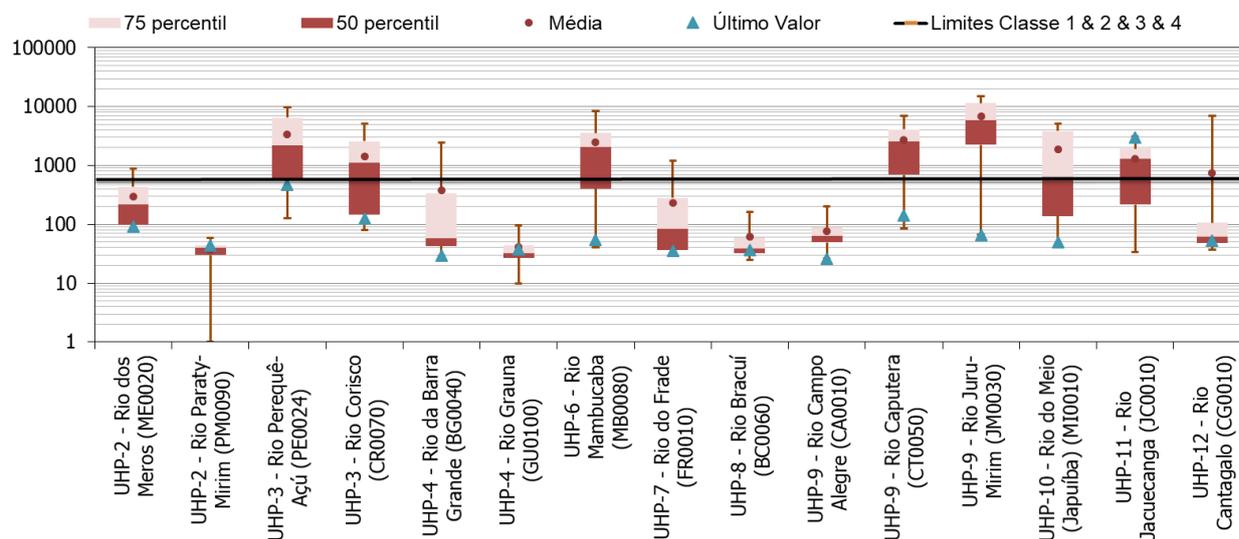
Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.64 - Coliformes Fecais (NMP/100 mL).

Por outro lado, considerando-se os Sólidos Totais Dissolvidos (Figura 6.65), observou-se que na última medição, todas as estações apresentam valores de acordo com este limite, com exceção da estação JC0010 (UHP 11), cuja última medição resultou em aproximadamente 3.000 mg/L, o que é superior ao limite de 500 mg/L imposto pela resolução Conama 357/2005, para águas doces de Classe 1. Considerando as séries temporais completas, estações cujo valor médio está acima de 500 mg/L são, em ordem crescente de concentração de SDT: CG0010



(UHP 12), JC0010 (UHP 11), CR0070 (UHP 3), MI0010 (UHP 10), MB0080 (UHP 6), CT0050 (UHP 9), PE0024 (UHP 3) e JM0030 (UHP 9). Esta última estação (JM0030 – UHP 9), que chega a apresentar concentração média de SDT superior a 6.500 mg/L, o que reflete concentrações relativas a cursos hídricos de Classe 4, para este parâmetro.

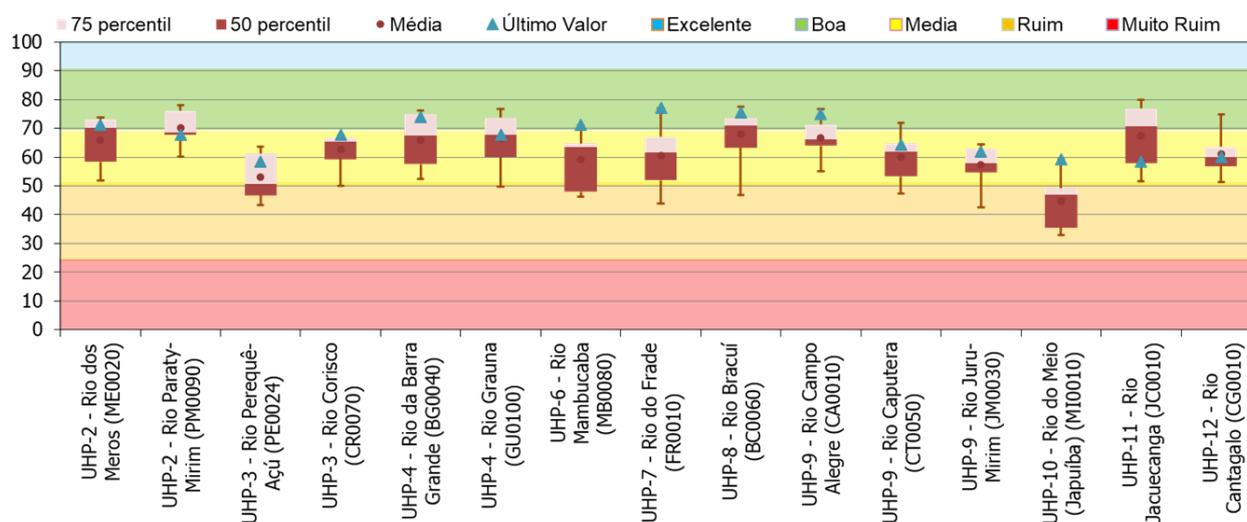


Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.65 - Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L).

6.3.1.1.4. Avaliação consolidada da qualidade da água na Baía da Ilha Grande

Como mencionado no item 6.3.1.1, é possível se obter uma avaliação consolidada da qualidade das águas da Baía da Ilha Grande a partir da verificação dos IQAs (tanto em nível de série histórica, como em nível de últimos valores obtidos) calculados pelas instituições que operam as estações. A partir do IQA, a qualidade da água dos corpos hídricos é classificada entre Muito Ruim e Ruim (impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público), ou Excelente, Boa e Média (águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público). Estes resultados são apresentados na Figura 6.66.



Fonte: Adaptado de Inea (2018) e ANA (2018).

Figura 6.66 - Série histórica do IQA.

Nas últimas medições, os cursos hídricos que apresentaram os piores índices de qualidade da água (IQA) foram aqueles monitorados pelas estações MI0010 (UHP 10), PE0024 (UHP 3), JC0010 (UHP 11), CG0010 (UHP 12) e JM0030 (UHP 9), com IQAs de aproximadamente 60 (considerado “médio”). Seis estações apresentaram IQA superior a 70 nas últimas medições, o que corresponde à classificação de qualidade como “boa”. Ainda, se considerada a média ao longo do tempo, o Rio do Meio (Japuíba) (monitorado pela estação MI0010 – UHP 10) é o que apresenta pior qualidade, com valor médio de 44,7 (considerado “ruim”).

Em uma análise geral da bacia, a média de todos os cursos hídricos monitorados (na última medição) é de 60,3, enquanto que a média da série temporal é de 62,0, o que denota uma qualidade média das águas da área estudada.

Em termos médios, os cursos hídricos que apresentam condições mais críticas de qualidade da água são os monitorados pelas estações MI0010 (UHP 10), JM0030 (UHP 9) e PE0024 (UHP 3). De acordo com as avaliações individuais de cada parâmetro de qualidade da água, o Rio do Meio (Japuíba), estação MI0010 (UHP 10), apresenta esta condição em função principalmente dos parâmetros de coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e fósforo, enquanto a condição no Rio Jurumirim (Estação JM0030 – UHP 9) está associada principalmente à turbidez e aos sólidos dissolvidos totais. Já as condições do Rio Perequê-Açú (estação PE0024 (UHP 3)) estão associadas a coliformes termotolerantes e sólidos dissolvidos totais.

Em comparação com a medição do ano de 2017, que apresentava 3 cursos hídricos com IQA Ruim, e o restante com IQA Médio, a medição do ano de 2018 apresenta qualidade da água melhor (6 cursos hídricos apresentam IQA Bom e o restante apresenta IQA Médio). No entanto, é importante ressaltar que as medições do ano de 2017 foram realizadas em época do ano



diferente da medição do ano de 2018, de forma que a comparação entre os dois resultados pode não ser tão conclusiva.

6.3.1.1.5. Séries temporais dos parâmetros de qualidade da água

Neste item são apresentadas as séries temporais utilizadas para construir os gráficos apresentados nos itens anteriores (6.3.1.1.3 e 6.3.1.1.4).

Nessa apresentação, utiliza-se o recurso mini-gráficos, apresentados dentro de cada quadro, procura representar a evolução temporal de cada parâmetro individualizado. Nestes mini-gráficos, a leitura da esquerda para a direita representa a evolução temporal de determinado parâmetro de qualidade.

Inicialmente se faz uma apresentação destacada dos dados de qualidade da Estação Fazenda Fortaleza (de responsabilidade da ANA e operada pela CPRM) se diferem dos demais dados do Inea, sendo sua apresentação realizada de forma individualizada. Essa diferença reside no fato de que a série de dados da estação da ANA ser muito mais extensa que as séries das outras estações. Estas séries são apresentadas no Quadro 6.24.

A apresentação das séries de cada parâmetro é realizada do Quadro 6.25 ao Quadro 6.34, o Quadro 6.35 apresenta os valores de IQA.



Quadro 6.24 - Série Temporal de Parâmetros de Qualidade da água para a Estação Fazenda Fortaleza.

Período de Medição	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da água (°C)	pH	Turbidez (NTU)	Condutividade Elétrica (µs/cm)	OD (mg/L)
ago-02		20.0	6.2		28.0	10.1
nov-02		26.0	6.1		33.0	10.9
fev-03		25.0	6.7		27.0	1.0
set-03	23.0	20.0	7.0		20.0	7.9
jul-04	25.0	19.0	7.6		24.9	7.4
set-04	29.0	25.0	6.5		89.0	6.9
dez-04	28.0	25.0	6.0		12.7	8.2
ago-05	26.0	19.0	7.1		12.7	9.3
ago-06	20.0	17.0	7.1		19.1	7.6
ago-09	21.0	18.5	7.2	2.1	26.0	10.3
nov-09	28.0	22.9	6.6	13.5	19.0	6.6
fev-10	29.0	24.1	6.8	3.8	22.0	10.9
jun-10	19.0	14.9	7.2	3.9	22.0	9.3
set-10	18.0	19.2	6.8	26.0	26.0	7.1
dez-10	29.0	23.4	6.8	40.4	18.0	6.8
mar-11	25.0	21.0	6.6	4.2	12.0	11.0
jul-11	17.0	16.0	7.2	7.3		11.4
out-11	31.0	24.5	7.8	8.8	22.0	13.0
dez-11	27.0	21.5	7.3	8.0	33.0	10.8
mar-12	30.0	23.2	8.1	12.1	18.2	8.7
abr-12	25.0	20.4	7.5	3.2	17.4	8.7
jul-12	24.0	17.9	8.1	2.4	16.0	11.5
out-12	22.0	20.2	7.2	3.1	18.5	9.1
mai-13	21.0	19.1	7.1	8.1	12.6	9.2
set-13	28.0	20.5	7.9	1.3	26.9	9.7
dez-13	25.0	21.5	6.8	21.3	17.8	9.1
fev-14	27.0	22.3	6.3	10.6	16.6	8.9
mai-14	23.0	17.3	7.4	0.7	18.9	9.8
set-14	27.0	20.9	7.6	1.2	26.9	9.4
mar-15	27.0	22.5	7.3	49.5	18.3	8.4
mai-15	24.0	18.9	7.4			9.8
set-15	30.0	23.6	7.8	0.1	26.4	8.9
mar-16	27.0	22.0	6.9	4.1	17.6	8.8
mai-16	23.0	18.0	7.3	0.0	21.8	9.7
ago-16	26.0	18.3	8.2	0.0	25.0	10.1
mar-17	28.0	22.7	7.7	6.2	20.2	
ago-17	20.0	17.5	7.2		23.7	
nov-17	25.0	21.0	6.6	15.3	16.5	8.2
mai-18	26.0	19.8	7.4	1.1	19.5	8.5

Fonte: ANA (2018).

Nota: na segunda linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.25 - Série Temporal de Oxigênio Dissolvido.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)															
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010	UHP6 Faz.Fort
2014 -1	6.8	7.6	6.2	7.4	7.4	7.4	8.8	8.9	7.8	8.0	6.4	5.4	1.6	5.8	7.6	10.10
2014 -2	7.8	9.8	8.2	9.0	9.4	8.8	8.8	9.8	9.8	9.6	8.0	7.6	6.0	8.0		10.90
2014 -3	7.4	9.2	6.8	8.4	8.6	7.6	7.2	9.4	9.4	10.0	8.2	7.6	6.6	9.4	9.4	1.04
2014 -4	6.4	8.0	6.8	9.2	8.0	7.6	6.4	8.4	8.2	9.4	6.6	5.8	2.2	7.0	7.8	7.90
2015 -1	4.4	7.8	6.8	7.0	7.0	5.8	6.6	9.8	8.4	7.8	7.2	3.6	7.2	8.0	8.2	7.40
2015 -2	7.4	9.2	8.8	8.0	9.4	8.0	8.4	8.9	8.0	10.0	8.6	8.0	7.0	9.0	9.2	6.90
2015 -3	6.8	8.0	5.6	6.0	7.2	7.8	6.6	8.8	8.2	8.4	6.6	4.2	1.0	6.8	8.4	8.20
2016 -1	8.0	9.4		8.6	9.8	9.2	9.0	9.7	9.6	9.8	8.0	7.6	8.2	8.4	9.2	9.30
2016 -2	6.6	7.6		5.6	7.8	7.4	7.2	10.1	8.6	9.0	6.6	5.4	3.2	6.8	7.8	7.60
2017-1	5.4			7.0	8.2	7.0	6.8		7.8	8.8	6.2	6.0	6.0	7.8	8.0	10.28
2018-1	5.6	7.8	7.6	7.6	8.4	7.4	7.4	8.5	8.2	8.4	7.2	7.8	7.2	7.8	8.4	6.64

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.

Quadro 6.26 - Série Temporal de Demanda Bioquímica de Oxigênio.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	2.0	2.0	7.0	2.0	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0
2014 -2	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2014 -3	2.0	2.0	3.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.4	2.0	2.0
2014 -4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0
2015 -1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	9.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	5.0	2.0	2.0	2.0
2015 -2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2015 -3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0
2016 -1	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2016 -2	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	2.0
2017-1	2.0			2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2018-1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.27 - Série Temporal de Fósforo Total.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Fósforo (mg/L)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	JHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
2014 -2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	
2014 -3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1
2014 -4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
2015 -1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0
2015 -2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
2015 -3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
2016 -1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016 -2	0.1	0.0		0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1
2017-1	0.1			0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
2018-1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.

Quadro 6.28 - Série Temporal de Nitrato.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Nitrato (mg/L)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	JHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1
2014 -2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
2014 -3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4
2014 -4															
2015 -1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
2015 -2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
2015 -3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.3	0.6
2016 -1															
2016 -2	0.2	0.1		0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5
2017-1	0.1			0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
2018-1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.29 - Série Temporal de Turbidez.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Turbidez (NTU)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	8.2	2.4	11.0	2.5	1.4	3.4	1.7	4.8	1.6	2.2	2.8	6.0	4.7	1.5	2.1
2014 -2	4.6	1.5	3.0	3.0	1.8	5.0	1.0	4.1	1.7	1.7	2.0	4.0	4.8	2.5	
2014 -3	6.9	1.6	4.4	2.3	1.0	2.7	2.6	3.4	1.2	1.0	6.3	6.3	5.3	1.8	1.2
2014 -4	6.3	1.9	2.5	1.1	0.9	1.5	1.5	2.4	1.0	1.0	1.8	4.4	3.8	0.7	2.4
2015 -1	11.0	5.8	8.2	7.0	2.4	5.3	12.0	5.8	15.0	19.0	9.9	28.0	4.8	6.2	2.4
2015 -2	6.2	2.3	3.8	3.7	1.5	5.6	2.6	2.1	0.9	1.3	4.1	4.2	10.0	1.3	1.7
2015 -3	11.0	2.2	4.7	7.0	25.0	3.9	3.4	3.9	4.5	2.2	5.3	6.1	7.2	2.0	3.5
2016 -1	14.7	4.0		4.6	5.4	6.1	4.9	2.8	3.4	2.8	6.5	5.3	2.7	2.6	2.7
2016 -2	20.0	4.3		3.7	29.1	3.0	2.3	3.1	3.0	25.3	3.2	4.8	6.3	1.0	2.3
2017-1	20.7			12.0	2.3	12.8	4.3	2.9	5.6	1.6	4.2	5.8	6.2	0.7	4.2
2018-1	7.8	3.4	3.8	9.4	1.5	5.6	4.3	2.3	15.1	5.8	14.6	37.9	8.5	7.0	11.4

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.

Quadro 6.30 - Série Temporal de pH.

Período de Medição (Ano - Campanha)	pH														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	6.8	6.7	6.7	6.9	6.4	6.4	6.6	6.4	6.8	7.1	7.0	7.7	6.8	6.7	7.4
2014 -2	6.9	6.7	7.0	6.9	6.6	6.5	7.2	6.5	6.8	7.0	6.9	6.9	6.8	6.9	
2014 -3	7.1	7.0	6.8	6.9	7.0	6.8	7.2	6.5	6.6	7.1	7.1	7.4	7.2	7.5	6.8
2014 -4	6.6	6.7	6.3	6.7	6.6	6.5	6.3	6.2	6.5	7.3	7.3	7.2	7.3	7.7	7.2
2015 -1	6.5	6.6	6.1	6.5	6.4	6.2	6.3	6.3	6.2	6.5	6.6	6.4	6.5	6.7	6.5
2015 -2	6.7	6.6	6.5	6.6	6.4	6.4	6.8	6.4	6.4	9.4	6.8	6.9	6.9	7.0	7.1
2015 -3	7.0	7.2	6.8	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	7.1	6.9	6.9	6.9	7.0	7.4	7.3
2016 -1	7.5	8.4		7.1	8.3	8.4	7.4	7.6	8.3	7.9	7.6	6.7	8.2	8.3	7.4
2016 -2	7.4			7.1	6.9	7.4	6.8	7.1	7.2	7.7	7.0	7.3	7.1	7.2	7.3
2017-1	7.2			7.8	7.3	7.0	6.3	6.8	6.9	7.0	6.9	6.6	7.5	7.6	6.9
2018-1	6.4	6.5	6.0	6.4	6.1	6.1	6.8	6.8	6.9	7.4	7.0	7.2	7.2	7.5	7.0

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.31 - Série Temporal de Coliformes Fecais.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Coliformes Fecais (NMP/100mL)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	230	200	160000	2300	16000	3500	160000	16000	400	3500	17000	3300	1600000	4900	4900
2014 -2	170	1200	1100	780	130	450	1400	3300	490	230	2300	17000	100000	1700	
2014 -3	130	230	49000	790	78	1300	1300	3300	490	3300	1300	4900	240000	450	490
2014 -4	220	170	1700	1300	78	170	3500	220	68	780	2800	2300	350000	790	13000
2015 -1	2300	4900	24000	35000	24000	7900	160000	160000	160000	2200	330	9200	1600000	45	5400
2015 -2	230	790	16000	230	490	330	490	1300	20	1300	19000	1300	920000	45	24000
2015 -3	1100	170	1700	330	3300	170	1400	3300	1100	3300	2300	1100	33000	170	13000
2016 -1	1400	4900		1300	490	560	3300	1700	490	1300	410	790	3300	330	4900
2016 -2	1300	2300		3300	78	220	1700	790	4900	2300	3300	490	160000	45	6300
2017 -1	13000			7900	13000	13000	160000	54000	7900	92000	160000	7900	160000	54000	160000
2018 -1	180	1700	3300	1300	200	780	780	200	200	450	3300	4900	13000	7900	13000

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.

Quadro 6.32 - Série Temporal de Temperatura do Ar.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Temperatura do Ar														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	UHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	30	30	30	30	30	30	30	30	32	31	29	32	28	28	29
2014 -2	28	26	28	27	25	26	25	25	27	24	24	24	24	24	
2014 -3	30	30	30	30	28	28	28	27	27	20	21	20	20	20	20
2014 -4	29	30	28	28	28	28	28	28	25	26	26	25	25	23	24
2015 -1	27	28	28	28	27	26	25	24	25	25	26	25	24	25	24
2015 -2	20	20	23	23	24	22	22	25	21	21	23	21	23	23	21
2015 -3	24	24	23	24	23	23	23	23	23	25	24	24	24	24	24
2016 -1	22	21		23	19	21	19	19	19	17	17	17	17	17	17
2016 -2	21	21		21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	21	22
2017 -1	23			23	24	24	24	23	23	21	23	23	23	23	27
2018 -1	23	23	23	23	22	22	24	23	23	23	22	24	22	22	22

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.33 - Série Temporal de Temperatura da Água.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Temperatura da Água														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	JHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	26	28	28	28	25	25	27	28	24	24	26	27	28	25	24
2014 -2	20	20	20	21	19	20	19	20	18	20	20	20	21	20	24
2014 -3	21	21	22	22	21	21	21	21	20	19	20	19	19	19	19
2014 -4	25	24	24	25	23	20	24	25	23	23	25	25	26	23	23
2015 -1	20	20	20	20	19	20	19	20	18	23	23	23	23	22	23
2015 -2	13	14	14	14	14	14	14	15	14	17	17	17	17	16	16
2015 -3	22	22	23	23	21	21	22	22	21	22	22	22	22	22	21
2016 -1	18	18		19	17	18	17	18	16	18	18	18	18	17	18
2016 -2	21	21		21	20	18	21	21	19	21	21	21	22	20	21
2017-1	22			21	21	21	22	22	21	22	22	23	22	21	22
2018-1	23	22	21	23	21	21	22	22	21	22	24	24	24	22	23

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.

Quadro 6.34 - Série Temporal de Sólidos Dissolvidos Totais.

Período de Medição (Ano - Campanha)	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	JHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	80	1	2819	1156	57	30	404	120	60	200	4104	8544	4434	1909	6862
2014 -2	116	40	4020	1203	75	21	3511	70	44	49	2185	3311	2638	1282	
2014 -3	219	41	7254	2559	337	44	8406	282	27	117	3750	13448	613	608	69
2014 -4	254	45	128	81	43	32	2594	55	25	52	3175	5827	2956	1328	73
2015 -1	128	41	1573	274	36	40	41	36	160	40	84	822	40	34	37
2015 -2	99	18	858	842	70	27	1950	30	39	78	933	2230	175	191	208
2015 -3	595	38	9865	5045	946	10	3561	1193	32	51	5097	15236	5093	1931	68
2016 -1	331	34		1097	47	82	634	266	57	65	700	4811	139	216	41
2016 -2	893	58		2983	2463	96	3812	398	153	89	7030	11455	3830	3114	55
2017-1	433			148	49	27	2051	84	35	64	2586	9857	422	492	50
2018-1	92	44	473	124	29	38	55	35	37	26	143	66	49	2998	53

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



Quadro 6.35 - Série Temporal de IQA.

Período de Medição (Ano -	IQA														
	UHP2 ME0020	UHP2 PM0090	UHP3 PE0024	UHP3 CR0070	UHP4 BG0040	UHP4 GU0100	UHP6 MB0080	JHP7 FR0010	UHP8 BC0060	UHP9 CA0010	UHP9 CT0050	UHP9 JM0030	UHP10 MI0010	UHP11 JC0010	UHP12 CG0010
2014 -1	74	77	43	64	57	63	49	44	72	64	54	58	34	57	60
2014 -2	74	68	64	66	76	71	64	64	71	77	63	54	47	64	
2014 -3	72	74	47	65	76	67	63	62	71	68	66	60	46	71	75
2014 -4															
2015 -1	54	60	47	50	52	50	47	49	47	64	72	43	51	80	63
2015 -2	70	69	51	65	68	68	65	64	77	64	53	64	47	78	56
2015 -3	64	78	61	68	58	77	64	61	71	67	62	57	33	72	60
2016 -1															
2016 -2	63	68		59	71	77	64	70	65	66	61	64	37	75	64
2017 -1	52			60	60	58	46	55	62	55	47	56	48	52	51
2018 -1	71	68	59	68	74	68	71	77	76	75	64	62	59	59	60

Fonte: Inea (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Nota: na terceira linha do quadro são apresentados minigráficos para a visualização da variação dos valores na coluna.



6.4. USOS DA ÁGUA

6.4.1. Demandas por setor

6.4.1.1. Indústria

O Estado do Rio de Janeiro possui um amplo e diversificado parque industrial distribuído por todo o estado, cuja maioria se concentra em dez Distritos Industriais geridos pela Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - CODIN (CERHI; INEA, 2014). Apesar de nenhum desses distritos se localizarem na RH-I, estão em seu território outros importantes parques industriais.

A RH-I apresenta alta produção de gelo e pescado. As embarcações de pesca, sejam artesanais de pequeno a médio porte ou as industriais, utilizam o gelo durante o período da pescaria para conservação do pescado, para abastecimento de toda a frota existente, assim como para as atividades de turismo náutico. Devido à alta produção de pescado na região, o gelo tornou-se essencial para esta prática, por isso a indústria de gelo ganhou grande destaque na RH-I.

De acordo com informações obtidas na Prefeitura de Angra dos Reis, a industrialização do pescado foi implementada através da instalação de diversas fábricas de sardinha na Ilha Grande entre as décadas de 40 e 70, processando grande parte da produção sardineira da baía, em latas de 1 Kg, porém a atividade destas fábricas foi encerrada devido a mudanças na legislação ambiental, que inviabilizaram as operações. Hoje, a pesca empresarial destaca a captura de sardinha, peixes diversos e camarão rosa, realizada por embarcações de grande porte, equipadas com instrumentos eletrônicos como sonar e navegador por satélites. A produção é escoada para a indústria, centros de abastecimento e comercialização de pescado, ou em mercados e peixarias locais. (PMAR, 2018a, 2018b).

Outra atividade industrial que merece destaque é a produção de cachaça nos alambiques, principalmente na cidade de Paraty. O município destaca-se por possuir aproximadamente nove alambiques com capacidade de produção de 263.000 litros por ano (UNACOOOP, 2011).

A Zona Costeira da Baía da Ilha Grande também apresenta características fisiográficas extremamente favoráveis à instalação de terminais portuários e atividades de apoio à indústria naval (INEA, 2015). Angra dos Reis compreende um dos principais Parques Navais do país.

O município de Angra dos Reis reúne algumas das principais instalações portuárias e de reparos navais do país, distribuídas ao longo da sua costa. De acordo com INEA (2015), as três principais instalações navais e portuárias da Zona Costeira da Baía da Ilha Grande são o



Terminal Portuário de Angra dos Reis (TPAR), o Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG) e o Estaleiro BrasFELS.

O Terminal Portuário de Angra dos Reis é administrado pelo arrendatário Terminal Portuário de Angra dos Reis S/A (TPAR), sob a fiscalização da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), e é um importante centro logístico para a movimentação de cargas e apoio a projetos offshore, especializado em carga geral, produtos siderúrgicos, petróleo e seus derivados. Os serviços oferecidos incluem: apoio à atracação e desatracação de embarcações; operações de estiva e desestiva de carga geral, Heavylift e de projeto; armazenagem em áreas cobertas e a céu aberto; serviços de estufagem e desova de containers; apoio à troca de tripulação; apoio para lançamento de barreiras de contenção; apoio à docagem de embarcações e projetos offshore de gerenciamento de resíduos.

O Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG), também conhecido como Terminal Aquaviário Almirante Maximiliano Fonseca, ou Terminal Aquaviário de Angra dos Reis (TAAR), é operado pela Petrobras Transporte S/A (TRANSPETRO) e também se localiza no Município de Angra dos Reis. Atualmente, o Terminal opera como entreposto de exportação e cabotagem para terminais de menor porte. O transporte atende à elaboração de bunker e à exportação do óleo excedente da produção nacional. Também opera no recebimento e exportação de petróleo, realizando operações de transporte dutoviário de petróleo e derivados, carregamento e descarregamento de navios-tanque, abastecimento de combustíveis para navios e armazenamento e transferência de petróleo e derivados. Um diferencial é que os efluentes gerados nas atividades do TEBIG, como a água de formação drenada dos fundos dos tanques de armazenamento de petróleo, são tratados em ETE própria, com descarte final via emissário, cuja descarga se localiza a 690m da costa.

O Estaleiro BrasFELS é de origem nacional, localizado no município de Angra dos Reis, atuando na Indústria Naval Brasileira, tem contribuído para a autossuficiência na área de petróleo e gás natural, construindo plataformas, embarcações de apoio, e realizando reparos nas plataformas operantes.

Sobre o uso de águas em estaleiros, cabe destacar o conteúdo da Lei Estadual nº 7.987, que entrou em vigor recentemente, dia de 13 de junho de 2018, estabelecendo o uso eficiente da água nos estaleiros e nas edificações que especifica, situadas no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Fica estabelecido, obrigatoriamente, o reaproveitamento ou reutilização da água nos serviços prestados de reparos e manutenção em navios (casco jateados com água) pelos estaleiros estabelecidos dentro dos limites do Estado do Rio de Janeiro.



A adaptação deverá contar com um tanque de captação suficiente para o armazenamento da água de chuva coletada pelas canaletas e calhas das edificações e/ou utilização de qualquer outra tecnologia de produção de água através de uma estação de tratamentos de água do mar, onde o efluente passará por um processo de filtração e cloração, gerando o subproduto conhecido como Água de Reuso, redistribuída para os usos não potáveis. Os estabelecimentos têm o prazo de até dois anos para se adequarem e cumprir o exposto na legislação.

Outra questão está relacionada ao setor de apoio à atividade náutica que está inserido no contexto dos conflitos de uso da zona costeira e dos ambientes fluviais, uma vez que suas instalações dependem do acesso direto ao mar e aos cursos d'água interiores. Essa é uma característica intrínseca à atividade e que pode resultar em conflitos quanto ao uso do solo nos Terrenos de Marinha (Lei nº 9.636 de 15 de maio de 1998) e em Áreas de Preservação Permanente (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 e a Constituição do Estado do Rio de Janeiro) (INEA, 2015).

Estas atividades exercem grande influência sobre as movimentações de embarcações e espelho d'água, e o ambiente torna-se cada vez mais vulnerável ao risco de acidentes que comprometam a qualidade ambiental do ecossistema da Baía da Ilha Grande.

A busca por informações que permitissem a caracterização das demandas teve como ponto inicial a análise dos cadastros disponíveis, em especial o cadastro de usuários consolidado. Foi identificada a necessidade de realizar estimativas de demanda para esse setor, visto que os cadastros consultados apresentam um número pequeno de usuários cadastrados, que não permite uma caracterização real da demanda para o todo da indústria presente na região. Essa constatação pressupõe a necessidade de ampliar o cadastro dos usos industriais de recursos hídricos.

Outro aspecto relevante dos dados obtidos se refere ao uso da água destinado à produção de cachaça, que não está contabilizado na demanda industrial, pois está cadastrado com outra tipologia (utilizando água do sistema público e não fonte própria), portanto será tratado no capítulo de abastecimento. Além disso, existem outras demandas para a indústria (terminais portuários, por exemplo) que também são considerados usos para o abastecimento humano e com isso serão tratados no referido capítulo.

Desta forma são apresentados, nos itens que seguem, os resultados obtidos a partir das demandas cadastradas e da estimativa realizada.



6.4.1.1.1. Demanda Industrial Cadastrada

Para caracterização das demandas do abastecimento das indústrias na RH-I foi utilizado o cadastro de usuários consolidado do Inea. Desse cadastro foram obtidas informações como número de indústrias cadastradas, tipologia, vazões captadas e lançadas, corpos hídricos de captação e lançamento e respectivas coordenadas dos pontos de captação e lançamento.

Cabe salientar que as indústrias relacionadas no cadastro de usuários consolidado são aquelas que utilizam fontes próprias de água para seu abastecimento, portanto as indústrias que utilizam da rede pública para seu abastecimento não foram consideradas neste capítulo. Outro ponto que merece destaque é a busca por usuários industriais que não estivessem explicitamente cadastrados como “indústria”, mas sim como “outros” usos, que resultou na obtenção da captação que o TEBIG possui.

Além dos volumes captados, é necessário estimar, do total captado, o que é efetivamente consumido nas atividades industriais e o que retorna para os mananciais na forma de lançamentos.

No Quadro 6.36 estão apresentadas as captações e lançamentos, e a demanda total de água cadastrada para abastecimento industrial nos municípios da RH-I.

Quadro 6.36 - Vazões Demandadas pelo Setor Industrial e Vazões de Retorno.

Município	Setor Produtivo	Situação	Tipo de processo	Local Captação/Lançamento	Vazão máxima instantânea (m ³ /h)	
					Captação	Lançamento
Paraty	Indústria de Gelo	Operação	Outorga superficial	Rio Perequê- Açú	16	1,6
Paraty	Indústria e comércio de Gelo e Pescado	Projeto	Uso insignificante superficial	Cachoeira do Corumbê	1	1
Paraty	Indústria de Gelo	Operação	Uso insignificante superficial	Sem nome	2	ni
Angra dos Reis	TEBIG ¹	Operação	Outorga superficial	Rio Caputera	346	161
Total RH-I					365	163,6

Fonte: Cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a), Cadastro de certidões de ambientais de uso insignificante de recursos hídricos (INEA, 2018c).

ni: não informado.

1: no cadastro de usuários está cadastrado com a tipologia “outros usos”.

Além do cadastro de usuários consolidado foi realizada a busca através do cadastro de outorgas. Nesse foram encontrados quatro registros, dois em Angra dos Reis e dois em Paraty, somando um total de 68 m³/h. A partir dessas informações foi realizada uma análise comparativa entre as informações do cadastro de usuários consolidado e o cadastro de outorgas no setor industrial, conforme pode ser observado no Quadro 6.37.



Quadro 6.37 - Informações de demanda do setor industrial referentes aos cadastros de usuários e outorgas para a RH-I.

Município	Cadastro		Cadastro	
	Usuários	Vazão (m ³ /h)	Outorgas	Vazão (m ³ /h)
Angra dos Reis	1	346	2	58,8
Paraty	3	19	2	9,19
Total RH-I	4	365	4	68

Fonte: Cadastro de Usuários e de outorgas, INEA (2018).

Nota-se que há divergência de valores entre as demandas totais para os usuários industriais cadastrados e outorgados na RH-I, onde a vazão do cadastro de usuários INEA aparece até cinco vezes maior quando comparados às demandas outorgadas. Mesmo desconsiderando a captação para o TEBIG, cujo uso está classificado como “outros” no cadastro de usuários consolidado, a distorção permaneceria, pois passaríamos a ter o valor outorgado 3,5 vezes maior que o cadastrado.

6.4.1.1.2. Demanda Industrial Estimada

No que se refere à utilização de água no processo produtivo para a RH-I foi utilizada uma metodologia para a estimativa que possui como objetivo quantificar os recursos hídricos da mesma forma que o principal indicador macroeconômico do país, o PIB (Produto Interno Bruto). Em função do reconhecimento da água como um componente-chave do desenvolvimento econômico, faz-se necessária a adoção de políticas que integrem o planejamento setorial à gestão dos recursos hídricos, tornando indispensável a integração de informações econômicas, sociais e hidrológicas, para gestão sustentável dos recursos naturais. Para tanto, visando organizar tais informações, foi desenvolvida a metodologia do System of Environmental-Economic Accounting for Water - SEEA-Water, pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (United Nations Statistics Division - UNSD), cujas diretrizes possibilitam uma avaliação sistemática e periódica de indicadores-chave que envolvem a integração dos dados físicos e monetários da água.

As informações geradas pelo estudo estão disponíveis em Contas Econômicas Ambientais da Água do Brasil 2013-2015 (CEAA), resultado de uma cooperação entre o IBGE, a ANA e a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (SRHQ/MMA), com o apoio técnico da Secretaria de Biodiversidade (SBIO) do MMA e da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ).

Sobre a eficiência do gasto de água, o Indicador de eficiência hídrica mostra quanta riqueza foi gerada para cada metro cúbico de água consumido pela economia. Relaciona-se os valores monetários de produção, consumo e custos associados à atividade água, onde o detalhamento



das atividades econômicas da CEAA tem por base a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 e as recomendações do SEEA-Water.

O indicador utilizado de intensidade hídrica mostra a vazão consumida de água (em L/s) para cada real de valor adicionado bruto (VAB) gerado pelas atividades. Para a atividade Indústria de transformação e construção, para o ano de 2015, a intensidade hídrica de consumo foi de 3,72 L/s/R\$.

Para realizar os cálculos referentes à demanda industrial foram utilizadas informações do Capítulo 5, o qual apresenta a estimativa do Valor Adicionado Bruto (VAB) para os municípios integrantes da RH-I e divididos por setores econômicos. Para a indústria, tem-se os seguintes dados e resultados conforme o Quadro 6.38.

Quadro 6.38 - VAB do setor industrial e Indicador Intensidade Hídrica, por município.

Município	VAB Indústria (R\$1.000/ano)	Indicador Intensidade Hídrica de Consumo - Indústria (L/s/R\$)
Angra dos Reis	2.026.555	3,72
Paraty	979.114	3,72

Fonte: IBGE (2015); IBGE (2018).

Aplicando-se o valor de intensidade hídrica ao VAB por segundo são obtidos os valores de demanda apresentados no Quadro 6.39.

Quadro 6.39 - Estimativa demanda de água na indústria de acordo com o PIB, por município.

Município	VAB Indústria (R\$/s)	Demanda de água (L/s)	Demanda de água (m³/h)
Angra dos Reis	64,26	239,05	860,59
Paraty	31,05	115,50	415,78
RH-I	95,31	354,55	1.276,37

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado, há uma subestimação da demanda industrial quando da observação dos dados dos cadastros existentes. Por isso, a demanda industrial a ser espacializada na RH-I e utilizada para fins de balanço hídrico é a demanda estimada.

6.4.1.1.3. Espacialização da Demanda Industrial

A espacialização da demanda industrial se baseou em informações de uso e cobertura do solo, considerando que as instalações industriais se localizam em áreas urbanizadas ou antropizadas, para distribuir proporcionalmente as demandas nas UHPs que continham maior propensão a possuir instalações industriais.

Com base nessa distribuição de áreas, as demandas apresentadas no Quadro 6.39 foram distribuídas considerando os percentuais de ocorrência dessas áreas, excetuando-se a UHP



Ilhas, para a qual não há registro de demanda industrial. O resultado dessa distribuição é apresentado no Quadro 6.40.

Quadro 6.40 - Estimativa de demanda industrial por UHP.

UHP		Demanda de água		
		(m³/h)	(L/s)	% na RH-I
1	Ponta da Juatinga	-	-	-
2	Rio Paraty-Mirim	-	-	-
3	Rio Perequê-Açú	322,38	89,55	25,26%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	16,35	4,54	1,28%
5	Rio Taquari	63,69	17,69	4,99%
6	Rio Mambucaba	187,58	52,11	14,70%
7	Rios Grataú e do Frade	105,93	29,42	8,30%
8	Rio Bracuí	72,82	20,23	5,70%
9	Rio Ariró	36,47	10,13	2,86%
10	Rio do Meio (Japuiba)	272,94	75,82	21,38%
11	Rio Jacuecanga	164,74	45,76	12,91%
12	Rio Jacareí	33,53	9,31	2,63%
13	Bacias da Ilha Grande	-	-	-
Total		1276,37	354,55	100%

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.2. Mineração

Os recursos minerais, inclusive do subsolo, constituem bens da União (Artigo 20 da Constituição Federal, de 1988), cabendo atualmente à Agência Nacional de Mineração (ANM), autarquia federal brasileira vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), a gestão e fiscalização das atividades de mineração, em todo o território nacional (INEA, 2015). Portanto, os empreendimentos de mineração estão sujeitos à outorga de título de lavra concedida pelo ANM. Importa observar que a ANM foi criada recentemente para substituir o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e que esse processo ainda está em curso, repercutindo em citações e referências.

A exploração mineral no estado do Rio de Janeiro envolve a extração de inúmeros materiais, tais como, areia, argila, areola, rocha para brita e cantaria, rocha ornamental e para revestimento, rochas carbonáticas, fluorita, monazita, zirconita, ilmenita, quartzito e saibro (CERHI; INEA, 2014).

A legislação estadual (Lei nº 6.373/2012, que dispõe sobre os critérios gerais para licenciamento ambiental de extração de bens minerais de utilização imediata na construção civil) prevê que a exploração de bens minerais com utilização imediata na construção civil (exclusivamente as seguintes substâncias minerais: areias, cascalhos, argilas, saibros e rochas, quando britadas, no preparo de agregados e argamassas) desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria prima à indústria de

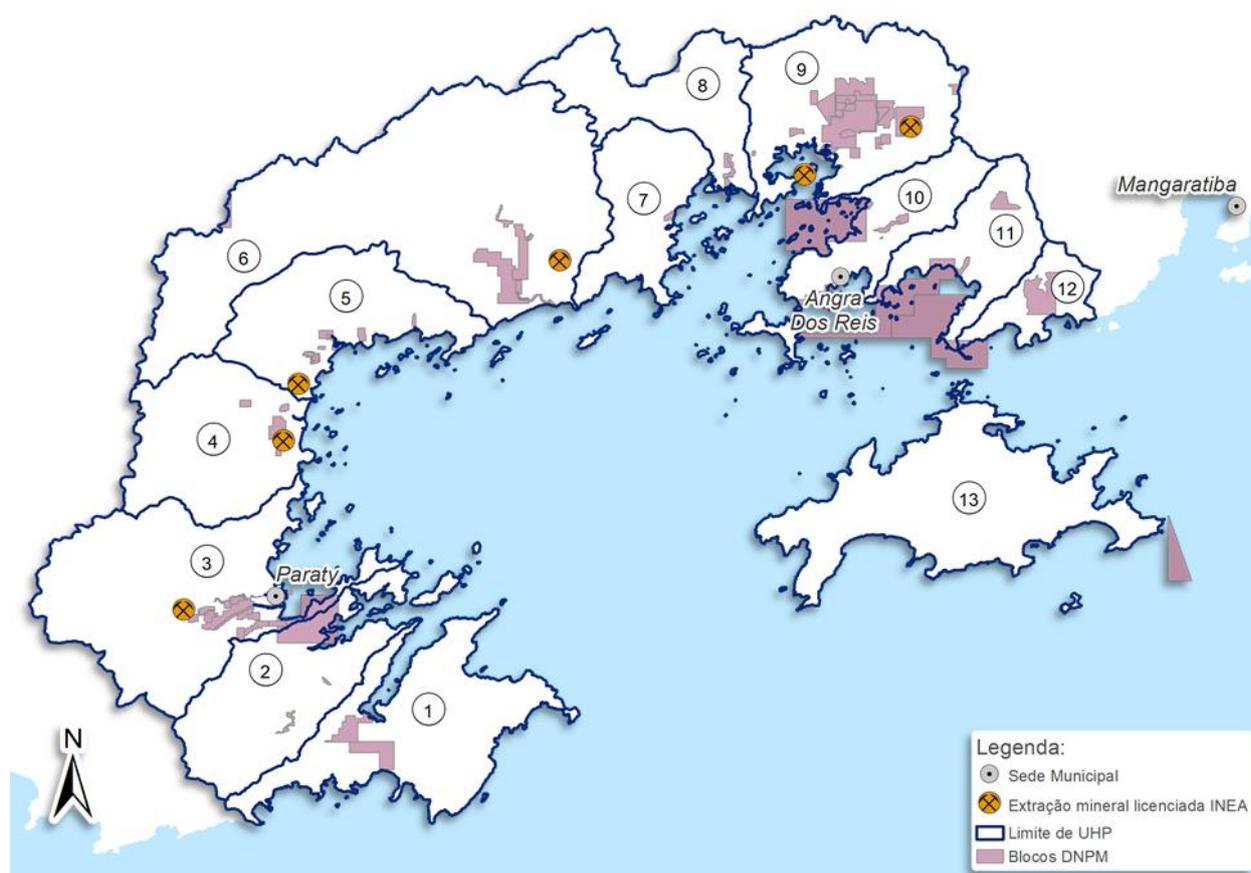


transformação, deverá ser precedida de licenciamento ambiental feito pelo órgão ambiental estadual competente, no caso o INEA.

Portanto, o licenciamento ambiental desta atividade no Estado é de competência do INEA, exigindo concomitância na requisição de outorga junto ao DNPM.

Cabe salientar que a gestão da exploração dos recursos minerais deve se pautar no aproveitamento racional, controlado e sustentável, na forma condizente com o Código de Mineração, Código de Águas Minerais e pelos respectivos regulamentos e legislações pertinentes.

A demanda de água para as atividades de mineração é pouco significativa na RH-I e concentra-se de forma mais expressiva no município de Angra dos Reis. Muito embora existam blocos demarcados pelo DNPM para pesquisa e potencial lavra e existam relatos de mais locais de extração do que os cadastrados, a atividade mostra-se pouco representativa na dinâmica produtiva dos municípios. Na Figura 6.67 estão apresentados os blocos passíveis de outorga do DNPM, e os pontos com extração mineral licenciados pelo INEA.



Fonte: INEA/DIGAT/GEGET (2015).

Figura 6.67 - Atividades de exploração mineral licenciadas pelo INEA e localização dos blocos de requerimentos.



No Quadro 6.41 são apresentadas as dez substâncias e respectivas quantidades de requerimentos minerários obtidos no site do DNPM com situação ativa na RH-I. Segundo informações adquiridas no DNPM, a areia é a substância que apresenta maior quantidade de processos em andamento, seguida do saibro, argila e água mineral.

Quadro 6.41 - Substâncias requeridas e quantidade de processos.

Substância	Quantidade de Processos
Água Mineral	19
Areia	55
Argila	21
Caulim	1
Charnoquito	2
Gnaisse	13
Granito	12
Ilmenita	3
Saibro	24
Turfa	4

Fonte: Adaptado de DNPM (2018).

Os referidos processos encontram-se em diferentes fases, como pode ser observado no Quadro 6.42. Os processos que se encontram em maior quantidade são os que estão em fase de Autorização de Pesquisa e o tipo de uso para estas extrações, segundo o DNPM, estão relacionados principalmente à construção civil. Observa-se que todos os processos relacionados à Água Mineral estão em fase de Autorização de Pesquisa.

A autorização de pesquisa é um regime de aproveitamento mineral em que são executados os trabalhos voltados à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico. Na fase de Concessão de Lavra as reservas minerais já se encontram identificadas e caracterizadas, e busca-se uma autorização do Ministro de Minas e Energia para que se possa extrair, beneficiar e comercializar o bem mineral identificado na etapa de autorização de pesquisa. A concessão de lavra em conjunto com a licença ambiental permite com que os requerentes possam extrair, beneficiar e comercializar o minério de interesse, conforme documentos entregues aos órgãos responsáveis.

Em fase de licenciamento encontram-se oito processos, quatro para extração de areia e quatro para extração de saibro, ambos materiais destinados à construção civil.

Quadro 6.42 - Fases dos processos minerários na RH-I.

Fase	Quantidade de Processos
Autorização de Pesquisa	51
Concessão de Lavra	6
Licenciamento	8
Requerimento de Lavra	12
Requerimento de Licenciamento	17
Requerimento de Pesquisa	26

Fonte: Adaptado de DNPM (2018).



Com base no somatório de todos os processos em andamento para todas as substâncias, tem-se um total de 226,8 km² de área requerida para mineração na RH-I. No município de Angra dos Reis 141,42 km² e em Paraty 85,37 km².

6.4.1.2.1. Demanda de água para mineração

A avaliação da demanda de água do setor de mineração foi estimada com base no cadastro de usuários consolidado do Inea e nos metadados da ANA. Utilizou-se dados de demandas de pontos de captação de água em mananciais pela atividade mineradora na RH-I.

O cadastro de usuários consolidado não apresentou cadastros de captação ativos na região. Verificou-se que dois locais de captação estão desativados, localizados em Paraty; e um em Angra dos Reis está como “projeto”, na situação de interferência. A consulta aos metadados da ANA apresentou 4 pontos do mesmo estabelecimento com situação “fechada”, segundo dados do cadastro.

Quadro 6.43 - Vazões demandadas para atividades mineradoras.

Cadastro	Município	Situação Interferência	Local Captação	Vazão máxima (L/s)	Vazão máxima (m ³ /h)
INEA	Angra dos Reis	Projeto	Rio Jurumim	11,57	41,67
	Paraty	Desativada	Rio Perequê-Açú	1,58	5,69
	Paraty	Desativada	Rio Perequê-Açú	1,58	5,69
CNARH	Angra dos Reis	Fechada	Rio Mambucaba	20,83	75
	Angra dos Reis	Fechada	Rio Mambucaba	20,83	75
	Angra dos Reis	Fechada	Rio Mambucaba	20,83	75
	Paraty	Fechada	Rio Mambucaba	20,83	75
Total RH-I				98,05	353,05

Fonte: Adaptado de cadastro de usuários consolidado (INEA ,2018) e metadados da ANA (ANA, 2018).

Na espacialização da demanda foi realizada uma análise para a alocação das demandas de forma que possibilitasse a avaliação realista no âmbito da modelagem para o balanço hídrico, considerando especialmente o cadastro de usuários consolidado e o cadastro de outorgas. Os cadastros e os registros das atividades foram confrontados e a espacialização resultante foi a que se mostrou mais adequada a alocação de demandas no modelo utilizados para o balanço hídrico, que será descrito detalhadamente no item 0. A partir desse processo, as demandas por UHP foram espacializadas conforme apresentado no Quadro 6.44.



Quadro 6.44 - Distribuição das demandas da mineração por UHP.

UHPs		Demanda da Mineração		
		m ³ /h	L/s	%
1	Ponta da Juatinga	0	0	0%
2	Rio Paraty-Mirim	0	0	0%
3	Rio Perequê-Açú	11,376	3,16	16%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	0	0	0%
5	Rio Taquari	0	0	0%
6	Rio Mambucaba	0	0	0%
7	Rios Grataú e do Frade	0	0	0%
8	Rio Bracuí	0	0	0%
9	Rio Ariró	58,464	16,24	84%
10	Rio do Meio (Japuíba)	0	0	0%
11	Rio Jacuecanga	0	0	0%
12	Rio Jacareí	0	0	0%
13	Ilha Grande	0	0	0%
Total		69,84	19,4	-

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.3. Agricultura e pecuária

As demandas associadas ao setor de agricultura e pecuária são descritas a seguir, considerando toda demanda associada à atividade, ou seja, captações para dessedentação animal e os plantios irrigados.

Embora as atividades agropecuárias fizessem parte da matriz econômica dos municípios da região hidrográfica da Baía da Ilha Grande, ao longo das últimas décadas, de acordo com INEA (2015), sua importância foi relegada a um segundo plano, uma vez que outros empreendimentos têm progressivamente assumido o protagonismo econômico.

6.4.1.3.1. Agricultura irrigada

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas. O Atlas de Irrigação da ANA estabelece uma relação de terras aráveis com maior ou menor potencialidade para agricultura irrigada em que o Estado do Rio de Janeiro apresentou 0,70% de área potencial para agricultura. (ANA, 2017).

A demanda para agricultura representa 13% da demanda total dos usos consuntivos do Estado (abastecimento humano, indústria, mineração, agricultura e criação animal), o que corresponde a aproximadamente 21,5 m³/s. No entanto, sabe-se que as estimativas de áreas irrigadas e demanda para irrigação nem sempre refletem a realidade em função da dificuldade de obtenção de dados.

A Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, conforme o PERHI-RJ, apresenta uma demanda agrícola de cerca de 0,08 m³/s. Segundo INEA (2015), nos três municípios da RH-I, as



áreas rurais que se distribuem pelas bacias hidrográficas mantêm importância econômica, com a produção agropecuária, importância ambiental, uma vez que são zonas de transição entre as áreas protegidas do Planalto da Bocaina e as zonas urbanas próximas ao litoral, e importância social, em função de preservarem a cultura local dos povos e populações tradicionais que desta prática tiram ou complementam o seu sustento.

6.4.1.3.1.1. [Demandas Cadastradas](#)

Foram levantadas informações nos cadastros de usuários consolidado, de outorgas e de certidões ambientais de uso insignificantes de recursos hídricos, onde foram encontrados apenas dois cadastros de certidões ambientais de uso insignificante. Não foram encontradas captações para irrigação com cadastro efetuado para outorgas. Isso se justifica, possivelmente, porque a situação cadastral difere, principalmente na área rural, da situação real de usos e demandas hídricas.

6.4.1.3.1.2. [Demandas Estimadas](#)

As informações utilizadas para a estimativa das demandas para agricultura irrigada foram retiradas dos seguintes estudos:

- Censo Agropecuário 2006;
- Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) 2006 e 2016 (IBGE);
- Atlas de Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada (ANA, 2017);
- Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA (2017).

O censo realiza um levantamento completo em todo o território brasileiro, e inclui informações de tipo de cultura e método de irrigação por município, caso o plantio seja irrigado, discriminando a agricultura irrigada por tipo de tecnologia de irrigação utilizada, tais como: inundação, sulcos, aspersão (pivô central), aspersão (outros métodos) e gotejamento. Já a pesquisa Agrícola Municipal abrange apenas o tipo de cultivo e a área total plantada por município, não discriminando a presença ou ausência de irrigação e o método utilizado para tal, porém é um dado mais atualizado tendo em vista que o levantamento destes dados é realizado anualmente. O Atlas de Irrigação fornece a área irrigada total por município e por tipo de culturas e sistemas (arroz inundado, cana-de açúcar, demais culturas em pivôs centrais, demais culturas e sistemas), com dados do ano de 2015. O Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola fornece dados por município, como cultura, número de produtores, produção e área plantada, produtividade e faturamento.

Para identificar os dados referentes aos tipos de culturas por município, foi utilizado o Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA (2017) conforme o Quadro 6.45. O



cultivo que mais contribui com valores de área para a região é a plantação de bananas no município de Paraty, que utiliza 500 ha de terras.

Quadro 6.45 - Área plantada por tipo de cultura e por município da RH-I.

Município	Cultura	Área plantada (ha)	Produtividade (t/ha)
Angra dos Reis	Aipim	54	6,81
	Banana	141,50	5,70
	Cana Caldo	25,50	49,41
	Coco verde	27	2,96
	Jiló	7	2,50
	Milho verde	46,5	8,95
	Palmito	206	3,97
	Quiabo	24	5,40
Total Angra dos Reis		531,5	7,33
Paraty	Aipim	373	2,17
	Alface	33,90	6,7
	Banana	500	7,04
	Cana Cachaça	170	73,53
	Couve	22,80	1,75
	Milho Verde	1	1
	Palmito	348	2,51
Total Paraty		1.448,70	12,41
Mangaratiba (Porção na RH-I)	Aipim	2,59	12
	Banana Prata	145,62	7,2
	Cana Caldo	1,02	30
	Caqui	1,02	14,69
	Coco verde	0,64	18
	Milho Verde	0,16	5
	Palmito	1,02	2
Total Mangaratiba		152,69	7,52
TOTAL RH-I		2.132,90	

Fonte: Adaptado de EMATER - ASPA (2017).

Para o município de Mangaratiba, foi realizada uma ponderação entre os percentuais do município que se encontram dentro e fora da RH-I, e aplicada à respectiva área. Destaca-se que para esta metodologia foi considerada a hipótese de que a área irrigada está uniformemente distribuída por toda extensão do município.

Os dados de área plantada do ano de 2006 foram obtidos da PAM (IBGE); para o ano de 2017 os dados utilizados são do ASPA (EMATER). Os dados de área irrigada utilizados são provenientes do Censo Agropecuário no ano de 2006 (IBGE) e do Atlas Irrigação da ANA de 2017, com dados do ano de 2015. Considerando distribuição uniforme e apenas as áreas localizadas dentro da RH-I, estão dispostos no Quadro 6.46.



Quadro 6.46 - Área plantada e área irrigada por município da RH-I.

Município	Área Plantada (ha)		Área irrigada (ha)	
	2006	2017	2006	2017
Angra dos Reis	1.537	531,50	X ¹	8
Paraty	2.366	1.448,70	23	23
Mangaratiba	161	152,7	0,6	0,61
Total	4.064	2.132,9	23,6	31,61

Fonte: Pesquisa Agrícola Municipal 2006 (IBGE); Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola 2017 (EMATER); Censo Agropecuário 2006 (IBGE); Atlas Irrigação 2017 (ANA).

¹ Os dados das Unidades Territoriais com menos de 3 (três) informantes estão desidentificados com o caractere X.

Nota-se que há uma redução da área total plantada de 2006 para 2017 de aproximadamente 47%. Fato explicado devido a agricultura deixar de ser uma das principais economias da RH-I, cedendo espaço para outros setores econômicos. Ressalta-se também, que esta redução ocorre principalmente no município de Angra dos Reis. Outro dado a ser destacado diz respeito a área irrigada, que corresponde a aproximadamente 1,5% da área plantada.

Identifica-se também um crescimento do total da área irrigada de aproximadamente 9 ha, apesar da necessária ressalva ao valor de Angra do Reis, para o ano de 2006, que consta como desidentificado. Além disso, faz-se necessário observar que nesses valores estão desconsideradas as áreas irrigadas por molhação, que tem representatividade na bacia principalmente em pequenas propriedades.

As estimativas das demandas hídricas para a agricultura irrigada na região, foram calculadas a partir da metodologia descrita no estudo denominado Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil - Produto 6: Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada (MMA, 2011).

O estudo apresenta diversas metodologias de cálculo para a estimativa das quantidades, fornecendo valores e coeficientes técnicos para o cálculo das demandas de irrigação nas diferentes Unidades da Federação. No presente trabalho será utilizado o Memorial Descritivo da Estimativa de Demanda de Irrigação Contida no Documento "Plano Nacional de Recursos Hídricos - Documento Base de Referência, Minuta" NOTA TÉCNICA ANA 007/SPR/2003 - (ANA, 2003 apud MMA, 2011), por se tratar de uma metodologia bem conceituada e que discretiza os meses mais e menos críticos com relação a demanda de irrigação, baseado nos tipos de cultura típicos de cada região e a sazonalidade das demandas de acordo com o ciclo dessas culturas.

O documento fornece o coeficiente de vazão específica, representando a demanda específica de captação para a irrigação do Estado do Rio de Janeiro, discriminadas em demanda captada específica média anual, demanda captada específica do mês mais crítico e demanda captada específica do mês menos crítico. Os coeficientes são apresentados no Quadro 6.47.



Quadro 6.47 - Coeficientes técnicos de demanda específica de irrigação.

Demanda	Coeficiente (L/s.ha)
Demanda captada específica média anual	0,28
Demanda captada específica (mês mais crítico)	0,71
Demanda captada específica (mês menos crítico)	0,14

Fonte: Adaptado de MMA (2010).

Esses coeficientes foram utilizados junto aos quantitativos de área irrigada, apresentados no Quadro 6.46, para estimar a demanda de agricultura irrigada para os municípios resultando nas demandas apresentadas no Quadro 6.48. Observa-se que a demanda apresentada não corresponde às áreas plantadas por cultura no Quadro 6.45, mas sim às áreas irrigadas por município.

Quadro 6.48 - Demandas da agricultura irrigada por município.

Município	Demanda captada específica média anual (L/s)	Demanda captada específica do mês mais crítico (L/s)	Demanda captada específica do mês menos crítico (L/s)
Angra dos Reis	2,24	5,68	1,12
Paraty	6,44	16,33	3,22
Mangaratiba	0,17	0,43	0,08
RH-I	8,85	22,44	4,42

Fonte: Elaboração própria.

Realizando-se um comparativo com dados do PERHI-RJ, o mesmo apresenta uma demanda estimada para a BIG de 80,42 L/s. Esta diferença pode ser evidenciada no fato da área destinada a cultivos na região ter reduzido bastante ao longo dos anos, principalmente a cultura de arroz, que é uma das que demandam água em maior quantidade. Conforme dados apresentados no Quadro 3.2, a cultura de arroz já não aparece como produção da RH-I na pesquisa mais recente, realizada no ano de 2017.

6.4.1.3.1.3. Espacialização da Demanda da Agricultura Irrigada

Para a alocação das demandas na modelagem para o balanço hídrico foi realizada uma análise a partir da sobreposição das demandas cadastradas e estimadas. Essa análise resultou na espacialização que é apresentada no Quadro 6.49.



Quadro 6.49 - Estimativa de demanda para a agricultura irrigada por UHP.

UHPs		Demanda da Irrigação		
		m ³ /h	L/s	%
1	Ponta da Juatinga	0	0	0,00%
2	Rio Paraty-Mirim	0,036	0,01	0,14%
3	Rio Perequê-Açú	5,832	1,62	22,16%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	0	0	0,00%
5	Rio Taquari	0	0	0,00%
6	Rio Mambucaba	0	0	0,00%
7	Rios Grataú e do Frade	0	0	0,00%
8	Rio Bracuí	0	0	0,00%
9	Rio Ariró	0	0	0,00%
10	Rio do Meio (Japuíba)	20,448	5,68	77,70%
11	Rio Jacuecanga	0	0	0,00%
12	Rio Jacareí	0	0	0,00%
13	Ilha Grande	0	0	0,00%
Total		26,316	7,31	-

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.3.2. *Dessedentação animal*

6.4.1.3.2.1. Demandas Cadastradas

De acordo com informações obtidas nos cadastros de usuários consolidado, de outorgas e de certidões ambientais de uso insignificantes de recursos hídricos, a RH-I apresenta apenas um usuário cadastrado, com outorga de captação superficial de uso insignificante (0,14 L/s). Com base na legislação estadual vigente, referente à significância dos usos superficiais, as demandas que se enquadram como usos significantes (sujeitas a outorga) são as maiores que 0,4 L/s.

6.4.1.3.2.2. Demandas Estimadas

A estimativa das demandas hídricas relacionadas ao setor de criação animal, em específico a dessedentação animal foi obtida de forma indireta, tomando como base o número de cabeças do rebanho para cada espécie animal no município e a vazão per capita para cada espécie animal.

Os dados foram baseados em informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2016) - Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA - Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), Censo Agropecuário 2006 e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI-RJ).

Realizou-se a espacialização dos rebanhos nas áreas rurais (considerando a definição de área rural e urbana apresentada no setor Censitário de 2010) para os três municípios. Para o município de Mangaratiba, que possui área externa à RH-I, foi considerada apenas a parcela que se encontra dentro da região, distribuindo-se os rebanhos proporcionalmente à porção da área rural do município localizada na RH-I.



O cálculo da estimativa das demandas do setor de criação animal foi realizado com os dados obtidos no SIDRA, nos quadros da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) como é apresentado no Quadro 6.50.

Quadro 6.50 - Número de cabeças por tipo de rebanho, por município.

Município	Tipo de rebanho (cabeças)								
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno Total	Suíno - matrizes de suínos	Caprino	Ovino	Galináceos Total	Galináceos Galinhas
Angra dos Reis	5.680	9	73	600	70	8	43	-	-
Paraty	3.548	-	216	392	55	165	180	6.839	2.566
Mangaratiba	1,45	-	0,06	-	-	0,0006	0,002	-	-

Fonte: SIDRA (IBGE, 2016).

De posse dos dados de número de cabeças por rebanho, foram definidos os coeficientes de demanda *per capita* a serem utilizados nas estimativas, como apresentado no Quadro 6.51.

Quadro 6.51 - Consumo por espécie.

Rebanho	Bovinos e Bubalinos	Bovino de Leite	Equinos, asininos e muares	Suínos	Ovinos e Caprinos	Aves
Consumo (L/cabeça/dia)	45	62	40	28	6	0,4
Consumo (m³/cabeça/dia)	0,045	0,062	0,04	0,028	0,006	0,0004

Fonte: Embrapa Suínos e Aves (2009) - Uso racional da água na suíno cultura; Embrapa - Comunicado Técnico 102 (2013); Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil (2011).

Os resultados são mostrados no Quadro 6.52 e no Quadro 6.53.

Quadro 6.52 - Demandas por espécie.

Município	Demanda por tipo de rebanho (m³/dia)								
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno Total	Suíno - matrizes de suínos	Caprino	Ovino	Galináceos Total	Galináceos Galinhas
Angra dos Reis	256	0,4	2,92	16,8	2	0,05	0,26	-	-
Paraty	160	-	8,64	10,98	1,54	1	1,1	2,74	1,03
Mangaratiba	0,1	-	0,002	-	-	0,000006	0,00001	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 6.53 - Demanda para dessedentação animal.

Município	Vazão dessedentação animal (m³/dia)	Vazão dessedentação animal (m³/h)
Angra dos Reis	278,43	11,6
Paraty	187,03	7,79
Mangaratiba	0,1	0,004
RH-I	465,56	19,4

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.3.2.3. Espacialização da Demanda para Dessedentação Animal

A espacialização da demanda para a dessedentação animal, foi realizada de forma correlata ao realizada para a agricultura irrigada, baseando-se em uma análise que sobrepôs as demandas cadastradas e estimadas e com o propósito de subsidiar a modelagem para o balanço hídrico. Essa espacialização é apresentada no Quadro 6.54.



Quadro 6.54 - Estimativa de demanda para a dessedentação animal por UHP.

UHPs	Demanda da Dessedentação Animal		
	m ³ /h	L/s	%
1 Ponta da Juatinga	0,612	0,17	3,18%
2 Rio Paraty-Mirim	1,476	0,41	7,68%
3 Rio Perequê-Açú	2,088	0,58	10,86%
4 Rios Pequeno e Barra Grande	1,44	0,4	7,49%
5 Rio Taquari	2,592	0,72	13,48%
6 Rio Mambucaba	0,396	0,11	2,06%
7 Rios Grataú e do Frade	1,26	0,35	6,55%
8 Rio Bracuí	0,468	0,13	2,43%
9 Rio Ariró	4,608	1,28	23,97%
10 Rio do Meio (Japuíba)	1,512	0,42	7,87%
11 Rio Jacuecanga	1,764	0,49	9,18%
12 Rio Jacareí	0,72	0,2	3,75%
13 Ilha Grande	0,288	0,08	1,50%
Total	19,224	5,34	-

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.4. Geração de energia

A geração de energia na RH-I é de fonte nuclear. As únicas usinas nucleares em operação no Brasil estão reunidas na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto localizada no distrito de Cunhambebe, no Município de Angra dos Reis, e contam com três usinas nucleares: Angra 1, Angra 2 e Angra 3.

Angra 1 e 2 estão em operação, e a Angra 3 está em fase de construção. Angra 1 foi a primeira usina nuclear brasileira, entrou em operação em 1985 e opera com um reator de água pressurizada, gerando energia suficiente para suprir uma cidade de 1 milhão de habitantes, com capacidade de geração de 657 MW. Com padrões de desempenho compatíveis com a prática internacional, em 2010 a usina bateu seu recorde de produção, fato que se repetiu novamente em 2011 (INEA, 2015).

De acordo com o Inea (2015) Angra 2 começou a ser construída em 1981, mas teve o ritmo das obras desacelerado a partir de 1983, devido à grave crise econômica tendo suas atividades interrompidas em 1986. A construção foi retomada ao final de 1994, sendo concluída em 2000. A usina iniciou sua operação a partir de 2001, utilizando um reator de água pressurizada de tecnologia alemã Siemens/KWU (atual Areva NP), com capacidade para atender ao consumo de uma cidade de 2 milhões de habitantes e com capacidade de geração de 1.350 MW.

A Usina Angra 3 está sendo construída em Ponta Grande, na Praia de Itaorna, dentro do próprio sítio da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). Além das três Unidades Operacionais (Angra 1, 2 e 3), a CNAAA também inclui um Centro de Gerenciamento de Rejeitos, bem como uma Subestação Principal.



O Centro de Gerenciamento de Rejeitos armazena rejeitos de baixa e média radioatividade, provenientes das duas Unidades em operação. A deposição dos rejeitos de Angra 3 deverá ser transferida para um depósito definitivo de rejeitos radioativos, a entrar em operação concomitantemente ao início da operação da Unidade. A Eletronuclear (Eletrobras) cita que esses depósitos têm capacidade suficiente para armazenar de forma segura, ou seja, isolados do público e do meio ambiente, todos os rejeitos de baixa e média atividades produzidos pela operação e manutenção das usinas Angra 1, Angra 2 e Angra 3.

Apesar de ser considerada uma fonte de energia com baixo potencial poluidor, por não utilizar combustíveis fósseis, devido às substâncias radioativas está associada a riscos de baixa frequência e grande magnitude. A probabilidade de ocorrência de algum acidente é considerada mínima, mas não desprezível.

6.4.1.4.1. Outras possíveis fontes de energia

Com o intuito de apurar os possíveis interesses do setor elétrico nos rios do território da BIG, verificou-se na base de dados da ANEEL os aproveitamentos hidrelétricos instalados, em construção e outorgados, além daqueles empreendimentos em planejamento, ainda não aprovados ou mesmo reprovados, bem como os que foram somente inventariados.

Considerou-se as Usinas Hidrelétricas (UHE), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Central Geradora Hidrelétrica (CGH). De acordo com o Acompanhamento de estudos e Projetos Hidroenergéticos da ANEEL, atualizado em março de 2018, na RH-I é identificada uma PCH no Rio Ariró. Esta, com potência de 14 MW, encontra-se com o status de “Eixo Disponível”, sendo assim considerados aqueles empreendimentos identificados em um inventário hidrelétrico que estão disponíveis para qualquer interessado realizar o seu estudo.

6.4.1.4.2. Demanda de água

As plantas de energias nucleares geralmente instalam-se próximas às zonas costeiras, por realizarem um uso altamente intensivo de água em seus processos. As usinas brasileiras demandam água do mar para resfriamento dos reatores, o que é um ponto positivo, pois a água do oceano não aquece tão rapidamente quanto a de lagos e de rios, além de não dependerem/utilizarem grandes quantidades de água doce no processo.

A Eletronuclear possui um Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade das Águas que possui como objetivo monitorar a qualidade das águas subterrâneas, industriais e salinas, das áreas de propriedade da Empresa ou daquelas que possam ser afetadas pela operação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAL), de forma a possibilitar um acompanhamento e controle da utilização dessas águas.



A água tratada utilizada é captada nos Rios do Frade e do Córrego Sacher para utilização na CNAAA para as usinas, área administrativa, escritório e outros usos ligados ao saneamento, porém estes usos estão cadastrados como abastecimento público e por esta razão serão tratados no capítulo designado a este uso.

A refrigeração dos reatores utiliza água do mar para ambas as usinas que é captada em Itaorna e descartada no saco da Piraquara.

No Relatório de Sustentabilidade (2017), a Eletronuclear menciona estar adotando diversas iniciativas para a diminuição do uso de água, elas são: instalação de hidrômetros nos diversos sistemas dos empreendimentos, a fim de identificar e eliminar possíveis perdas, além de dispositivos de redução de consumo, tais como torneiras com temporizador, nas áreas administrativas; compra de válvulas redutoras de pressão (VRP), para busca de vazamentos não visíveis, entre outras.

No Quadro 6.55 está evidenciado o consumo de água na Organização, estratificado por área:

Quadro 6.55 - Consumo de água da Eletronuclear, por área de consumo.

Setor	Consumo (m ³ /ano) 2016	Consumo (m ³ /ano) 2017
Escritórios Administrativos (Sede e Brasília)	12.127	11.703
CNAAA - Processo de Geração	570.675	503.400
Refrigeração das Usinas - Água do Mar	3.315.363.666	3.376.100.000

Fonte: Eletronuclear (2017).

Segundo o Relatório mencionado, a Organização cita que em seu Plano de Negócios 2018-2022, estabeleceu a meta de redução de 0,3% anuais no consumo de água administrativa, e também, prevê um estudo para criar mecanismos para utilização de água de fonte pluvial, de forma a auxiliar na meta anteriormente citada.

Observa-se que as captações de água para fins sanitários são apresentadas no item de abastecimento urbano e rural (6.4.1.9.1).

6.4.1.5. Pesca

A faixa marinha da Baía da Ilha Grande, em termos fisiográficos, constitui um corpo d'água marinho semi-confinado, devido à presença da Ilha Grande, a qual é separada do continente por um estreito, associado a uma grande depressão batimétrica, conhecida como Canal Central (MMA/IBAMA, 2006). De acordo com INEA (2015), a zona costeira da BIG é bastante irregular e acidentada, com presença constante de costões e áreas abrigadas como enseadas, baías e sacos.



A região mantém alguns pontos onde grande parte da natureza é encontrada em estado quase selvagem, contribuindo na preservação da cultura caiçara com seu artesanato, culinária e meios tradicionais de subsistência. Os caiçaras têm grande sintonia com a natureza, respeitando-a e protegendo-a através de um uso adequado, em que o estilo de vida associa a pesca, a pequena agricultura, o artesanato e o extrativismo vegetal. São comunidades formadas pela mescla da contribuição étnico-cultural dos indígenas, colonizadores europeus e escravos africanos, e ocupam o litoral da Baía da Ilha Grande. Percebe-se que há grande influência de diferentes povos colonizadores, como por exemplo, os japoneses que apresentaram novas artes de pesca e foram introduzindo gradativamente o barco a motor e a arte de pesca do cerco flutuante no início do século XX (FIFO, 2009).

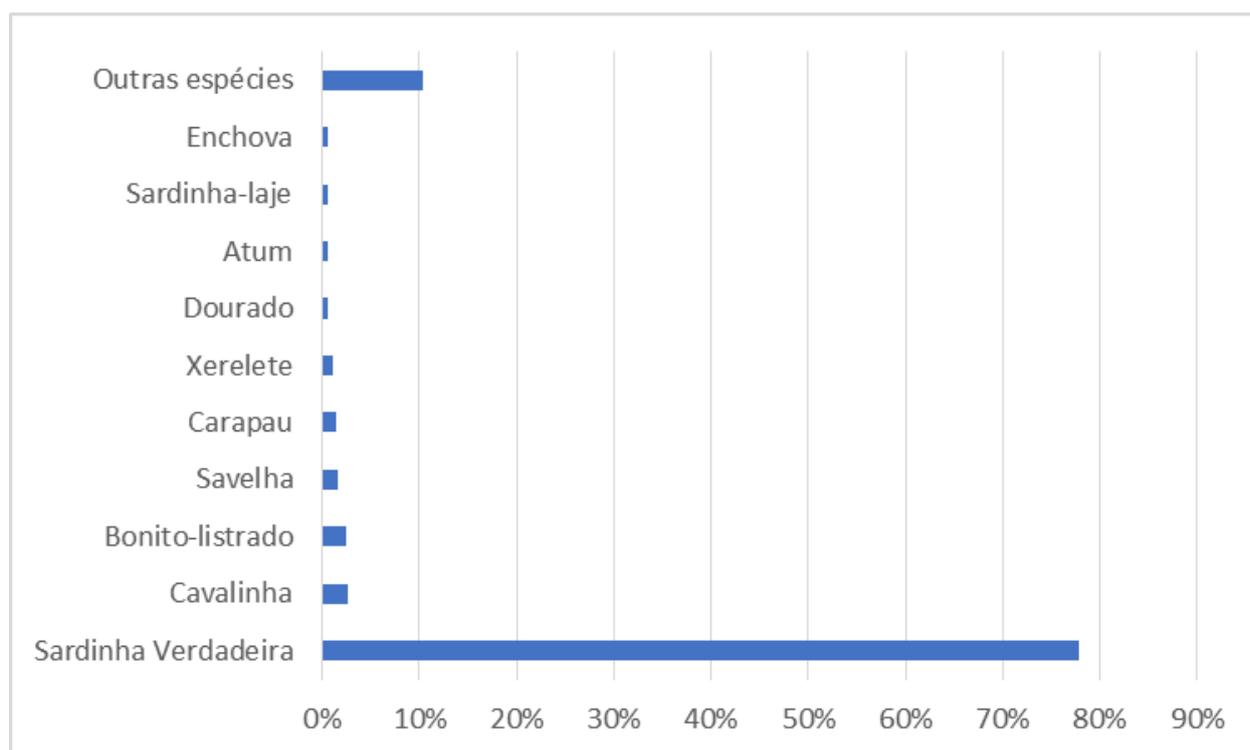
A RH-I abriga uma diversidade muito grande de ecossistemas costeiros e habitats marinhos, em virtude disto a pesca já foi considerada, segundo INEA (2015), como uma das principais atividades econômicas da BIG e atualmente só perde para os serviços ligados ao turismo. A pesca mobiliza desde populações caiçaras utilizando de seus métodos tradicionais de pesca, como citado anteriormente, até empresas que investem em grandes embarcações, sonares e navegadores por satélite. Trata-se de um uso não consuntivo, mas que pode ser altamente impactado devido à presença de outros usos que gerem altas cargas poluidoras, uma vez que esta atividade depende da qualidade ambiental dos ecossistemas costeiros.

Os relatórios de monitoramento de desembarque de pescado apontam para uma produção total superior a 90 mil toneladas em 2012, ocorrendo uma significativa redução nos anos de 2013 e 2014, em que foram desembarcados 77 mil toneladas e 76,5 mil toneladas de pescado, respectivamente. No ano de 2015, ocorreu uma nova redução na produtividade, ocorrendo o desembarque de aproximadamente 60,6 mil toneladas. Conforme apresentado nos relatórios, a redução registrada em 2015 se justifica pela interrupção das coletas de dados em muitos municípios nos primeiros meses do ano (FIPERJ, 2015).

De acordo com dados do Boletim Estatístico da Pesca no Estado do Rio de Janeiro dos anos de 2011 e 2012, Angra dos Reis registrou a maior produção em 2011, de 26.823 toneladas, superior a Niterói, devido principalmente aos desembarques de sardinha-verdadeira da frota de cerco de todo Sudeste e Sul naquele ano. Porém, em 2012 o volume da espécie diminuiu em 10%, de 23.067 toneladas para 20.760 toneladas. Ao analisar as artes de pesca praticadas pela frota, observa-se a predominância do cerco em termos de produção nos dois anos (76% e 74%), principalmente em virtude de cinco das espécies mais capturadas serem espécies-alvo desta arte, entre elas a sardinha-verdadeira. Em seguida destacam-se as frotas de arrasto duplo (8% e 11%) e de vara e isca-viva (6% e 9%).



Na série de dados disponíveis no relatório de 2015 da FIPERJ, a Sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) representa 77,79% da produção pesqueira do Estado, atingindo em 2015 47,2 mil toneladas, seguida por Cavalinha (diversos pequenos pelágicos, principalmente *Scomber* sp.), com 1,6 toneladas (2,74% do total pescado) e bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*) com 1,5 toneladas, compondo cerca de 2,55% do total desembarcado no Rio de Janeiro, conforme apresentado na Figura 6.68.



Fonte: Adaptado de FIPERJ, 2015.

Figura 6.68 - Ilustração da produção pesqueira em relação às principais espécies desembarcadas no Estado do Rio de Janeiro em 2015.

O monitoramento da Pesca no Estado do Rio de Janeiro no ano de 2015 mostra que o município de Angra dos Reis se apresentou como o maior porto de desembarque de pescado fluminense, cujas cinco principais espécies foram: sardinha-verdadeira, carapau, cavalinha, xerelete e sardinha-laje. As principais espécies desembarcadas em Paraty foram: corvina, os camarões sete-barbas, rosa e branco, e espada. (FIPERJ, 2015).

No Quadro 6.56 está apresentado a produção pesqueira mensal e anual (2015), por município pertencente à BIG.



Quadro 6.56 - Produção pesqueira mensal monitorada por município em 2015 (em kg).

Mês	Angra dos Reis	Paraty
Janeiro	131.046,00	12.060,50
Fevereiro	2.317.198,50	11.486,50
Março	7.207.432,00	15.134,00
Abril	6.228.592,00	26.306,00
Mai	4.137.807,00	20.329,00
Junho	2.543.786,50	73.816,60
Julho	199.516,00	52.334,50
Agosto	10.353.215,50	38.849,00
Setembro	7.161.203,50	34.554,00
Outubro	4.030.764,50	31.036,00
Novembro	42.595,00	-
Dezembro	20.800,30	-
Total	44.373.956,80	315.906,10

Fonte: FIPERJ (2015).

Obs.: O Município de Mangaratiba não aparece nos dados da fonte.

No Quadro 6.57 a seguir é apresentada a captura mensal para o período de julho a dezembro de 2017 por município, com dados da frota artesanal e industrial.

Quadro 6.57 - Produção pesqueira mensal monitorada por município da pesca artesanal e industrial (em toneladas).

Mês	Angra dos Reis		Paraty		Mangaratiba	
	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial
Julho	295,68	292,39	114,47	-	101,49	-
Agosto	445,17	1.510,43	147,10	-	54,77	-
Setembro	212,50	681,15	138,84	1,48	36,79	-
Outubro	390,24	1.183,87	70,03	0,70	19,77	-
Novembro	155,55	49,77	64,91	0,64	29,46	-
Dezembro	352,36	586,32	60,83	-	40,15	-
Total	1.851,49	4.303,93	596,20	2,83	282,42	-

Fonte: PETROBRAS (2018).

Ressalta-se a realização do período de defeso para as culturas, que é a paralisação temporária da pesca para a preservação das espécies (Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009). Sendo assim, fica proibida a pesca durante um período, com o objetivo de preservar a reprodução da espécie e assim garantir sua continuidade. Em geral, se limita a um período fixo anual visando proteger a época de reprodução ou de recrutamento (período em que os juvenis atingem certo tamanho e maturidade reprodutiva, e recrutam ao estoque adulto, sujeito à pesca). São exemplos para a região os períodos de defeso da sardinha-verdadeira (15/jun a 31/jul; 01/nov a 15/fev), do mexilhão (01/set a 31/dez) e de diversas espécies de camarão (01/mar a 31/mai) (FIPERJ, 2019).

6.4.1.5.1. Principais modalidades pesqueiras

A região conta com diversas modalidades de pesca para explorar os recursos costeiros e oceânicos, tais como:

- Arrasto de fundo: é usada uma rede cônica, presa a duas estruturas que mantêm a rede aberta no fundo, chamadas "portas", e tracionadas por uma embarcação. Pode ser



simples ou duplo, no arrasto duplo uma embarcação opera duas redes cônicas idênticas, arrastadas simultaneamente com auxílio de tangones e portas estabilizadoras. O arrasto simples emprega apenas uma rede cônica de portas (SPA, 2014). Esta modalidade é voltada principalmente para a pesca de camarões e peixes bentônicos-demersais.

- Cerco: consiste em uma grande rede liberada do barco principal, e com a ajuda de uma embarcação auxiliar, conhecida como "panga", é feito o cerco do cardume de peixes pelágicos, fechando a rede, considerada uma operação de moderada complexidade, que emprega tripulações mais numerosas (até 17 pescadores). É utilizada para a captura de peixes que formam grandes cardumes, como a Sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*).
- Cerco Flutuante: A técnica do cerco flutuante faz parte de um conjunto de influências históricas que formou a cultura caiçara e foi trazida por imigrantes japoneses em 1920. É considerada uma arte de pesca sustentável, pois os peixes que não interessam comercialmente, podem ser liberados vivos para a natureza. O aparelho é bastante similar ao cerco fixo no que diz respeito à forma e função, a rede é sustentada na superfície por vários flutuadores de feixes de bambu ou tubos de PVC, e presos ao fundo por inúmeras poitas. O cercado tem uma forma elíptica, fechado na parte inferior, tendo em uma das paredes laterais um pano quadrado que serve de ensacador.
- Rede de Emalhe: É uma rede extensa, presa à boias que marcam sua localização. Pode ser fixa ou ficar à deriva, na superfície ou no fundo. As redes colocadas na posição vertical, através de flutuadores e lastros, em zonas onde passam cardumes. Os peixes ficam presos (emalhados) nas redes devido ao seu próprio movimento. É utilizada principalmente para a captura de corvina, peixe-sapo, peruá, anchova, bonito.
- Espinhel: Em uma linha principal são presas linhas secundárias espaçadas, com anzóis nas pontas. Essa arte de pesca atua de forma passiva, com as iscas atraindo os peixes. O espinhel pode ser vertical ou horizontal, de fundo, meia-água ou superfície. É utilizado para a captura de atuns e afins, cações, dourado, namorado, pargo.
- Linha: como linha de mão, uma série de linhas independentes entre si são lançadas da embarcação, com um anzol na extremidade que é utilizada para a captura de garoupas, robalos, vermelhos e afins. Com vara e isca viva, cada pescador se utiliza de uma vara com um anzol na extremidade. As iscas-vivas são lançadas na água para a captura dos cardumes com as varas.

A produção pesqueira na Zona Costeira da Baía da Ilha Grande está fortemente atrelada aos desembarques no Município de Angra dos Reis, principal centro de desembarque e



escoamento da produção. Há também algum desembarque distribuído de modo bastante disperso na Baía de Paraty, efetuado majoritariamente pela pesca artesanal (INEA, 2015).

Em geral, baseado em um levantamento realizado por Begossi *et al.* (2009), as pescarias artesanais transcorrem relativamente próximas às comunidades caiçaras onde os pescadores residem e desembarcam o pescado. O Quadro 6.58 apresenta as modalidades de pesca praticadas, as principais espécies exploradas e os principais conflitos registrados na RH-I.

Quadro 6.58 - Principais espécies exploradas e os principais conflitos registrados na RH-I.

Município	Localidade	Tipo de Pescado	Tipo de Pesca	Principais entraves e conflitos
Angra dos Reis	Perequê	Cavala, corvina, espada, olho de cão e vermelho.	Linha de mão, redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras, Fiscalização (Capitania dos Portos e órgãos ambientais).
	Mambucaba	Cavala, corvina, garoupa, polvo, robalo, bodião e tainha.	Linha de mão, redes de espera, mergulho.	Barcos de arrasto, traineiras, turismo náutico, redes de pesca, cercos de robalo, desrespeito ao defeso e assoreamento dos rios.
	Frade	Bicuda, carapau, cavala, corvina, pescada, badejo e robalo.	Linha de mão, redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras, mergulho e poluição.
	Vila Velha	Bicuda, carapau, cavala, corvina, enchova, lula e vermelho.	Linha de mão, zangareio e redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras, mergulho turismo náutico, redes de pesca.
	Ponta Leste	Cavala, corvina, enchova, espada, olho de cão, lula e xerelete.	Linha de mão, redes de espera e cerco flutuante.	Barcos de arrasto, traineiras, desrespeito ao defeso, pesca com batedeiras/bate-poita.
	Garatucaia	Cavala, espada, robalo, xerelete, galo e sardinha.	Cerco flutuante.	Barcos de arrasto, traineiras, turismo náutico, redes de pesca e poluição.
Ilha Grande	Ilha da Gipóioa	Cavala, lula, olhudo, piranjica, vermelho e Xerelete.	Linha de mão, zangareio e redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, barcos de outras localidades, fiscalização.
	Saco do Céu	Corvina, pescada, cavala e garoupa.	Redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar e restrições ambientais nas áreas de pesca.
	Japariz	Espada, goete, porquinho.	Indeterminado (pesca embarcada e artesanal).	Barcos de arrasto, traineiras, fiscalização (órgãos ambientais), poluição.
	Bananal	Sardinha, badejo, corvina, goete, vermelho, cavala, enchova e garoupa.	Rede de espera e cerco flutuante.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar e dificuldade na obtenção de licenças.
	Sítio Forte	Lula.	Indeterminado (modalidades artesanais).	Barcos de arrasto, traineiras, dificuldade na obtenção de licenças, desrespeito ao defeso e fiscalização.
	Manguariqueçaba	Cultivo de mexilhões, ostras e coquilles, espada e lulas.	Indeterminado (pesca esporádica).	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, mergulho, mudanças climáticas e redes de pesca.
	Abraão	Corvina, enchova, garoupa, xerelete, mangorra, pescada e pescadinha.	Redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras, fiscalização (órgãos ambientais), e barcos de outras localidades.
	Matariz	Enchova, vermelho, corvina, garoupa, pescada e xerelete.	Linha de mão, redes de espera, cerco flutuante.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, fiscalização (órgãos ambientais), mergulho e dificuldades na obtenção de licenças.
	Provetá	Enchova, cavala, piranjica e xerelete.	Cerco flutuante e rede de espera.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, fiscalização (órgãos ambientais), mergulho e barcos de outras localidades.
	Aventureiro	Cavala, enchova, garoupa, pampo, piranjica, carapau, corvina, goete e Maria mole.	Cerco flutuante e redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, fiscalização (órgãos ambientais), barcos de outras localidades, e restrições ambientais nas áreas de pesca.
Dois Rios	Cavala, espada, enchova, garoupa, galo, piranjica e xerelete.	Cerco flutuante e redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras, mergulho e pesca predatória.	



Município	Localidade	Tipo de Pescado	Tipo de Pesca	Principais entraves e conflitos
Paraty	Trindade	Carapau, cavala, espada, sororoca, garoupa, corvina e lula.	Cerco Flutuante	Barcos de arrasto, traineiras, barcos de outras localidades, fiscalização (órgãos ambientais).
	Praia do Sono	Bonito, cavala, sororoca, espada, xerelete, corvina, garoupa, lula e tainha.	Cerco flutuante e redes de espera.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar, fiscalização (órgãos ambientais), barcos de outras localidades.
	Ponta Negra	Bonito, cavala, sororoca, espada, xerelete, corvina, garoupa, lula e tainha.	Cerco flutuante, redes de espera e linha de mão.	Barcos de arrasto, traineiras com sonar e barcos de outras localidades.
	Cajaíba e Pouso	Camarão, cavala, corvina, espada, garoupa, betara, lula, porquinho, sororoca e tainha.	Arrasto, cerco e linha de mão.	Fiscalização (órgãos ambientais), barcos de outras localidades, traineiras com sonar, altos preços do diesel e material de pesca.
	Saco do Mamanguá	Camarão, parati, robalo, tainha e a pescada.	Redes de espera, bate-bate.	Barcos de arrasto, traineiras, alto custo do gelo e fiscalização (órgãos ambientais).
	Paraty-Mirim	Garoupa, badejo, corvina e parati.	Mergulho, redes de espera.	Pesca intensiva, dificuldade de venda, falta de apoio da colônia de pesca.
	Ilha do Algodão	Lula, garoupa, robalo e vermelho.	Linha de mão, mergulho.	Barcos de arrasto, traineiras, pesca com bateadeiras/bate-poita, rolete e cerco de robalo.
	Ponta Grossa	Camarões branco, camarão sete-barbas, corvina, parati, vermelho, cavala e carapau.	Arrasto, redes de espera.	Barcos de arrasto, fiscalização (órgãos ambientais), presença de UC, escassez de pescado e desrespeito ao defeso.
	Centro de Paraty	Camarão branco, camarão sete-barbas, camarão vermelho, corvina, parati, pescada, robalo, tainha e parati.	Arrasto, redes de espera e cerco.	Barcos de arrasto, traineiras, poluição, fiscalização (órgãos ambientais).
	Ilha do Araújo	Robalo, camarão branco, corvina, cação e tainha.	Redes de espera, arrasto, linha de mão.	Barcos de arrasto, traineiras, cerco de robalo, fiscalização (órgãos ambientais).
	Praia Grande	Camarão sete-barbas, camarão branco, corvina, pescada, robalo, tainha, cação e prejebeba.	Redes de espera, arrasto, espinhel e mergulho.	Barcos de arrasto, traineiras, cerco de robalo, fiscalização (órgãos ambientais).
	São Gonçalo	Camarão branco, parati, robalo, pescada e tainha.	Redes de espera, lance e cerco.	Barcos de arrasto, traineiras, cerco de robalo, e assoreamento na barra do rio.
Tarituba	Robalo, cação, camarão, corvina, cavala, e vermelho.	Cerco, redes de espera, mergulho.	Barcos de arrasto, traineiras, fiscalização (órgãos ambientais), barcos de outras localidades.	

Fonte: Inea (2015).

6.4.1.5.2. Principais Conflitos relacionados à pesca

Devido ao seu alto potencial turístico, a região hidrográfica da Baía da Ilha Grande sofre com diferentes pressões externas, gerando impactos e conflitos de diversas fontes, que envolvem pescadores industriais, desportistas, veranistas, governanças e órgãos ambientais das esferas Federal, Estadual e Municipal. Alguns destes conflitos foram citados no Quadro 6.58 e como complementação, os que são considerados mais amplos estão mencionados a seguir.

O grande potencial turístico da Baía da Ilha Grande gera uma forte pressão imobiliária direcionada à Zona Costeira, desencadeando impactos significativos que incluem: o aumento na produção de efluentes domésticos; a apropriação e alteração de espaços costeiros, através da construção de casas de veraneio, aterros e atracadouros particulares; o acúmulo de resíduos sólidos e a superlotação de praias (INEA, 2015).

O município de Angra dos Reis concentra empreendimentos de grande porte, como por exemplo o Porto de Angra dos Reis e o Terminal Marítimo da Baía da Ilha Grande (TEBIG), além



das atividades de exploração de petróleo que compartilham do mesmo espaço costeiro que a pesca, exercendo forte pressão sobre os ecossistemas costeiros locais, causando o desequilíbrio do mesmo.

O conflito entre pescadores artesanais e os de porte industrial também se faz bastante presente, tendo em vista a disputa por espaços comuns, especialmente na Zona Costeira do interior da BIG, sendo potencializados pelas desigualdades inerentes às respectivas capacidades de pesca, bem como pelo emprego de modalidades pouco seletivas como o arrasto de fundo. Tendo em vista o limitado poder de deslocamento dos pescadores artesanais, estes dependem fortemente da preservação e qualidade dos ciclos ecológicos naturais e a qualidade ambiental dos ecossistemas costeiros é, por conseguinte, fundamental para a manutenção das comunidades humanas que dependem da pesca artesanal.

Os conflitos relacionados aos órgãos ambientais advêm principalmente de normativas que restringem a pesca em determinados setores costeiros, outrora acessíveis aos pescadores artesanais. Esta situação é agravada por uma possível comunicação deficiente entre gestores ambientais e as comunidades tradicionais locais, além de que das quatro Unidades de Conservação que abrangem porção marinha na RH-I, somente uma tem Plano de Manejo.

Merece destaque o Termo de Compromisso firmado entre pescadores artesanais e a ESEC Tamoios que visa a compatibilização entre as necessidades de subsistência de pescadores artesanais e os objetivos de conservação. Esse processo foi iniciado em 2009 e o Termo foi publicado no Diário Oficial da União em 2017 (ICMBIO, 2017).

A RH-I sofre um potencial conflito entre a pesca e a regulamentação legal de uso do espaço marinho, dentre outros aspectos. A pesca por arrasto duplo engloba áreas da zona costeira no interior da BIG, onde existem restrições legais à pesca de arrasto de portas a menos de 3.708 m da costa (Portaria IBAMA 43-N, de 11 de abril de 1994). Não é permitida a pesca com redes até 1 km da costa no entorno da Ilha Grande (Portaria SUDEPE nº35-N de 22 de dezembro de 1988). No caso da pesca de cerco, há um menor potencial de conflito com a legislação vigente.

Inea (2015) destaca três setores costeiros que estão mais propícios ao monitoramento e fiscalização: o setor localizado entre a entrada do Saco do Mamangá/Paraty-Mirim e Trindade, próximo à divisa com o Estado de São Paulo; o setor costeiro localizado entre a enseada de Mambucaba e a entrada da Baía da Ribeira, englobando várias porções insulares da ESEC Tamoios; e o setor que se estende de Angra dos Reis à Ponta de Mangaratiba, no limite Leste da Baía da Ilha Grande, englobando as Baías de Angra e Jacuecanga, e o extremo Norte da Ilha Grande.



6.4.1.6. Aquicultura

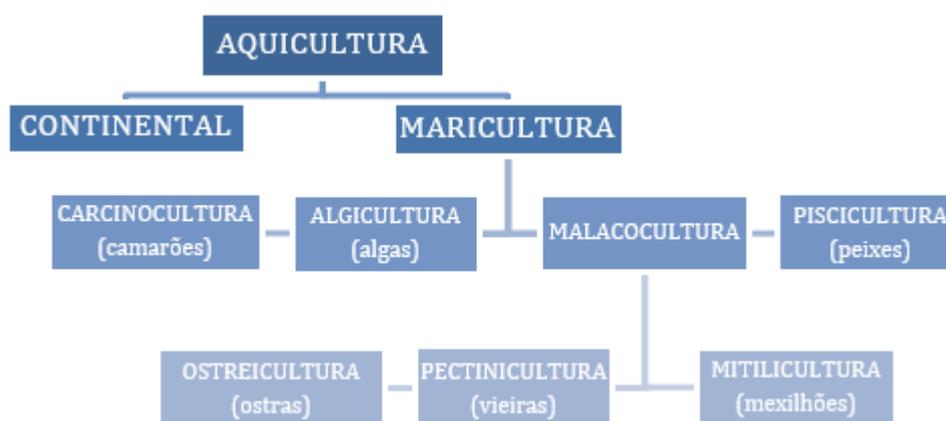
A aquicultura é o termo utilizado para definir a criação ou cultivo de organismos aquáticos em cativeiro, com fins de consumo, comercial ou ornamentação, que tenham seu ciclo de vida ou parte dele na água. É uma atividade econômica que vem apresentando elevado crescimento no Brasil, em especial no Estado do Rio de Janeiro, de acordo com a FIPERJ. Possui como características: o uso de manejo para organizar/otimizar a produção, e a existência de um proprietário da criação, ou seja, não é um bem coletivo como são as populações exploradas pela pesca.

Comparada com a agropecuária em geral, a aquicultura tem a seu favor uma maior lucratividade perante as atividades tradicionais e um menor impacto sobre o meio ambiente. O impacto da piscicultura é menor do que o da avicultura, suinocultura e bovinocultura de corte e leite (CHEN, 1998 *apud*. OSTRENSKY *et. al.*, 2007).

Em seus primórdios, a aquicultura assumiu caráter simples e extensivo envolvendo, basicamente, a engorda de organismos para consumo humano, podendo eventualmente incluir sua reprodução de modo não assistido. Nas últimas décadas, tem se voltado a métodos cada vez mais intensivos, em decorrência de um crescente desenvolvimento tecnológico alavancado pela estagnação da produção pesqueira mundial, e por uma crescente demanda por proteína animal. Atualmente, a aquicultura pode assumir estruturas complexas, envolvendo diferentes setores dotados com dinâmica própria, como a pesquisa básica, a extensão, o beneficiamento, a comercialização e o transporte (INEA, 2015).

A aquicultura divide-se em duas modalidades: aquicultura continental, que é o cultivo de organismos aquáticos de água doce e aquicultura marinha ou maricultura que é o termo utilizado para definir cultivo de organismos aquáticos de origem marinha (SEBRAE, 2002). Estas, se subdividem em outras áreas, dependendo da espécie criada, tais como as criações de peixes (piscicultura), moluscos (malacocultura), crustáceos (carcinicultura), rãs (ranicultura), algas (algalicultura) e jacarés (jacaricultura) (FIPERJ, 2015).

A Figura 6.69 apresenta um organograma com as subdivisões da aquicultura.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.69 - Organograma com as modalidades de aquicultura.

Diversas espécies continentais e algumas espécies marinhas são produzidas no Rio de Janeiro, variando de atividades de monocultivo a policultivo. No estado do Rio de Janeiro a aquicultura apresentou um aumento de sua produtividade, passando de 1.209,85 toneladas produzidas em 2013 para 1.708,97 toneladas produzidas em 2016, conforme os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sendo a aquicultura continental, mais especificamente a piscicultura, responsável por 90% desta produção total (FIPERJ, 2015).

O carro-chefe da produção de pescado é a piscicultura de água doce, que apresenta um elevado número de espécies produzidas, com predomínio das criações de tilápia (*Oreochromis niloticus*); de peixes redondos como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e seus híbridos; e da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Em 2014 a produção das espécies mencionadas representou 86% da produção aquícola estadual.

INEA (2015) cita que por apresentar condições climáticas favoráveis, o cultivo da malacocultura nos Estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina são bem desenvolvidos. A região da BIG concentra o maior número de empreendimentos de Maricultura voltados, principalmente, a malacocultura, mas que vem progressivamente incorporando outras modalidades como a piscicultura e a algicultura.

A região costeira do Rio de Janeiro possui projetos de pesquisa voltados para o aprimoramento da tecnologia de produção sustentável das espécies marinhas, principalmente o bijupirá (*Rachycentron canadum*) e a carapeba (*Eugerres brasilianus*), peixes apreciados no estado. O bijupirá é uma espécie que já apresenta cultivo estabelecido na região da Baía da Ilha Grande.



6.4.1.6.1. Espécies cultivadas na RH-I

A RH-I apresenta um ambiente favorável ao cultivo da maricultura, principalmente a baía de Angra dos Reis que se caracteriza por compor o maior complexo estuarino da baía da Ilha Grande. A maricultura consiste na criação de organismos aquáticos marinhos, principalmente peixes, moluscos e crustáceos, voltados primariamente ao consumo alimentar humano. Pode ser entendida como um ramo da Aquicultura que lida exclusivamente com organismos marinhos e estuarinos, como mencionado anteriormente.

Em levantamento realizado pelo INEA (2015) no ano de 2013, a Secretaria Municipal de Pesca e Aquicultura de Angra dos Reis identificou um total de 53 fazendas marinhas, sendo 30 na região costeira de Angra dos Reis, e 23 na Ilha Grande. Em Angra dos Reis apenas 13 fazendas marinhas encontravam-se ativas produzindo vieiras (*Nodipecten nodosus*), mexilhões (*Perna perna*), robalos (*Centropomus parallelus*) e Beijupirás (*Rachycentron canadum*).

A Fiperj desenvolve trabalhos em parceria com as prefeituras municipais, Órgãos Estaduais, Federais e produtores privados para o fomento desta atividade, participando efetivamente de todas as etapas de produção da maricultura, desde a capacitação dos pescadores nesta nova atividade, passando pela assistência técnica aos produtores, além da pesquisa em suas estações.

Foram identificadas 13 estruturas ativas, a maioria produzindo vieiras, mexilhões e ostras conjuntamente, incluindo ainda duas pisciculturas, associadas à criação de vieiras, e ao cultivo das macroalgas *Kappaphycus alvarezzi*. (INEA, 2015).

De acordo com o INEA, os métodos de cultivo empregados na BIG caracterizam-se por baixo investimento em tecnologia e uso intensivo de mão de obra. A principal estrutura de cultivo é o espinhel, utilizada na engorda de mexilhões, ostras e vieiras.

Os dados da produção da maricultura no Estado do Rio de Janeiro do ano de 2015 e provenientes das regiões da Baía da Ilha Grande, mostram que foram produzidos um total de 1.625 quilos de mexilhão, 1.580 dúzias de ostras e 29.274,5 dúzias de vieiras (FIPERJ, 2015).

Segundo dados obtidos no Censo Agropecuário realizado pelo IBGE em 2006, os municípios de Angra dos Reis e Paraty juntos possuem cerca de 17 hectares na RH-I, com existência de tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, propícias à atividade de aquicultura, mesmo que não estivessem em uso no momento da pesquisa.

O censo do IBGE apresenta ainda as quantidades de pescado produzido pela atividade de aquicultura em cada município, apontando uma produção totalmente voltada para a maricultura nos municípios Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, como apresentado no Quadro 6.59.



Quadro 6.59 - Espécies cultivadas e quantidade produzida por município na RH-I.

Município	Espécie cultivada	Quantidade produzida (kg)
Angra dos Reis	Carpa	1.000
	Ostras, vieiras, mexilhões	53.000
	Pacu e Patinga	720
	Sementes de Moluscos	3.850
	Tilápia	34.000
	Outros peixes	16.000
Paraty	Ostras, vieiras, mexilhões	800
	Tilápia	2.000
Mangaratiba	Ostras, vieiras, mexilhões	192 ¹
Total		111.562

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2016 (IBGE).

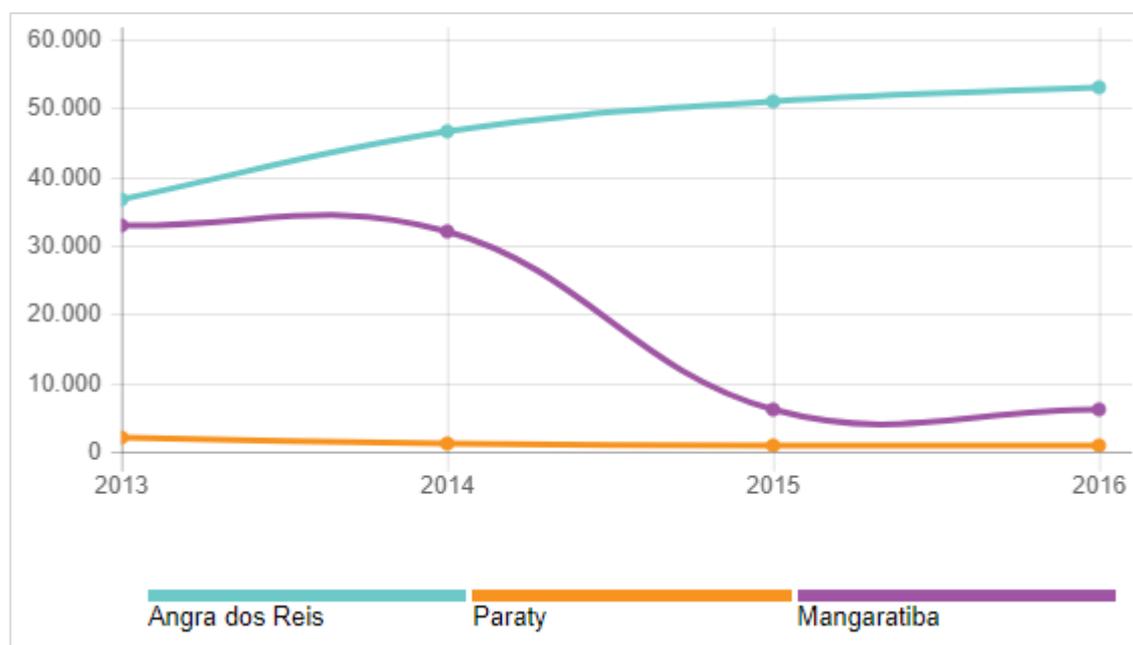
¹ Valor proporcional de produção calculado conforme proporção da área inserida na Região Hidrográfica I.

Dentre as espécies de maior valor comercial cultivadas na RH-I encontram-se: ostras, vieiras, mexilhões, sementes de moluscos e tilápia. Angra dos Reis é o município com maior produtividade destas espécies, principalmente de ostras, vieiras e mexilhões (malacocultura) dentro da RH-I. Outro ponto importante de destacar é que o Estado do Rio de Janeiro é destaque na produção de vieiras, sendo o maior produtor dessa espécie no país.

Segundo Moschen (2007), na Região da Baía da Ilha Grande a Malacocultura é praticada por núcleos familiares pequenos, com média de quatro pessoas. Funciona, predominantemente, como complemento à renda familiar, particularmente durante o verão, alavancando-se no aumento da demanda por pescado gerada pelo turismo. A maioria dos produtores apresenta nível de escolaridade baixo, possuindo uma atividade principal geradora de renda na área de serviços, comércio ou construção civil (INEA, 2015).

O turismo, por ter seu caráter sazonal, representa um importante mercado consumidor para os maricultores da BIG, oferecendo vantagens com relação à redução de custos de transporte, e melhoria dos preços de venda. Além das vendas diretas ao consumidor, o mercado consumidor também conta com os hotéis e restaurantes localizados fora da região, como em grandes centros urbanos do Rio de Janeiro e de São Paulo.

A Figura 6.70 exibe o gráfico com a quantidade (kg) produzida dos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016, onde observa-se que ao longo dos anos a produção no município de Angra dos Reis vem crescendo, enquanto Paraty mantém a média e Mangaratiba teve um decréscimo da produção.



Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2016).

Figura 6.70 - Gráfico da quantidade produzida de ostras, vieiras e mexilhões pela atividade de aquicultura na RH-I em kg.

Um grande entrave ao desenvolvimento da Maricultura na Baía da Ilha Grande consiste no alto preço dos insumos, que incluem materiais de cultivo (lanternas, cabos, etc.) e o custo das sementes de vieira, que são ainda produzidas por poucos laboratórios. Considerando-se a assistência prestada pela Secretaria Municipal de Pesca e Aquicultura de Angra dos Reis na forma de insumos e sementes, nota-se que a atividade na região ainda depende fortemente de subsídios governamentais. Há ainda doações de sementes aos maricultores, promovidas por programas de apoio do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (SEBRAE, 2010).

6.4.1.6.2. Demandas na RH-I

As demandas para a aquicultura foram obtidas a partir de duas metodologias, sendo uma a consulta ao cadastro de usuários consolidado, e a outra com base nas áreas ocupadas por tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, potencialmente utilizáveis para aquicultura. Optou-se pela utilização da demanda estimada como resultado para essa atividade em vista do cadastro conter apenas dois registros e um desses possuir a grande maioria do volume outorgado, o que resultaria em uma espacialização bastante restrita dos resultados.

6.4.1.6.2.1. Demandas Cadastradas

Na busca por captações cadastradas foram consultados os cadastros de usuários consolidado, de outorgas e de certidões ambientais de uso insignificantes de recursos hídricos, sendo localizadas, no cadastro de usuários consolidado, as captações apresentadas no Quadro 6.60.



Quadro 6.60 - Vazões Demandadas pelo Setor de aquicultura.

Município	Situação	Tipo de processo	Captação (m³/h)
Angra dos Reis	Operação	Outorga Superficial	453
Angra dos Reis	Operação	Outorga Superficial	0,88
Total RH-I			453,88

Fonte: Cadastro de usuários consolidado, INEA (2018a).

6.4.1.6.2.2. Demandas Estimadas

A metodologia proposta leva em consideração a proporção dos municípios que se encontram dentro da RH-I, as áreas ocupadas por tanques, lagos, açudes ou áreas públicas alagadas, potencialmente utilizáveis para aquicultura, disponibilizadas pelo IBGE Cidades com a atualização mais recente (2016).

De posse das referidas informações foi adotado um valor de vazão específica de 5,0 L/s.ha, considerando perdas por evaporação e percolação, com retorno ao ambiente estimado em 90%. Tais valores foram adotados com base na consulta à publicação da FAO - Outros Sistemas de Cultivo em Piscicultura, onde foi possível obter informações sobre o cálculo da demanda de água para as atividades relacionadas a aquicultura.

Com base nestes dados, foram obtidos valores estimados de uso de água por município para atividade de aquicultura na RH-I, conforme apresentado no Quadro 6.61.

Quadro 6.61 - Demandas de água calculadas para aquicultura.

Município	Área alagada aquicultura (ha)	Área alagada aquicultura (ha) proporcional RH-I	Demanda (m³/h)	Consumo (m³/h)
Angra dos Reis	11	11	198	1,98
Paraty	5	5	90	9
Mangaratiba	30	0,96	17,3	1,73
Total RH-I		16,96	305,3	12,71

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.6.2.3. Espacialização da Demanda da Aquicultura

A espacialização da demanda para a aquicultura também foi realizada de forma correlata ao realizada para a agricultura irrigada e para a dessedentação animal, baseando-se em uma análise que sobrepôs as demandas cadastradas e estimadas e com o propósito de subsidiar a modelagem para o balanço hídrico. Esse processo resultou na acumulação da demanda na UHP-9 – Rio Ariró, onde existe ponto de captação cadastrado e o uso apresenta corpo d'água para a realização da atividade. Essa espacialização é apresentada no Quadro 6.62.



Quadro 6.62 - Estimativa de demanda de água para a aquicultura por UHP.

UHPs		Demanda da Aquicultura		
		m ³ /h	L/s	%
1	Ponta da Juatinga	0	0	0,00%
2	Rio Paraty-Mirim	0	0	0,00%
3	Rio Perequê-Açú	0	0	0,00%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	0	0	0,00%
5	Rio Taquari	0	0	0,00%
6	Rio Mambucaba	0	0	0,00%
7	Rios Grataú e do Frade	0	0	0,00%
8	Rio Bracuí	0	0	0,00%
9	Rio Ariró	305,3	84,8	100,00%
10	Rio do Meio (Japuíba)	0	0	0,00%
11	Rio Jacuecanga	0	0	0,00%
12	Rio Jacareí	0	0	0,00%
13	Ilha Grande	0	0	0,00%
Total		305,3	84,8	-

Fonte: Elaboração própria.

6.4.1.7. Recreação, turismo e lazer

O Estado do Rio de Janeiro apresenta alto potencial turístico devido às suas belas paisagens naturais. Os destinos turísticos consolidados são agrupados em cinco regiões: Costa Verde, englobando os Municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty; a Costa do Sol que engloba os municípios da Região dos Lagos, incluindo Armação de Búzios; a Serra Verde Imperial (Petrópolis e Teresópolis) e a região turística metropolitana (Rio de Janeiro) como destino de referência na chegada de turistas internacionais.

Quanto aos motivos para a viagem do turista estrangeiro no Brasil, segundo relatório elaborado pelo Programa Nacional de Desenvolvimento do Turismo - PRODETUR-RJ (2012), em 2007 o Rio de Janeiro foi o primeiro lugar em turismo de lazer (30,2%), o segundo em negócios, eventos e convenções (24,7%) e o terceiro lugar nos outros motivos (19,8%).

Embora o turismo internacional tenha grande peso para o Rio de Janeiro, existe no Estado uma grande demanda para o mercado interno e que merece ser trabalhada com maior atenção tanto na sua infraestrutura, melhoria dos produtos turísticos, comercialização adequada e qualificação dos gestores e dos atores do segmento turístico.

É importante ressaltar que ao lado do Rio de Janeiro, Armação dos Búzios e Paraty, os municípios de Angra dos Reis e Petrópolis foram selecionados nos 65 destinos eleitos pelo Ministério do Turismo como estratégicos para o desenvolvimento da atividade turística e merecedores de serem prioritariamente dotados de padrão de qualidade internacional, conforme orienta o Plano Nacional de Turismo 2007/2010, porém verifica-se nestes locais carência de infraestrutura de serviços turísticos adequada, com padrões internacionais.



O turismo representa importante fonte de emprego e renda às populações de ambos os municípios, sendo uma das principais molas mestras das economias locais, atraindo visitantes devido a sua grande beleza paisagística que une Mata Atlântica e litoral. Os ramos de atividades ligados ao turismo que mais empregam nos municípios são a hotelaria e a gastronomia (bares e restaurantes). O turismo mobiliza aproximadamente 15% da população empregada formalmente no setor de serviços de Angra dos Reis. Em Paraty, este valor aumenta para 46,5%, ressaltando a maior importância relativa da atividade para este município. (INEA, 2015).

A região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande recebe uma presença significativa de turistas sazonalmente, segundo dados fornecidos pelo Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015), sendo essa sazonalidade atenuada no município de Paraty, que tem um fluxo de turistas mais constante. A Região da Costa Verde que engloba os municípios de Paraty, Mangaratiba e Angra dos Reis é um importante polo turístico do estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis aparece em 9º lugar entre os destinos do Brasil e Paraty em 10º (SNPT/Mtur, 2013), dados que elucidam a importância do turismo para a dinâmica populacional do território em questão.

Ainda de acordo com o Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015), segundo o levantamento do Inventário Turístico de Angra dos Reis (PMAR/TURISANGRA, 2009) o município de Angra dos Reis oferece 239 estruturas de hospedagem, com 4.205 unidades habitacionais e 11.605 leitos. Adicionando-se a estes números os outros meios de hospedagem como casas e barcos alugados e alocações em parentes e amigos, possibilita-se uma projeção de 18.535 hóspedes, considerando também os veranistas, que possuem cerca de 7.000 propriedades no município. Estimando-se uma ocupação média de 4 indivíduos por propriedade, é possível projetar um número de 46.535 visitantes e turistas ao dia (INEA, 2015).

O município de Paraty conta com 3.572 unidades de hospedagem registradas e também campings. Existe uma presença bastante significativa de campings na região e a estimativa é de que o município tenha um aporte de 4.770 barracas. Com base nos dados do Plano Diretor de Desenvolvimento turístico de Paraty, calcula-se uma oferta de 9.600 leitos no município (INEA, 2015).

Segundo documento fornecido pela Fundação de Turismo de Angra dos Reis, foi realizado um levantamento que levou em consideração as paradas de navios, a quantidade de autorizações para veículos de turismo, a média da ocupação dos meios de hospedagem e as saídas das embarcações nas estações do município. Estes dados compilados levaram a um número total de 2.008.520 turistas que transitaram pelo território do município de Angra dos Reis no ano de 2017 (TURISANGRA, 2018).



A Prefeitura Municipal de Mangaratiba estima uma população flutuante de 13.000 turistas por ano no município, sendo o fluxo maior entre os meses de novembro e abril (cerca de 4.500 turistas). A maior parcela destes turistas vem em busca de atividades relacionadas ao ecoturismo.

Entende-se população flutuante como os indivíduos ou as famílias que ocupam sazonalmente os domicílios de uso esporádico, e inclui-se dentro desta classe de domicílios aqueles da rede hoteleira, albergues, campings, e residências em situação de aluguel.

No que tange aos impactos relacionados ao turismo, dentre os três municípios que integram a RH-I, Angra dos Reis foi o que mais sofreu transformações em seu território. Os impactos dos empreendimentos veranistas ao longo da costa causam a expulsão de comunidades caiçaras cuja economia e modo de vida estão estreitamente ligados aos seus territórios de origem.

6.4.1.7.1. Perfil dos turistas e visitantes

A RH-I recebe sazonalmente, uma presença significativa de turistas por ser um importante polo turístico do estado do Rio de Janeiro. Dados do Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015) apontam que essa sazonalidade é maior no município de Angra dos Reis, já o município de Paraty apresenta um fluxo de turistas mais constante. O período de maior movimento de turistas é de novembro a abril segundo a Prefeitura de Angra dos Reis. Em sua maioria, os turistas apontam como principal motivo da viagem o descanso/lazer, seguido de visitação à parentes/amigos e viagem a negócios.

Segundo o Inventário Turístico de Angra dos Reis (PMAR/TURISANGRA, 2009), o perfil principal dos visitantes e turistas do município se caracteriza por homens (53,8 %) predominantemente solteiros (51,3 %, variando em função da localidade), de idade inferior a 40 anos (maior concentração entre 18 a 25 anos), com escolaridade de nível superior (53,2 %).

6.4.1.7.2. Principais atividades turísticas

A Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande conta com diversas praias e ilhas com condições favoráveis para a navegação desportiva e a prática de modalidades de esportes aquáticos, destacando a Ilha Grande, a maior ilha da região e principal destino turístico. É repleta de enseadas, rios, cachoeiras, lagoas e locais para mergulho que podem ser alcançados por barco e através de trilhas, sendo que apenas a Ilha Grande e as pequenas ilhas vizinhas possuem juntas 122 praias (INEA, 2011).

Dentre as praias mais visitadas se destacam a praia Grande; a praia das Gordas; da Figueira; das Éguas Grandes; Biscaia; Brava; Garatucaia e Mambucaba. As praias mais



procuradas em virtude de sua preservação e beleza cênica, segundo o Guia de Praias 4 Rodas (Grupo Abril, 2007), incluem a Praia do Aventureiro; o Saco do Céu; Lopes Mendes; Parnaioaca; as Praias do Leste e do Sul; do Cachadaço; a Praia dos Mangues e a Praia Grande das Palmas (INEA, 2015).

Paraty apresenta diversas atividades ligadas ao ecoturismo como arvorismo, tirolesa, caiaques/canoas, mergulho, observação de aves, rafting, trilhas e surf.

Dentre as atividades realizadas na região, destacam-se: pesca desportiva, passeios náuticos, mergulho, cruzeiro de turismo, esportes aquáticos, ecoturismo, turismo histórico-cultural e turismo de base comunitária.

6.4.1.7.2.1. Pesca Desportiva

As modalidades de pesca recreativa e desportiva são importantes atrativos turísticos da RH-I e envolvem, principalmente, pescarias de linha, molinete e caça submarina. Angra dos Reis é um importante destino de pescadores recreativos e desportistas, dada a grande disponibilidade de ilhas, costões e enseadas apropriados à prática do esporte, incluído o Parcel dos Coqueiros, a Ponta de Jurubaíba, as Lajes de São João e do Coronel e a Ilha Jorge Grego.

6.4.1.7.2.2. Passeios Náuticos

O turismo náutico é importante na RH-I, devido à grande beleza cênica da região, bem como pelo clima tropical e águas quentes, que favorecem atividades recreativas típicas de balneários. Na região, destacam-se as numerosas marinas, que auxiliam no uso de embarcações de passeios como veleiros, lanchas, iates e jet-ski. Há grande oferta de serviços que incluem o aluguel de barcos e traineiras para visitação das ilhas, de praias com acesso mais restrito e para a prática de mergulho (turismo subaquático).

As atividades náuticas de esporte e lazer incluem todas as atividades que se utilizam de embarcações para fins de turismo, recreação e transporte, englobando também os diversos setores de apoio, como a construção, a reparação, a manutenção, o abastecimento e a guarda de embarcações. Na região da Baía da Ilha Grande, o setor de apoio à atividade náutica possui grande importância na economia local, sendo que a região é reconhecida como polo do turismo náutico no País.

6.4.1.7.2.3. Mergulho

O turismo subaquático engloba o *snorkeling*, ou mergulho em apneia, e o mergulho autônomo com finalidades esportivas, competitiva e de resgate histórico e arqueológico. O turismo subaquático depende, primariamente, da qualidade das águas para a prática do esporte e, em menor grau, das condições de alojamento ou das atrações turísticas em terra. A Baía da



Ilha Grande possui muitas enseadas, reentrâncias e ilhas, além de águas calmas, quentes e cristalinas, condições que favorecem a prática do mergulho ao longo de todo o ano. A presença de naufrágios funciona como atrativo adicional, sendo que existem quatro naufrágios com condições favoráveis à visitação turística.

6.4.1.7.2.4. [Cruzeiro de Turismo](#)

De acordo com informação prestada pela Capitania dos Portos de Angra dos Reis, os navios transatlânticos estão autorizados a fundear próximo à enseada do Abraão e próximo à Ilha do Maia. Em Paraty esses navios estão autorizados a ancorar próximo à Praia do Jurumirim. A concentração de transatlânticos na Baía da Ilha Grande aumenta entre novembro e abril, sendo permitido apenas um navio por dia em cada ponto de fundeio.

6.4.1.7.2.5. [Esporte Aquáticos](#)

Os esportes aquáticos mais praticados na RH-I são *Stand Up Paddle* (o praticante fica em pé em uma prancha usando um remo para se mover lentamente na água), passeio de caiaque, surfe, *Wakeboard* (local com maior prática deste esporte é o Saco do Céu) e Esqui Aquático (pode ser praticado em quase todas as enseadas da Ilha Grande).

6.4.1.7.2.6. [Ecoturismo](#)

É também chamado de turismo ecológico, no qual a atividade turística é sustentável, visando conservação ambiental. A RH-I possui diversos atrativos paisagísticos que levam à prática do ecoturismo, como trilhas, mirantes, observação de pássaros e belezas naturais.

6.4.1.7.2.7. [Turismo histórico-cultural e de base comunitária](#)

Somando-se ao rol de atrativos turísticos do município de Angra dos Reis, com grande valor histórico e arquitetônico, apresenta um acervo considerável de bens tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e pelo Instituto Estadual do Patrimônio Artístico e Cultural (INEPAC-RJ), que, porém, não apresentam ligação direta com as demandas hídricas.

O município de Paraty conta com diversas praias cuja grande maioria é acessível apenas por barco, cujo acesso é mais limitado, possuindo uma natureza em estado quase selvagem, preservando muito da cultura caiçara com seu artesanato, culinária e meios tradicionais de subsistência.

Paraty possui diversos atrativos naturais, sendo o próprio município caracterizado como Patrimônio Histórico/Cultural. O Turismo Cultural compreende as atividades turísticas relacionadas ao conjunto de elementos históricos significativos, e a eventos culturais, valorizando



e promovendo bens materiais e imateriais da cultura local. Também possui inúmeros bens tombados, incluindo todo seu Centro Histórico, considerado pela UNESCO como um dos conjuntos arquitetônicos coloniais mais harmoniosos do mundo (INEA, 2015).

Como parte integrante do Patrimônio Histórico local, cabe destacar outro atrativo turístico peculiar: o Caminho do Ouro, em sua maior parte no interior do Parque Nacional da Serra da Bocaina, estrada construída pelos escravos entre os séculos XVII e XIX, a partir de trilhas dos índios Guaianazes, ligando Minas Gerais ao Rio de Janeiro e São Paulo durante o chamado “ciclo do ouro”.

Cabe ainda observar que existe estrutura turística na porção territorial de Mangaratiba que integra a RH-I, da qual destaca-se o Cais Turístico, de onde parte o transporte para a Ilha Grande, além da presença de opções de hospedagem e agências de viagens.

6.4.1.7.3. Possíveis impactos ambientais relacionados à atividade de turismo

Em locais em que haja concentração de atividades potencialmente poluidoras, como por exemplo, refinarias, polos petroquímicos, siderúrgicas ou mineradoras, a sustentabilidade das atividades turísticas tende a ser ameaçada. Contudo, se a fiscalização e o licenciamento destas atividades forem realizados da forma devida e dentro dos padrões aceitos pelos órgãos regulamentadores, tais atividades, por si só, não causam depreciação.

A região de Angra dos Reis, Paraty e Mangaratiba possui a maior concentração de barcos e marinas do país, sendo considerado como destino prioritário para atividades de lazer e turismo náutico. Diversos empreendimentos imobiliários associados com marinas são encontrados principalmente em Angra dos Reis, onde a prefeitura afirma ter cadastradas cerca de 10.000 (dez mil) embarcações. Destaca-se que a água utilizada para lavagem destas embarcações nas marinas está cadastrada em sua maioria com a tipologia de abastecimento humano, pois é proveniente do sistema público e, portanto, este uso será tratado no capítulo de abastecimento (PMAR, 2018c).

É importante ressaltar que as atividades náuticas dependem de toda uma estrutura, rede de serviços e apoio, que podem representar potencial impacto aos ecossistemas da Baía da Ilha Grande, seja pela adoção de práticas poluidoras/degradadoras, ou como pelo impacto cumulativo da atividade na Zona Costeira. Muitas marinas encontram-se em áreas afastadas, onde não possui abastecimento público, contando com captações próprias que carecem de regularidade do uso dos recursos hídricos e licenciamento ambiental do setor. Assim, a adequação das instalações náuticas utilizadas para atender a frota deve ser encarada como um problema estratégico a ser resolvido para a região, devendo-se conciliar o desenvolvimento dessa atividade com a devida gestão ambiental.



A preocupação com a pressão oriunda da atividade náutica gerou diversas ações, projetos e programas, ligados muitas vezes ao processo de certificação ambiental das marinas (INEA, 2015). O Projeto de Gestão Integrada do Ecossistema da Baía da Ilha Grande “Projeto BIG” (GEF/FAO/INEA), visando contribuir com a melhoria da gestão ambiental do setor náutico, conta com regulamentos para o setor: as Resoluções CONEMA (a) nº 52, de 31 de outubro de 2013, relativa ao licenciamento ambiental de Instalações Náuticas; e (b) nº 54, de 13 de dezembro de 2013, sobre o licenciamento ambiental de Estruturas de Apoio Náutico. Cabe destacar que os empreendimentos localizados na Zona Costeira da Baía da Ilha Grande encontram-se atualmente em processo de adequação aos novos requisitos de controle ambiental da poluição.

Diante das atividades turísticas mencionadas, alguns conflitos podem ser gerados levando-se em consideração que a região possui um número grandioso de atividades de recreação de contato primário, onde há um contato direto e prolongado com a água na qual a possibilidade de o banhista ingerir água é elevada. Ainda, a questão turística acarreta em potenciais conflitos com atividades econômicas tradicionais (principalmente a pesca); assim como impacta na falta de infraestrutura e saneamento, na necessidade de maior atuação e fiscalização dos órgãos ambientais, e na criação de alternativas de trabalho e renda para as populações tradicionais locais.

Ainda, se referindo ao setor turístico-imobiliário na região, deve-se destacar a existência de loteamentos e condomínios instalados a beira mar, que trocam as vegetações e paisagem costeiras por áreas de turismo imobiliário, não conciliando de forma adequada a contemplação da paisagem costeira, que é o grande atrativo da região, com o desenvolvimento de empreendimentos turísticos.

INEA (2015) aponta diversos aspectos deficientes na atividade turística, como a inexistência ou falta de divulgação de roteiro integrado de visitação aos diversos ambientes naturais; a pouca oferta de visitas orientadas aos ambientes naturais; a indefinição da capacidade de carga para os atrativos turísticos naturais de maior visitação; a presença de estabelecimentos e empreendimentos de turismo que se utilizam de recursos naturais sem as devidas Licenças Ambientais; a falta de controle de acesso/visitação aos atrativos turísticos naturais e a falta de uma cultura da sustentabilidade ecológica aplicada às edificações.

O desenvolvimento de outras atividades econômicas, como geração de energia pela Eletronuclear, a construção e reparação de navios e o terminal petrolífero da Petrobras são atividades que precisam ser observadas de forma a serem compatibilizadas com o desenvolvimento do turismo, principalmente quanto a questões de preservação do meio



ambiente e de manejo adequado do lixo e dos efluentes líquidos, evitando-se problemas de balneabilidade.

Destaca-se entre os pontos positivos da atividade turística na região, sob a dimensão ecológica e ambiental, segundo PRODETUR-RJ (2008), a boa promoção do destino turístico para o segmento de ecoturismo, fundamentalmente para o Parque Estadual da Ilha Grande, com infraestrutura de visitação, assim como a boa promoção do turismo náutico e subaquático. Também podem ser destacados como atrativo turístico, que tem dentre os seus objetivos a visitação e divulgação da educação ambiental, o Parque Estadual Cunhambebe, o Parque Nacional da Serra da Bocaina e a ARIE das Ilhas Cataguás.

Tendo em vista que a RH-I apresenta destinos turísticos fortemente dependentes de seus atrativos naturais, o monitoramento das atividades e redução de seus impactos são premissas básicas para o desenvolvimento local.

6.4.1.8. Proteção das comunidades aquáticas

É de conhecimento que as ações antrópicas vêm causando degradações significativas ao meio ambiente, colocando em risco a qualidade de vida de presentes e futuras gerações devido ao mau uso. A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97) destaca dentre seus principais objetivos o de “assegurar a atuais e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.

Atividades antrópicas desenvolvidas no ambiente costeiro e marinho, tais como turismo, grandes estruturas industriais, portuárias, e toda logística ligada às atividades de exploração petrolífera *offshore*, implicam na ocupação de espaços costeiros e continentais, podendo trazer impactos negativos como o desenvolvimento urbano descontrolado que pode agravar a degradação dos recursos hídricos pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais. As sobreposições espaciais destes impactos às atividades tradicionais das zonas costeiras, como a aquicultura e a pesca, frequentemente originam conflitos sociais e ambientais, pois as atividades dependem da qualidade ambiental.

Neste cenário, a proteção dos mananciais, ou seja, das águas interiores, subterrâneas ou superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, constitui-se fundamental para o desenvolvimento econômico sustentável de uma região e para a sociedade, no qual a disponibilidade deste recurso é fator limitante do desenvolvimento. A proteção das comunidades aquáticas são usos determinados na Resolução 357/2005 do CONAMA, para os quais são indicados qualidade classificada como Classe 1, que podem ser destinadas à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e



mergulho; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas; à aquicultura e à atividade de pesca.

Nesse sentido torna-se relevante a observação de vazões mínimas remanescentes, ou vazões ecológicas, que são as vazões que devem permanecer no corpo hídrico conforme as exigências de manutenção do ambiente natural, e de limites máximos de lançamentos de carga poluidora que impactam negativamente a qualidade das águas. As características geográficas da RH-I e a distribuição da população ao longa da faixa litorânea fazem com que os impactos sofridos pelos corpos hídricos sejam mais severos nas áreas litorâneas quando comparados com as áreas mais altas. Além dos fatores citados, a existência de diversas unidades de conservação, em especial nas áreas mais altas auxilia na manutenção da qualidade ambiental, tanto em termos qualitativos, quanto em termos quantitativos, nas áreas mais distantes do litoral.

Devido à relevância ecológica presente na RH-I, 1.408,36Km² dos 1.757,80Km² de área total, encontram-se sob alguma forma de proteção legal (unidades de conservação, áreas de preservação permanente e/ou terras indígenas). Porém, apesar da reconhecida importância da biodiversidade marinha da região, poucas são as UCs que contemplam os ecossistemas marinhos ou estuarinos (MMA, 2007).

A faixa marinha contempla uma comunidade biótica diversificada, com plâncton, bentos e nécton, que contribuem para o equilíbrio ecológico das comunidades aquáticas, e, também, ocorrem espécies exóticas, as quais podem promover o desequilíbrio ecológico. O plâncton é formado por numerosas espécies de pequenos organismos animais e vegetais, possui pequena ou nenhuma capacidade de locomoção, sendo transportado através das correntes marinhas. O plâncton é muito susceptível às alterações físico-químicas do meio aquático, induzidas por fatores climáticos, por características geomorfológicas regionais ou por ações antropogênicas nas áreas costeiras, sofrendo drásticas alterações em sua composição taxonômica, sua estrutura e dinâmica espaço-temporal (INEA, 2015).

O fitoplâncton é de grande importância na cadeia trófica marinha, pois constitui o principal grupo de organismos autotróficos marinhos, sendo responsável por mais de 90% da produção primária dos oceanos (fixação do carbono inorgânico em carbono orgânico particulado através da fotossíntese). As comunidades fitoplanctônicas da RH-I são compostas, principalmente, por diatomáceas neríticas, de hábito planctônico e bentônico.

O zooplâncton é constituído de organismos pluricelulares heterotróficos. Na RH-I sofrem oscilações sazonais, apresentando densidades maiores no verão, e menores no período de outono-inverno.



Os Bentos englobam comunidades de organismos fixos, ou com pouca mobilidade, que apresentam relação de estreita dependência com o substrato marinho. Inclui organismos vegetais autotróficos (Fitobentos, ou macroalgas bentônicas) e uma rica diversidade de filos animais (Zoobentos). Na Zona Costeira, o domínio bentônico compreende os substratos marinhos que abarcam a Zona Entremarés, localizada entre as preamares e baixa-mares de maior amplitude; e a Zona Sublitoral, que se estende até os limites da Plataforma Continental.

O Necton engloba organismos marinhos de vida livre na coluna d'água, com capacidade de deslocamento suficiente para transitar em diferentes massas d'água. Inclui peixes, moluscos cefalópodos (lulas e polvos pelágicos), alguns crustáceos (camarões) de vida pelágica, répteis (quelônios ou tartarugas marinhas) e mamíferos marinhos (golfinhos, baleias, peixe-boi, focas, lontras, etc.).

Quanto aos peixes, o Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015) reporta que estudos apontaram a existência de 43 espécies para a Ilha Grande e 111 espécies para toda a Baía da Ilha Grande, destacando-se arraias, linguados, pescadas e a corvina. Os dados sobre a ocorrência de quelônios são escassos para a Baía da Ilha Grande, muito embora a região seja reconhecida como área de alimentação da tartaruga verde (MMA/IBAMA, 2006). Os estudos realizados por MMA e SBF (2007) identificaram na RH-I um total de 932 espécies pertencentes aos sete grandes grupos de organismos marinhos inventariados (Macroalgas, Echinodermata, Cnidaria, Mollusca, Crustacea, Polychaeta e Ictiofauna marinha). No mesmo estudo foram encontradas 217 espécies de peixes recifais e de praias na RH-I.

O Estudo de Impacto Ambiental da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (MRS, 2005) cita que foram encontradas 152 espécies da ictiofauna marinha e continental/dulcícola, determinadas através de levantamentos bibliográficos, coleta de amostras e inspeção visual subaquática (mergulhos).

Quanto aos mamíferos marinhos, há registro de 14 espécies das subordens Mysticeti e Odontoceti. Dentre os Mistictetos, as mais frequentes são as baleias Franca-do-sul e Jubarte, de acordo com o Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande (INEA, 2015). Os Odontocetos incluem as espécies boto-cinza e franciscana, de hábitos gregários (vivem em grupos), que ocorrem no interior da baía ao longo de todo o ano (MMA/IBAMA, 2006).

As aves marinhas também são importantes componentes dos ecossistemas marinhos. Atuando como predadores de topo nas cadeias tróficas marinhas, mostram grande dependência dos estoques de peixes locais, sendo indiretamente impactados pela sobrepesca, bem como pelas condições ambientais vigentes. Assim, são consideradas como bons indicadores ecológicos da saúde do ecossistema (INEA, 2015).



A introdução de espécies exóticas no ambiente marinho pode estar associada a operação de navios cargueiros e petroleiros nas águas da Baía da Ilha Grande, podendo ocorrer através de trocas de água de lastro, ou através do transporte aderido aos cascos de embarcações originárias de águas estrangeiras, ou de outros locais da costa brasileira. Ainda pode ocorrer através da importação de espécies para cultivo, ou pela soltura de espécies ornamentais, comercializadas para aquarofilia. (MMA, 2009). Como exemplo de espécie exótica introduzida na RH-I, destacam-se os corais do gênero *Tubastrea* (Coral-sol), que já colonizam, dentre outros locais, algumas ilhas da ESEC Tamoios.

A zona costeira da RH-I é considerada como área prioritária para a conservação das zonas costeiras e marinhas, devido a sua extrema importância biológica em termos de estuários, manguezais e bentos da plataforma continental, e de muito alta importância em termos de algas, peixes e mamíferos marinhos, como citado anteriormente (MMA, 2007).

Cabe salientar alguns pontos destacados como área de extrema prioridade para a conservação da biodiversidade no âmbito do Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio).

- A diversidade de suas espécies, incluindo pequenos cetáceos e grandes baleias;
- A presença de aves costeiras e marinhas, devido à sua nidificação mista;
- É criadouro de diversas espécies de peixes, cetáceos e organismos bentônicos, que são ameaçados pela pesca de arrasto e outras artes, necessitando de manejo, inventário biológico e recuperação;
- Peixes demersais e pequenos pelágicos, devido aos seus fundos lamosos e arenosos, costões rochosos e manguezais, porém estão sujeitos à intensa atividade pesqueira;
- Plantas marinhas, devido aos seus costões rochosos, manguezais e praias; sua diversidade de ecossistemas dominados por macroalgas, incluindo bancos de nódulos calcários;
- É área prioritária para a conservação da biodiversidade dos estuários, manguezais e lagoas costeiras, pela presença da Serra do Mar próxima à zona litorânea, o domínio de costões rochosos, baías e enseadas e pontos com manguezais;
- A importância de preservação dos costões rochosos, devido à sua área de grande exuberância e riqueza biológica, com costões protegidos do hidrodinamismo;
- Presença de restingas, manguezais e mata atlântica, sendo o limite sul de distribuição de diversas espécies.



6.4.1.9. Saneamento Básico

Segundo a Lei Federal nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento), o saneamento básico compreende um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Essa mesma Lei em seu Art. 19, dispõe que os serviços públicos de saneamento devem observar o plano de saneamento básico, que precisa ser compatível com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), sob responsabilidade municipal, tem como objetivo estabelecer metas de curto, médio e longo prazos para a universalização do saneamento. A existência do plano é condição para o acesso aos recursos financeiros federais destinados a serviços de saneamento básico, segundo o Decreto nº 8.629/2015, após a data de 31 de dezembro de 2017.

O Art. 31. da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) e o Art. 41. da Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (Lei Estadual nº 3.239/1999), preveem a "integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos".

Nesse contexto, o presente capítulo trata do diagnóstico do saneamento básico na RH-I, estruturado nos quatro eixos do saneamento: abastecimento urbano e rural; esgotamento sanitário; resíduos sólidos; e drenagem urbana.

6.4.1.9.1. Abastecimento urbano e rural

Este capítulo apresenta o estado atual do sistema de abastecimento de água da RH-I, tendo como foco os principais elementos do sistema que impactam diretamente na gestão dos recursos hídricos, no que se refere à cobertura de atendimento, às perdas no sistema, às captações de água, ao tratamento da água distribuída, aos problemas, aos investimentos nos últimos cinco anos, e aos projetos e obras em andamento, financiados com recursos da União (Ministério das Cidades e FUNASA).

6.4.1.9.1.1. Indicadores de quantidade de água

As informações que embasam este capítulo são provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2016 e dos últimos cinco anos. Os serviços de abastecimento de água na RH-I são administrados pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto



do Rio de Janeiro (CEDAE) para o município de Mangaratiba e uma pequena parcela de Angra dos Reis, sendo o restante deste município administrado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Para o município de Paraty, o prestador de serviço é a Concessionária Águas de Paraty (CAPY) na região central, e nas demais regiões o atendimento é realizado de forma precária pela prefeitura. Na região também se observa a existência de captações particulares.

Os indicadores avaliados neste capítulo dão base para avaliação da cobertura de atendimento de água, consumo e a eficiência da operação do sistema de abastecimento de água. A cobertura de atendimento dos serviços de saneamento básico afeta o bem-estar e a saúde da população, além de impactar a disponibilidade quali-quantitativa dos recursos hídricos. Os índices de atendimento total e urbano de água, representados pelos indicadores IN055 e IN023 do SNIS, respectivamente, referem-se ao percentual de pessoas com acesso ao sistema público de abastecimento de água.

Um dos principais indicadores de eficiência da operação dos sistemas de distribuição de água é o índice de perdas. Quanto maior esse índice, maior o consumo dos recursos hídricos. Essa perda pode ser estimada pelos seguintes indicadores do SNIS:

- Índice de perdas na distribuição (IN049) - relação entre o volume consumido e o volume produzido. Essas perdas representam ineficiências técnicas, ocorrem por vazamentos em adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema;
- Índice de perdas no faturamento (IN013) - relação entre o volume faturado e o volume produzido. As perdas no faturamento são oriundas de ligações clandestinas, roubos de água, problemas e/ou falta de medição (hidrômetros inoperantes, submedição, erros na leitura, fraudes, equívocos na calibração dos hidrômetros), entre outros.

No Quadro 6.63 são apresentados os índices de atendimento e de perdas, além do consumo *per capita* por município, enquanto na Figura 6.71 esses índices são comparados com os valores encontrados na região Sudeste do Brasil e no país.

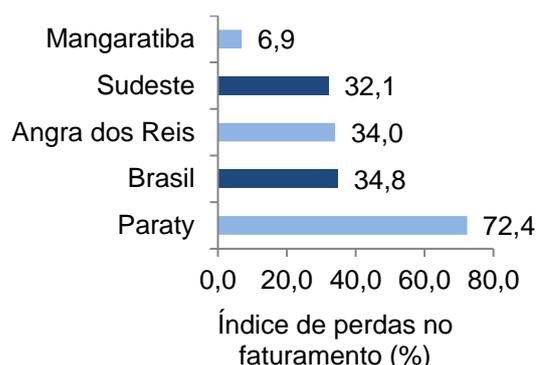
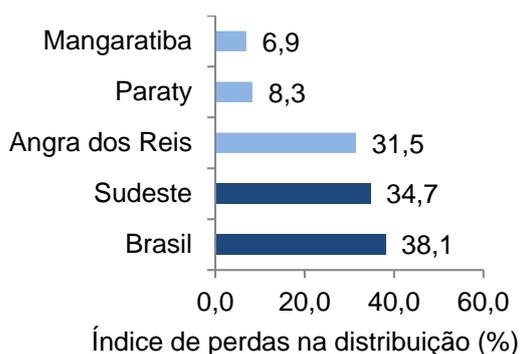
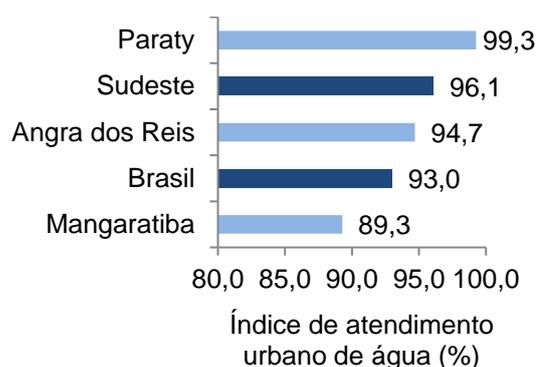
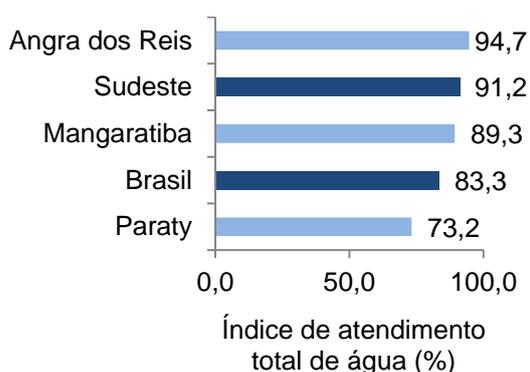


Quadro 6.63 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município na RH-I.

Município	UHP	Prestador de Serviço	Consumo per capita (L/hab.dia)	Índice de atendimento abastecimento de água (%)		Índice de perdas (%)	
				Total	Urbano	Distribuído	Faturado
Angra dos Reis	Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuiba), Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacias da Ilha Grande, Ihas	SAAE/CEDAE	212,65	94,7 ^[1]	94,7 ^[1]	31,48	34,03
Mangaratiba	Rio Jacareí	CEDAE	235,23	89,29	89,29	6,92	6,92
Paraty	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	CAPY	383,70	73,22	99,25	8,28	72,39

Fonte: SNIS (2016).

^[1]Soma dos valores fornecidos pelo CEDAE e SAAE.



Fonte: SNIS (2016).

Figura 6.71 - Índices de atendimento total e urbano de água e índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios integrantes da RH-I.

Verifica-se que o município de Angra dos Reis apresenta a maior cobertura de abastecimento de água (94,7%) quando comparada com os outros municípios da RH-I, inclusive com os índices de atendimento total de abastecimento de água da região Sudeste (91,2%) e do Brasil (83,3%) (SNIS, 2016). Entretanto o município de Paraty apresenta esse índice



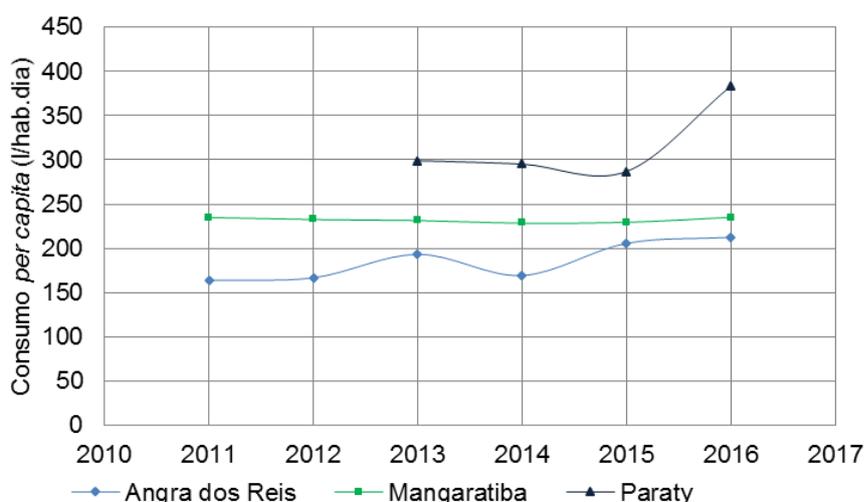
relativamente baixo (73,2%), em contraste com elevado índice de atendimento urbano de água (99,3%), o que leva a notar a desigualdade de investimento em saneamento na área urbana e rural do município.

Com relação aos índices de perdas do sistema de distribuição de água tem destaque o município de Angra dos Reis que apresentou em 2016 o maior valor de perda (31,48%) da RH-I, menor que a média da região Sudeste (34,7%) e nacional (38,1%) (SNIS, 2016). Apesar do índice neste município ser menor, é relativamente alto, neste caso, é necessário investir em ações para redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento.

Para índice de perdas no faturamento, o município de Angra dos Reis apresenta valor relativamente alto (34,0%), e para o município de Paraty esse valor é exorbitante (72,4%), necessitando tomar medidas urgentes para o combate a ligações clandestinas e/ou sanar os problemas de aferição de hidrômetros.

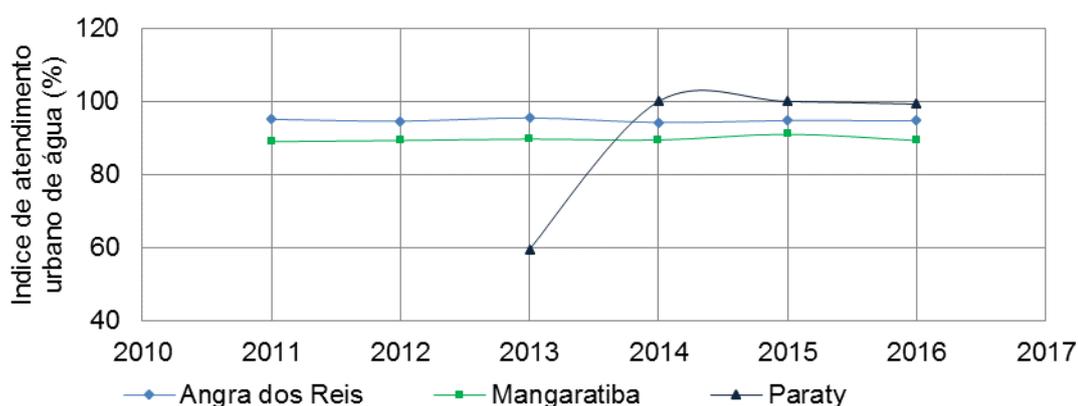
Vale destacar o elevado consumo *per capita* quando comparado com as médias da região Sudeste (186,0 L/hab.dia) e do Brasil (160,8 L/hab.dia), que pode ser associado a flutuação da população, principalmente no verão, devido ao turismo e ao elevado estágio econômico e social da população da RH-I, em especial nos condomínios. Como pode ser observado no gráfico da Figura 6.72, esse consumo aumentou nos últimos dois anos, portanto é necessário tomar medidas para inverter essa tendência crescente de consumo para evitar problemas futuros com escassez hídrica.

Na Figura 6.72 e na Figura 6.73 são apresentadas as evoluções temporais nos últimos cinco anos do consumo *per capita* e do índice de atendimento urbano de água, respectivamente, de cada município da RH-I.



Fonte: SNIS (2016).

Figura 6.72 - Evolução temporal dos consumos *per capita* de água na RH-I.



Fonte: SNIS (2016).

Figura 6.73 - Evolução temporal dos índices de atendimento urbano de água na RH-I.

Nota-se a partir do gráfico da Figura 6.72 um aumento no consumo *per capita* de água a partir do ano de 2014, exceto para o município de Paraty o qual houve uma redução em 2015. Entretanto, vale destacar que a partir de 2014, a CAPY passou a administrar os serviços de saneamento em Paraty, antes executado pela Prefeitura Municipal. Portanto isso pode ter influenciado na estimativa de consumo assim como no índice de atendimento urbano de água, o que fica evidente no gráfico da Figura 6.73 onde há um aumento brusco entre os anos de 2013 a 2014. Por sua vez, para os demais municípios esse valor se manteve aproximadamente constante ao longo dos últimos cinco anos.

6.4.1.9.1.2. Sistema de abastecimento de água

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) são compostos pelas seguintes etapas: captação da água em um manancial; adução (condução) da água desde a captação até a estação de tratamento e reservatórios; tratamento da água bruta para se tornar potável e poder ser consumida pela população; reservatórios que armazenam a água tratada; e então segue para a rede de distribuição através da qual a água é efetivamente entregue ao consumidor.

Neste tópico será dado enfoque às etapas de captação e tratamento da água distribuída, informações de maior relevância no âmbito de um Plano de Recursos Hídricos. Esses dados foram obtidos pelo cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a) e pelos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) dos municípios de Angra dos Reis (DRZ, 2014) e Mangaratiba (PMM, 2013), no caso de Paraty foram utilizadas informações disponibilizadas pela CAPY, mais recentes que as do PMSB de Paraty de 2011. Os dados estão distribuídos nas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) de acordo com as localidades atendidas pelo sistema de abastecimento público. No Quadro 6.64 são elencados dados sobre as captações de água na RH-I, enquanto na Figura 6.77 está apresentada a localização das mesmas.



Quadro 6.64 - Informações sobre os sistemas de captação de água bruta na RH-I.

Município	UHP	Tipo de captação	Nome do manancial	Ponto de captação (UTM)		Vazão captada		Localidade abastecida	
				E (m)	N (m)	(m³/h)	(L/s)		
Angra dos Reis	Rio Mambucaba	Superficial	ni	550.158,82	7.454.129,65	8,35	2,32	Vila Histórica de Mambucaba, Praia Brava, Praia das Goiabas e Sertão de Mambucaba	
		Superficial	Rio Perequê	549.243,81	7.455.039,65	9,32	2,59	Morro da Boa Vista	
		Superficial	Rio Mambucaba	547.471,83	7.458.398,62	189,1	52,5	Parques Mambucaba e Perequê	
	Rio Grataú e do Frade	Superficial	ni	550.677,80	7.453.785,65	1,12	0,31	Praia Vermelha	
		Superficial	Córrego da Sacher	555.616,81	7.461.017,62	28,8	8	Frade	
		Superficial	Rio Ambrósio	556.534,81	7.462.058,63	7,2	2	ni	
		Superficial	Rio Grataú (Córrego do Criminoso)	555.427,81	7.463.596,61	68,87	19,1	Frade e Sertãozinho do Frade	
		Superficial	ni	560.174,77	7.463.841,61	21,6	25,44	Gamboa do Bracuí	
		Superficial	Rio Ambrósio	556.398,80	7.461.924,63	14,4	4	ni	
		Superficial	Rio Ambrósio	556.927,80	7.461.630,63	25,2	7	Frade e Sertãozinho do Frade	
		Superficial ^[2]	ni	556.475,07	7.458.274,55	0,58	0,16	Condomínio Residencial Praia da Piraquara	
		Superficial ^[2]	Riacho Periquito	551.659,88	7.453.962,10	0	0	Condomínio Porto Barlavento	
		Superficial ^[2]	Afluente do Rio Mambucaba	549.982,23	7.453.617,22	0	0	Condomínio Praia das Goiabas	
		Superficial ^[2]	ni	557.202,07	7.454.040,41	1,4	0,39	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (finalidade sanitária)	
		Superficial ^[2]	ni	553.682,34	7.456.784,12	37,08	10,3	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (finalidade sanitária)	
		Superficial ^[2]	Rio do Frade	555.565,80	7.459.696,64	100	27,8	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (finalidade sanitária)	
		Superficial ^[2]	Córrego Sacher	556.208,20	7.460.003,77	47,99	13,3	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (finalidade sanitária)	
		Superficial ^[2]	ni	552.349,14	7.455.722,99	51,01	14,2	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (Vilas Residenciais)	
		Superficial ^[2]	ni	555.455,60	7.455.913,57	1,26	0,35	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (finalidade sanitária)	
		Rio Bracuí	Superficial	Rio Bracuí	561.755,78	7.463.936,60	90	25	Bracuí
	Superficial		Rio Bracuí	560.911,79	7.464.123,62	7,2	2	Santa Rita do Bracuí	
	Superficial ^[2]		Rio Bracuí	560.397,30	7.462.936,60	69,98	19,4	Condomínio Geral do Bracuhy	
	Subterrânea ^[2]		Poço	561.991,33	7.462.022,96	0	0	Condomínio Studios Marina Bracuhy	
	Subterrânea ^[2]		Poço	562.028,58	7.462.078,16	0	0	Condomínio Studios Marina Bracuhy	
	Subterrânea ^[2]		Poço	562.045,72	7.462.090,39	0	0	Condomínio Studios Marina Bracuhy	
			Subterrânea ^[2]	Poço	560.201,08	7.461.587,40	2,7	0,75	Condomínio Ilha do Jorge



Município	UHP	Tipo de captação	Nome do manancial	Ponto de captação (UTM)		Vazão captada		Localidade abastecida
				E (m)	N (m)	(m³/h)	(L/s)	
	Rio Ariró	Superficial	Rio da Guarda	575.311,72	7.470.095,60	11,38	3,16	Serra D'água e Zungu
		Superficial	Rio Ariró (afluente)	568.953,76	7.467.610,61	5,29	1,47	Ariró
		Superficial	Rio Itanema	564.305,76	7.464.738,61	2,63	0,73	Itanema
		Superficial ^[2]	Rio Caputera	570.970,74	7.461.974,10	2,38	0,66	Aquarius 1 Condomínio Náutico
		Superficial ^[2]	Nascente	568.422,84	7.462.203,31	1,01	0,28	Condomínio Residencial Ponta da Amendoeira
		Subterrânea ^[2]	Poço	569.699,92	7.463.686,77	0,5	0,14	Condomínio Porto Castellamares
		Superficial ^[2]	Nascente	569.581,63	7.463.976,38	5	1,39	Condomínio Marbella
		Superficial ^[2]	Nascente	566.060,22	7.464.431,97	5	1,39	Condomínio Praia do Engenho
		Superficial ^[2]	Córrego Inominado	564.296,88	7.464.727,12	1,19	0,33	Condomínio Porto Marisco
	Superficial ^[2]	Rio Caputera	570.970,74	7.461.974,10	0,97	0,27	Condomínio Aquarius Houses	
	Rio do Meio (Japuíba)	Superficial	ni	566.805,75	7.454.166,65	4,82	1,34	Vila Velha
		Superficial	ni	566.805,75	7.454.166,65	1,44	0,4	Vila Velha
		Superficial	Rio do Meio (Japuíba)	573.538,74	7.458.344,62	21,6	6	Bairro Areal
		Superficial	ni	568.156,76	7.456.397,63	14,76	4,1	Clube Sesc, o Resort Pestana
		Superficial	Cachoeira de Campo Belo	572.829,73	7.457.856,65	9	2,5	Bairro Campo Belo
		Superficial	Córrego Retiro	569.417,74	7.457.060,63	2,16	0,6	ni
		Superficial	Rio Japuíba	ni	ni	ni	ni	Morro da Cruz, Parque das Palmeiras, Morro da Glória I e II, Morro do Santo Antônio, Morro da Carioca, Morro do Abel, Japuíba, Aeroporto, Nova Angra, Praia da Ribeira, Parque Belém, Gamboa do Belém, Caieira e Ponta dos Ubás, Bairro Banqueta
		Superficial	Rio Cabo Severino	577.739,70	7.460.832,62	5,4	1,5	Bairro de Gamboa
		Superficial	Rio Banqueta	576.497,73	7.459.575,64	21,96	6,1	Bairro Banqueta
		Superficial	Rio Homônimo	573.580,32	7.462.255,58	28,01	7,78	Bairros Parque Belém e Banqueta
		Subterrânea	Poço	568.295,70	7.454.276,96	2,99	0,83	Bairro Bonfim
		Superficial	Rio Bonfim	568.057,75	7.454.468,64	5,29	1,47	Bairro Bonfim
		Superficial	ni	ni	ni	6,12	1,7	Sapinhatura 1
		Superficial	ni	572.913,74	7.456.358,64	8,28	2,3	Sapinhatura 1 e 2
		Superficial	ni	ni	ni	ni	ni	Condomínio Ponta do Cantador e a Praia da Figueira
		Superficial	Manancial Bolão	569.444,76	7.456.142,64	0,61	0,17	Bairro Santo Antônio
Superficial		ni	569.640,75	7.456.181,65	1,73	0,48	Bairro Morro da Caixa d'Água	
Superficial	ni	569.361,74	7.455.944,65	6,3	1,75	Morro de Santo Antônio		
Superficial ^[2]	Nascente	572.892,79	7.454.851,94	0,22	0,06	Condomínio Sítio Mombaça I		
Superficial ^[2]	Nascente	572.909,84	7.454.845,70	0,83	0,23	Condomínio Sítio Mombaça II		



Município	UHP	Tipo de captação	Nome do manancial	Ponto de captação (UTM)		Vazão captada		Localidade abastecida
				E (m)	N (m)	(m³/h)	(L/s)	
	Rio do Meio (Japuíba)	Superficial ^[2]	Nascente	570.979,96	7.456.081,96	1,01	0,28	Condomínio da Fazenda Mombaça
		Superficial ^[2]	Nascente	569.220,71	7.455.487,43	1,01	0,28	Condomínio Porto Cielo
		Subterrânea ^[2]	Poço	568.198,87	7.454.265,10	6,01	1,67	Condomínio Refúgio do Corsário
		Subterrânea ^[2]	Poço	566.805,80	7.453.373,40	0,83	0,23	Condomínio Edifício Yacht Flat
		Superficial ^[2]	ni	566.525,46	7.455.625,69	2,02	0,56	Condomínio do Eco Resort de Angra
		Superficial ^[2]	Rio Tanguá	566.666,29	7.455.286,79	6,01	1,67	Condomínio do Eco Resort de Angra
		Superficial ^[2]	Rio Tanguá	566.637,82	7.455.286,92	32	8,89	Condomínio do Eco Resort de Angra
		Subterrânea ^[2]	Poço	566.203,37	7.456.180,65	1,62	0,45	Condomínio Villas do Tanguá
		Subterrânea ^[2]	Poço	570.408,89	7.461.072,63	0,4	0,11	Condomínio Residencial Pier 101
		Subterrânea ^[2]	Poço	570.407,74	7.461.070,49	0,4	0,11	Condomínio Residencial Pier 101
		Subterrânea ^[2]	Poço	570.388,64	7.461.066,27	0,4	0,11	Condomínio Residencial Pier 101
		Superficial ^[2]	Nascente Saquinho do Itapirapuã	569.485,30	7.461.000,04	0,04	0,01	Condomínio Canto do Mar
		Superficial ^[2]	Nascente	568.736,74	7.461.089,58	0,5	0,14	Condomínio Village das Azaleas
		Subterrânea ^[2]	Poço	568.671,08	7.461.056,06	1,4	0,39	Condomínio Estudios da Enseada
		Subterrânea ^[2]	Poço	568.086,76	7.460.938,78	1,01	0,28	Condomínio Marbella
		Subterrânea ^[2]	Poço	568.886,65	7.461.488,67	1,8	0,5	Condomínio Angra Azul
		Superficial ^[2]	Córrego da Praia do Souza	568.088,71	7.456.965,62	1,01	0,28	Condomínio Porto Retiro
		Superficial	Barragem da Banqueta	574555,4869	7460843,093		180	
	Rio Jacuecanga	Superficial	Rio Camorim Pequeno	573.798,72	7.456.221,65	20,7	5,75	Camorim Pequeno
		Superficial	ni	577.469,71	7.457.736,62	19,8	5,5	Praia do Machado
		Superficial	Córrego de Monsuaba	582.091,69	7.455.538,64	44,42	12,3	Comunidade do Morro do Martelo e Bairro Monsuaba
		Superficial	Rio Galloway	580.998,71	7.454.575,64	28,8	8	Bairro Monsuaba
		Superficial	Rio Camorim	575.085,72	7.457.346,63	18,4	5,11	Camorim Grande
		Superficial	Rio Camorim	574.868,73	7.457.304,63	9,18	2,55	Morro da Jaqueira
		Superficial	Rio Camorim	575.624,71	7.457.562,64	18,4	5,11	Camorim Grande
Superficial		Rio Lambicada	576.782,73	7.458.121,63	15,16	4,21	Lambicada	
Superficial		Rio Jacuecanga (Córrego do Cocho)	580.997,70	7.460.739,61	96,41	26,8	Bairro homônimo	
Superficial		Rio Jacuecanga	580.599,71	7.458.330,64	8,28	2,3	Caputera	
Subterrânea		Poço	579.257,28	7.455.800,71	2,99	0,83	Bairro homônimo	
Superficial		Córrego Paraíso	579.607,70	7.453.814,65	1,12	0,31	Bairro Paraíso	
Subterrânea	Poço	579.309,02	7.453.740,00	2,99	0,83	Bairro Paraíso		



Município	UHP	Tipo de captação	Nome do manancial	Ponto de captação (UTM)		Vazão captada		Localidade abastecida
				E (m)	N (m)	(m³/h)	(L/s)	
Jacareí		Superficial ^[2]	Rio Caputera	580.286,17	7.457.618,88	0,5	0,14	Petrobras Transporte S/A – TEBIG (finalidade sanitária)
	Rio Jacareí	Superficial	Rio Garatucaia	583.639,69	7.454.948,65	7,24	2,01	Cantagalo e Cidade da Bíblia
		Superficial	Rio Garatucaia	583.917,70	7.455.264,65	16,13	4,48	Garatucaia, Vila, Vila dos Pescadores e Cantagalo I
	Bacias da Ilha Grande	Superficial	Rio da Fazenda	579.511,72	7.444.758,68	3,89	1,08	Saco do Céu
		Superficial	Rio Japariz	579.273,70	7.446.069,69	1,26	0,35	Guaxuma
		Superficial	Cachoeira da Encrenca	ni	ni	ni	ni	Vila do Abraão
		Superficial	Cachoeira do Bicão	584.809,68	7.439.833,71	5,15	1,43	Vila do Abraão
		Superficial	Córrego Abraão	584.443,69	7.441.208,69	54	15	Vila do Abraão
		Superficial	Cachoeira do Benedito	569.620,75	7.439.310,71	0,25	0,07	Praia de Araçatiba
		Superficial	Cachoeira do Cotias	569.135,76	7.438.856,72	0,11	0,03	Morro do Castelo
		Superficial	Cachoeira do Benedito	569.135,75	7.438.971,70	1,3	0,36	Morro Araçatiba e Viana
		Superficial	Cachoeira da Verga	567.464,75	7.437.051,72	7,67	2,13	Provetá e Morro da Glória
		Superficial	Cachoeira da Verga	566.429,77	7.436.404,72	3,6	1	Provetá e Morro da Glória
		Superficial	ni	566.477,75	7.437.951,70	1,66	0,46	Praia Vermelha e Saco Mico
		Superficial	Córrego Aventureiro	569.370,74	7.435.310,72	0,68	0,19	Praia do Aventureiro
		Superficial	Cachoeira da Longa	570.890,75	7.440.804,69	2,23	0,62	Praia do Longa
		Superficial	Cachoeira Matariz	575.998,72	7.442.651,68	2,63	0,73	Praia de Matariz
	Superficial	Cachoeira do Bananal	577.598,71	7.444.389,67	1,12	0,31	Praia do Bananal	
	Ihas	-	-	-	-	ni	-	-
	Mangaratiba	Rio Jacareí	Superficial	Rio Corisco	586.750,86	7.454.412,31	72,29	32,22
Superficial			Rio Jacareí	585.979,87	7.454.988,76	13,43	3,73	Conceição de Jacareí
Superficial ^[2]			ni	588.287,29	7.453.359,80	4	1,11	Condomínio Porto Real Resort
Superficial ^[2]			Nascente	587.003,69	7.454.320,99	18,5	5,14	Condomínio Porto Real Resort
Superficial ^[2]			Nascente	586.769,24	7.454.144,65	25,2	7	Condomínio Porto Real Resort
Superficial ^[2]			Nascente	587.096,46	7.452.648,14	16,78	4,66	Condomínio Porto Real Resort
Superficial ^[2]			Nascente	588.192,85	7.453.263,45	25,2	7	Condomínio Porto Real Resort
Paraty	Rio Mambucaba	Superficial ^[2]	Córrego do Alemão	544969,44	7453451,64	69,01	19,17	Eletronuclear S.A. – Eletronuclear (Vilas Residenciais)
	Rio Taquari	Superficial ^[1]	Rio São Gonçalo	540058	7453889	6,98	4,7	Tarituba
		Superficial ^[1]	Córrego Tarituba	ni	ni	4	1,11	Tarituba
		Superficial	Rio Taquari	531480,1665	7451893,582		6,8	Taquari



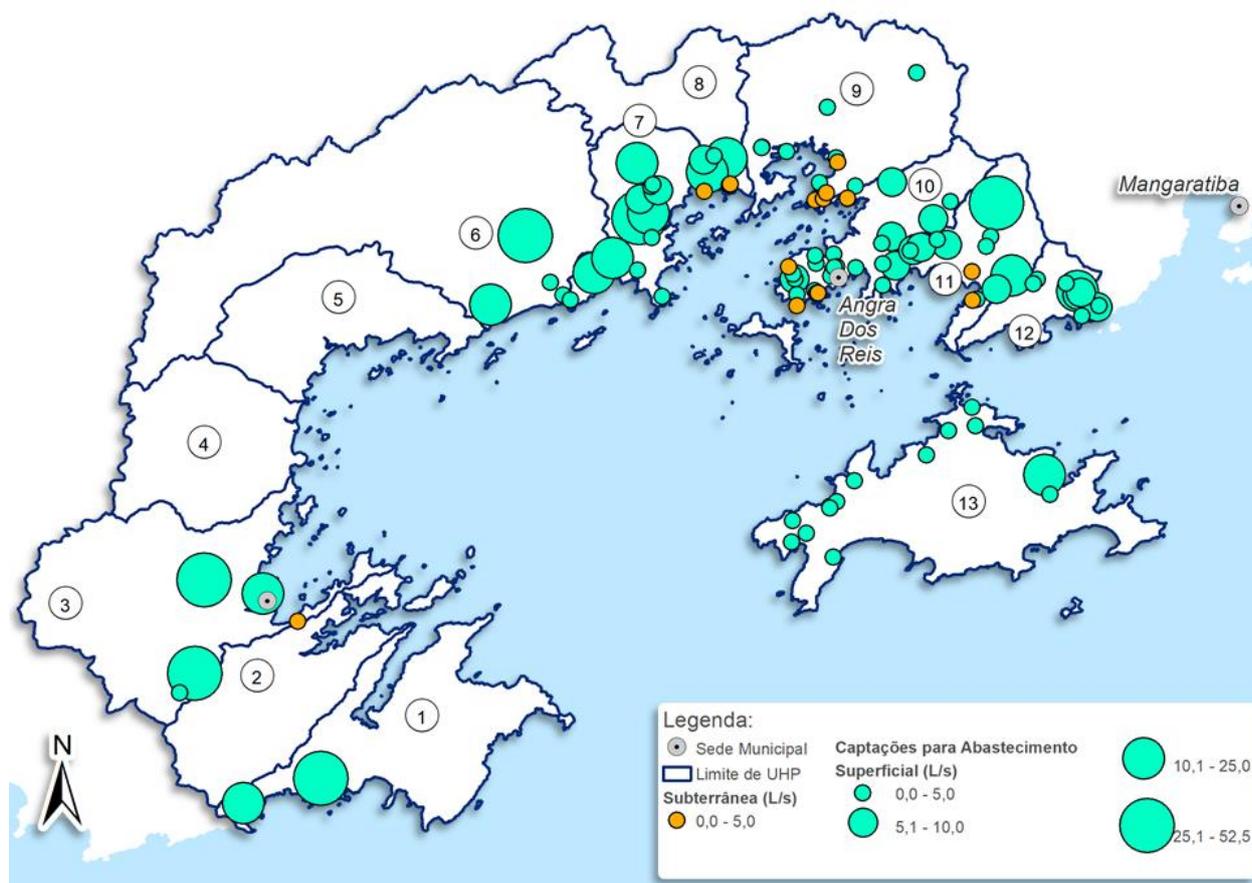
Município	UHP	Tipo de captação	Nome do manancial	Ponto de captação (UTM)		Vazão captada		Localidade abastecida
				E (m)	N (m)	(m³/h)	(L/s)	
	Rios Pequeno e Barra Grande	Superficial	Rio da Graúna	527643,577	7440811,645		2	
		Superficial	Rio Barra Grande	527671,3289	7446579,666		6,94	
	Rio Perequê-Açú	Superficial	Rio Caboclo	526495	7433902	72	20	Bairro Jabaquara
		Superficial	Córrego Pedra Branca	524.586,59	7.433.673,94	144	50	Bairros Pedra Branca, Canto Azul, Ponte Branca, Pantanal, Vila Princesa Isabel, Parque Verde, Condado, Portal de Paraty, Vila Colonial, Parque Ypê, Parque da Mata, Portão de Ferro, Portão de Ferro II, Portão de Ferro III, Mangueira, Chácara da Saudade, Chácara, Caborê, Portal das Artes, Parque Imperial, Patitiba, Centro Histórico, Pontal, Jabaquara
		Superficial	Córrego Corisco Antigo	523.950,45	7.426.971,23	144	40	Portal de Paraty, Vila Colonial, Parque Ypê, Parque da Mata, Portão de Ferro, Portão de Ferro II, Portão de Ferro III, Mangueira, Chácara da Saudade, Chácara, Caborê, Portal das Artes, Parque Imperial, Patitiba, Centro Histórico, Pontal, Jabaquara
		Superficial ^[1]	Corisquinho (afluente do Matheus Nunes)	522.868,70	7.425.589,14	12,46	3,46	Sede
	Rio Paraty-Mirim	Superficial	ni (proposto)	529986,787	7426705,703		3	
		Superficial	Córrego do Curupira	534700,1721	7427228,112		2,9	
		Subterrânea ^[2]	Poço	531.260,01	7.430.709,29	5	1,39	Condomínio Vila Porto Paraty
	Ponta da Juatinga	Superficial ^[2]	Córrego da Toca do Boi	532.903,19	7.419.453,77	100	27,8	Condomínio Laranjeiras
		Superficial	Córrego da Trindade	527388	7417666	73,19	20,3	Trindade

Fonte: PMM (2013), DRZ (2014), CAPY (2018), cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a).

[1]Captações realizadas pela Prefeitura Municipal de Paraty.

[2]Captações realizadas por Condomínios e indústrias para fins sanitários.

Nota: - Sinal indicativo de que não há captação de água.



Fonte: PMM (2013), DRZ (2014), INEA (2017).

Nota: são apresentados somente os pontos com coordenadas cadastradas.

Figura 6.74 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.

Conforme a Figura 6.74 as captações para abastecimento público são provenientes de fontes superficiais, cerca de 99,43% das vazões captadas. Há poucos pontos de captação subterrânea para abastecimento público, presentes na UHP Rio Jacuecanga que abastecem os bairros Homônimo e Paraíso e na UHP do Rio do Meio (Japuíba) que abastece o bairro Bonfim, todos localizados no município de Angra dos Reis.

Das captações para abastecimento público, nota-se que algumas das captações são classificadas como uso insignificante, conforme determina o art. 5º Lei Estadual nº 4.247/2003, que considera captações para abastecimento público com vazões até 0,40 L/s. Dessas captações, boa parte localiza-se na UHP Ilha Grande, que atende pequenas localidades com baixa densidade populacional, porém é importante atentar à população flutuante em várias épocas do ano tendo em vista o grande potencial turístico da região, o que acarreta no aumento da demanda por água.

A partir dos valores de vazões captadas, do cadastro de usuários consolidado e do cadastro de outorgas foi realizada uma ampla consolidação, que também confrontou as



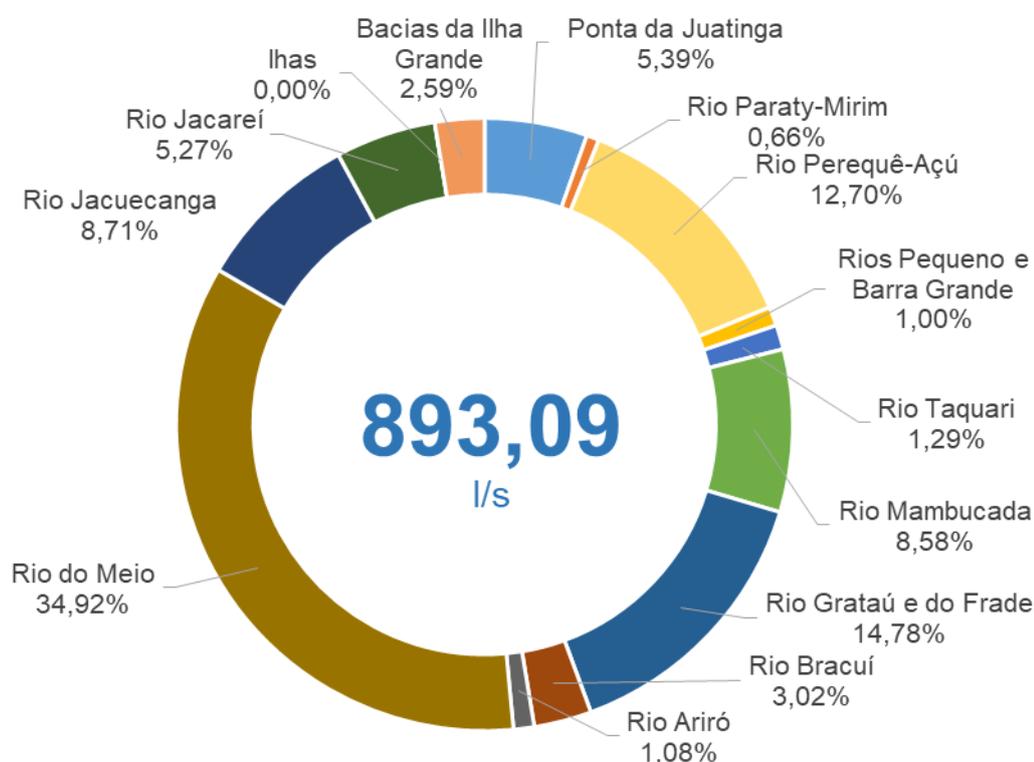
informações cadastradas com as estimativas, apresentadas no item 6.4.1.9.1.4, que resultou na espacialização por UHP que é apresentada no Quadro 6.65.

Quadro 6.65 - Demandas cadastradas de abastecimento por UHP.

UHP	Vazão captada		
	m³/h	L/s	%
1 Ponta da Juatinga	173,196	48,11	5,39%
2 Rio Paraty-Mirim	21,24	5,9	0,66%
3 Rio Perequê-Açú	408,456	113,46	12,70%
4 Rios Pequeno e Barra Grande	32,184	8,94	1,00%
5 Rio Taquari	41,4	11,5	1,29%
6 Rio Mambucaba	275,76	76,6	8,58%
7 Rios Grataú e do Frade	475,092	131,97	14,78%
8 Rio Bracuí	97,2	27	3,02%
9 Rio Ariró	34,848	9,68	1,08%
10 Rio do Meio (Japuiba)	1122,804	311,89	34,92%
11 Rio Jacuecanga	280,044	77,79	8,71%
12 Rio Jacareí	169,56	47,1	5,27%
14 Bacias da Ilha Grande	83,34	23,15	2,59%
Total RH-I	3215,124	893,09	-

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que a demanda para abastecimento público atual na RH-I resulta em 893,09 L/s. A Figura 6.75 apresenta a distribuição das vazões captadas por UHP.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.75 - Distribuição das vazões captadas (%) por UHP da RH-I.

Quanto à situação do tratamento de água na RH-I, as informações técnicas estão elencadas no Quadro 6.66.



Quadro 6.66 - Dados técnicos das estações de tratamento de água inseridas na RH-I.

Município	UHP	Tipo de tratamento	Sistema	Localização (UTM)		Nome do manancial	Vazão tratada (L/s)	Localidade abastecida
				E (m)	N (m)			
Angra dos Reis	Rio Mambucaba	Desinfecção	Vila Histórica Mambucaba	ni	ni	ni	ni	Vila Histórica de Mambucaba, Praia Brava, Praia das Goiabas e Sertão de Mambucaba
		ni	Boa Vista	ni	ni	Rio Perequê	ni	Morro da Boa Vista
		Desinfecção	Itapicu	ni	ni	Rio Mambucaba	ni	Parques Mambucaba e Perequê
	Rio Grataú e do Frade	Desinfecção	Praia Vermelha	ni	ni	ni	ni	Praia Vermelha
		ni	Carlos Gomes	ni	ni	Rio do Frade (Córrego da Sacher)	ni	Frade
		Desinfecção	Constância II	ni	ni	Rio Ambrósio	ni	ni
		Desinfecção	Grataú	ni	ni	Rio Grataú (Córrego do Criminoso)	ni	Frade e Sertãozinho do Frade
		Desinfecção	Gamboa do Bracuí	ni	ni	ni	ni	Gamboa do Bracuí
		Desinfecção	Constância I	ni	ni	Rio Ambrósio	ni	ni
		Desinfecção	Sertãozinho	ni	ni	Rio Ambrósio	ni	Frade e Sertãozinho do Frade
	Rio Bracuí	Desinfecção	Bracuí	ni	ni	Rio Bracuí	ni	Bracuí
		Desinfecção	Santa Rita	ni	ni	Rio Bracuí	ni	Santa Rita do Bracuí
	Rio Ariró	Desinfecção	Serra D'água	ni	ni	Rio da Guarda	ni	Serra D'água e Zungu
		Desinfecção	Ariró	ni	ni	Rio Ariró (afluente)	ni	Ariró
		Desinfecção	Itanema	ni	ni	Rio Itanema	ni	Itanema
	Rio do Meio (Japuíba)	Desinfecção	Vila Velha	ni	ni	ni	ni	Vila Velha
		Filtração	Areal	ni	ni	Rio do Meio (Japuíba)	ni	Bairro Areal
Desinfecção		ni	ni	ni	ni	ni	Clube Sesc, o Resort Pestana	
Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	Desinfecção	Campo Belo	ni	ni	Cachoeira de Campo Belo	ni	Bairro Campo Belo
		Desinfecção	Retiro	ni	ni	Córrego Retiro	ni	ni
		Desinfecção	Banqueta (CEDAE)	ni	ni	Rio Japuíba, Rio Cabo Severino, Rio Banqueta, Rio Homônimo	ni	Morro da Cruz, Parque das Palmeiras, Morro da Glória I e II, Morro do Santo Antônio, Morro da Carioca, Morro do Abel, Japuíba, Aeroporto, Nova Angra, Praia da Ribeira, Parque Belém, Gamboa do Belém, Caieira e Ponta dos Ubás, Banqueta, Gamboa, Parque Belém
		Desinfecção	Bonfim	ni	ni	Rio Bonfim e poço	ni	Bairro Bonfim
		Desinfecção	Pedrão	ni	ni	ni	ni	Sapinhatura 1
		Desinfecção	Barragem Salvador	ni	ni	ni	ni	Sapinhatura 1 e 2



Município	UHP	Tipo de tratamento	Sistema	Localização (UTM)		Nome do manancial	Vazão tratada (L/s)	Localidade abastecida	
				E (m)	N (m)				
		Desinfecção	Ponta do Cantador	ni	ni	ni	ni	Condomínio Ponta do Cantador e a Praia da Figueira	
		Desinfecção	Bolão	ni	ni	Manancial Bolão	ni	Bairro Santo Antônio	
		Desinfecção	Julia	ni	ni	ni	ni	Bairro Morro da Caixa d'Água	
		Desinfecção	Abel	ni	ni	ni	ni	Morro de Santo Antônio	
	Rio Jacuecanga	Desinfecção	Camorim Pequeno	ni	ni	Rio Camorim Pequeno	ni	Camorim Pequeno	
		Filtração	Jacuecanga	ni	ni	ni	ni	Praia do Machado	
		Desinfecção	Galloway	ni	ni	Córrego de Monsuaba	ni	Comunidade do Morro do Martelo e Bairro Monsuaba	
		Desinfecção	Paiolzinho	ni	ni	Rio Galloway	ni	Bairro Monsuaba	
		Desinfecção	Camorim Grande	ni	ni	Rio Camorim	ni	Camorim Grande, Morro da Jaqueira	
		Desinfecção	Lambicada	ni	ni	Rio Lambicada	ni	Lambicada	
	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	Desinfecção	Vitinho	ni	ni	Rio Jacuecanga (Córrego do Cocho)	ni	Bairro homônimo
			Desinfecção	Caputera	ni	ni	Rio Jacuecanga	ni	Caputera
			Desinfecção	Água Santa	ni	ni	ni	ni	Bairro homônimo
			Desinfecção	Paraíso	ni	ni	Córrego Paraíso e poço	ni	Bairro Paraíso
Rio Jacareí			Desinfecção	Cantagalo II	ni	ni	Rio Garatuaia	ni	Cantagalo e Cidade da Bíblia
			Desinfecção	Cantagalo I	ni	ni	Rio Garatuaia	ni	Garacutaia, Vila, Vila dos Pescadores e Cantagalo I
Bacias da Ilha Grande		Desinfecção	Saco do Céu	ni	ni	Rio da Fazenda	ni	Saco do Céu	
		Desinfecção	Morro da Encrenca	ni	ni	Cachoeira da Encrenca	ni	Vila do Abraão	
		Desinfecção	Morro do Cemitério	ni	ni	Cachoeira do Bicão	ni	Vila do Abraão	
		Desinfecção	Morro Estado	ni	ni	Córrego Abraão	ni	Vila do Abraão	
		Desinfecção	Benê	ni	ni	Cachoeira do Benedito	ni	Praia de Araçatiba	
		Desinfecção	Cotias/Castelo	ni	ni	Cachoeira do Cotias	ni	Morro do Castelo	
		Desinfecção	Folha	ni	ni	Cachoeira do Benedito	ni	Morro Araçatiba e Viana	
		Desinfecção	Provetá II	ni	ni	Cachoeira da Verga	ni	Provetá e Morro da Glória	
	Desinfecção	Praia Vermelha	ni	ni	ni	ni	Praia Vermelha e Saco Mico		
	Desinfecção	Aventureiro	ni	ni	Córrego Aventureiro	ni	Praia do Aventureiro		
	Desinfecção	Longa	ni	ni	Cachoeira da Longa	ni	Praia do Longa		
	Desinfecção	Matariz	ni	ni	Cachoeira Matariz	ni	Praia de Matariz		
	Desinfecção	Bananal	ni	ni	Cachoeira do Bananal	ni	Praia do Bananal		
	Desinfecção	-	-	-	-	-	-	-	
Mangaratiba	Rio Jacareí	Desinfecção	ni	ni	ni	ni	Rio Corisco e Rio Jacareí	Conceição do Jacareí	



Município	UHP	Tipo de tratamento	Sistema	Localização (UTM)		Nome do manancial	Vazão tratada (L/s)	Localidade abastecida
				E (m)	N (m)			
Paraty	Rio Mambucaba	-	-	-	-	-	-	-
	Rio Taquari	ni	ni	ni	ni	Rio São Gonçalo	ni	Tarituba
		ni	ni	ni	ni	Córrego Tarituba	ni	Tarituba
	Rios Pequeno e Barra Grande	-	-	-	-	-	-	-
	Rio Perequê-Açú	ni	ni	ni	ni	Rio Caboclo	ni	Bairro Jabaquara
		Convencional	Pedra Branca	ni	ni	Córrego Pedra Branca	60	Bairros Pedra Branca, Canto Azul, Ponte Branca, Pantanal, Vila Princesa Isabel, Parque Verde, Condado, Portal de Paraty, Vila Colonial, Parque Ypê, Parque da Mata, Portão de Ferro, Portão de Ferro II, Portão de Ferro III, Mangueira, Chácara da Saudade, Chácara, Caborê, Portal das Artes, Parque Imperial, Patitiba, Centro Histórico, Pontal, Jabaquara
		Convencional	Corisquinho	ni	ni	Córrego Corisco Antigo	60	Portal de Paraty, Vila Colonial, Parque Ypê, Parque da Mata, Portão de Ferro, Portão de Ferro II, Portão de Ferro III, Mangueira, Chácara da Saudade, Chácara, Caborê, Portal das Artes, Parque Imperial, Patitiba, Centro Histórico, Pontal, Jabaquara
	Rio Perequê-Açú	ni	ni	ni	ni	Corisquinho (afluente do Matheus Nunes)	ni	Sede
Rio Paraty-Mirim	ni	ni	ni	ni	Cachoeira divisa Parque/APA	ni	Paraty-Mirim	
Ponta da Juatinga	-	-	-	-	-	-	-	

Fonte: PMM (2013), DRZ (2014), CAPY (2018).

Nota: - Sinal indicativo de que não há ETA.

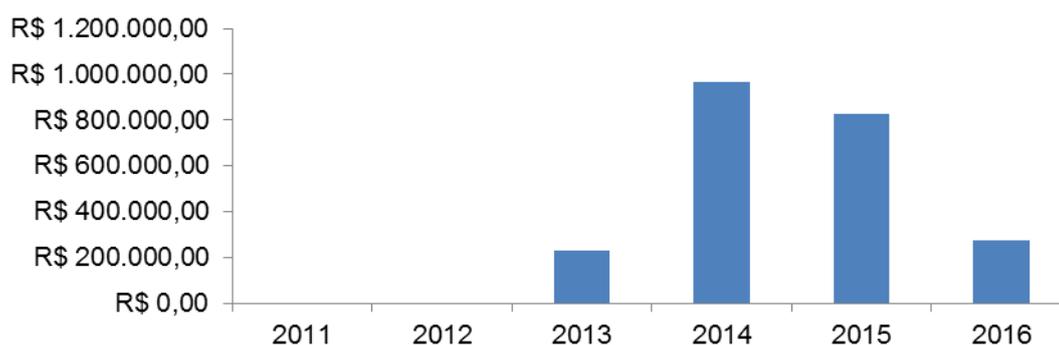
ni = não informado.



O tipo de tratamento adotado pela maior parte dos sistemas de abastecimento consiste apenas de desinfecção de reservatórios, o que merece atenção tendo em vista que a maioria desses sistemas captam água de mananciais superficiais, e segundo a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde, que revoga a Portaria nº 2.914/2011, as águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração e desinfecção. Apenas os Sistemas Pedra Branca e Corisquinho no município de Paraty apresentam ETAs com tratamento convencional, composto pelas etapas de coagulação, floculação, sedimentação ou flotação, filtração, desinfecção, fluoretação e estabilização final do pH.

6.4.1.9.1.3. Investimentos em abastecimento de água

Segundo dados do SNIS (2016), os investimentos voltados para abastecimento público de água na RH-I somam R\$ 273.457,23. Na Figura 6.76 podem ser visualizados os investimentos em abastecimento de água realizados na RH-I entre os anos 2011 e 2016, por sua vez no Quadro 6.67 esses valores estão discriminados por município.



Fonte: SINIS (2016).

Figura 6.76 - Evolução temporal dos investimentos abastecimento de água na RH-I.

Quadro 6.67 - Evolução temporal dos investimentos abastecimento de água nos municípios da RH-I.

Município	Investimentos em abastecimento de água (R\$)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Angra dos Reis	-	-	R\$ 230.120,69	R\$ 137.286,65	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Mangaratiba	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Paraty	-	-	R\$ 0,00	R\$ 831.000,00	R\$ 827.000,00	R\$ 273.457,23
RH-I	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 230.120,69	R\$ 968.286,65	R\$ 827.000,00	R\$ 273.457,23

Fonte: SNIS (2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016).
Nota: - Sinal indicativo de que não há dado disponível.

O ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2010, onde foram diagnosticados os sistemas de produção de água de 5.565 sedes municipais do país. No município de Angra dos Reis, esse estudo apontou a necessidade de ampliação do Sistema Banqueta com instalação de duas ETAs convencionais as quais



captarão água no rio Bracuí (nova captação) e na barragem Banqueta, além de todo novo sistema de adução e estação elevatória, por meio de um investimento de 31 milhões até 2025.

Para o município de Paraty não houve proposta, tendo em vista que o abastecimento foi considerado satisfatório. Por sua vez, o município de Mangaratiba não possui sede municipal na RH-I, portanto esse estudo não se aplica. Atualmente não há obras ou projetos voltados para o sistema de abastecimento público proveniente de investimentos do Governo Federal.

6.4.1.9.1.4. Consumo Humano

De forma complementar ao tópico abastecimento de água, foi estimado o consumo humano, uma vez que as captações apresentadas anteriormente podem ser utilizadas para outros usos consuntivos, além do consumo humano. Para essa foram utilizados os seguintes dados:

- As populações apresentadas por UHP;
- Adotou-se uma captação de água diária de 16 horas;
- Os coeficientes per capita de consumo de água urbanos adotados para cada UHP foram obtidos do SNIS (2016) de cada município da RH-I, conforme Quadro 6.63, exceto para o município de Paraty, tendo em vista que os dados do SNIS não representam a realidade local, apresentando um valor muito alto e que não é representativo para o todo do município, então adotou-se o valor encontrado na "Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos" ANA (2003), onde também foram obtidos os valores per capita rurais para todos os municípios;
- O coeficiente de retorno urbano, igual a 0,8, foi obtido na ABNT NBR 9648/1986, já para o coeficiente de retorno rural adotou-se o valor de 0,5, conforme ONS (2005), devido à inexistência de sistemas para a condução das vazões de retorno produzidas, uma vez que essas passam a ocorrer por meio do restabelecimento do lençol freático e consequentemente do escoamento subterrâneo.

No Quadro 6.68 são apresentados os valores do consumo humano urbano per capita diários, utilizados, conforme a faixa populacional municipal de acordo com o Estado Brasileiro, segundo ANA (2003). Esses valores foram determinados através da relação entre o volume distribuído no Estado, obtido pela soma dos volumes distribuídos nos municípios e a população do Estado atendida pelo Sistema Público de Abastecimento de Água, extraídos do censo demográfico de 2000.



Quadro 6.68 - Coeficientes de retirada urbano per capita, conforme o Estado e a faixa populacional.

Estados	Faixa populacional (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
AM, AP, BA, MG, RJ, RS, SP	< 10.000	300,00
	10.000 a 100.000	350,00
	100.000 a 500.000	400,00
	> 500.000	470,00

Fonte: ANA (2003).

Para a estimativa do consumo humano rural utilizou-se o valor per capita de 125,00 L/hab.dia recomendado para o Estado do Rio de Janeiro, sugerido pela ANA (2003).

A vazão de consumo humano (urbano ou rural) corresponde à diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno, conforme equação 1.

$$Q_c = Q_r - Q_{ret} \quad 1$$

Sendo: Q_c = vazão de consumo humano urbano ou rural por UHP (L/s); Q_r = vazão de retirada para abastecimento urbano ou rural por UHP (L/s); Q_{ret} = vazão de retorno urbano ou rural por UHP (L/s).

A estimativa da vazão de retirada de água para consumo humano foi realizada a partir do produto entre a parcela da população urbana ou rural contida na UHP e o consumo *per capita*, conforme a seguinte equação 2.

$$Q_r = 1,736.10^{-5} Pop \times CP \quad 2$$

Sendo: Q_r = vazão de retirada para abastecimento humano urbano ou rural por UHP (L/s); Pop = população urbana ou rural na UHP (habitantes); CP = consumo *per capita* urbano ou rural (L/hab.dia) por UHP.

Por sua vez, a vazão de retorno corresponde ao produto do coeficiente de retorno urbano ou rural adotado e a vazão de retirada para abastecimento humano (equação 3).

$$Q_{ret} = Q_r K_{ret} \quad 3$$

Sendo: Q_{ret} = vazão de retorno do abastecimento urbano ou rural (L/s); Q_r = vazão de retirada para abastecimento humano urbano ou rural (L/s); K_{ret} = coeficiente de retorno do abastecimento urbano ou rural (adimensional). Dessa forma, o Quadro 6.69 apresenta os valores de vazão de retirada, retorno e consumo humano urbano e rural por UHP e o total na RH-I.



Quadro 6.69 - Vazões de retirada, retorno e consumo humano urbano e rural por UHP na RH-I.

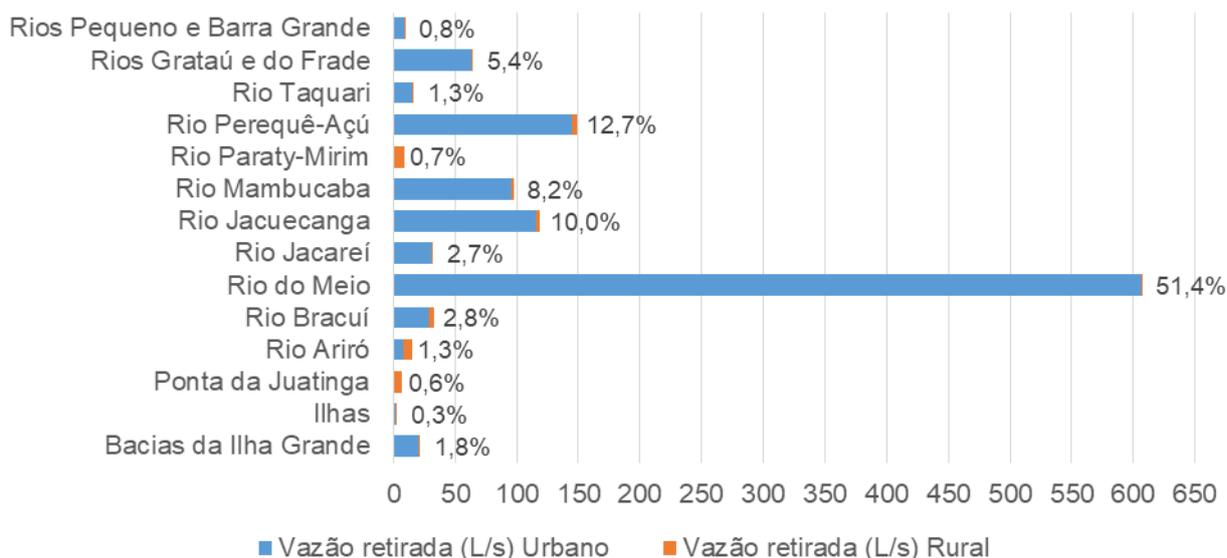
UHP	População urbana (hab)	População rural (hab)	População total (hab)	CP urbano (L/hab.dia)	CP rural (L/hab.dia)	Vazão retirada						Vazão retorno		Vazão consumo	
						Urbano		Rural		Total		Total		Total	
						m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s
1 - Ponta da Juatinga	41	3060	3101	300	125	0,8	0,2	23,9	6,6	24,7	6,9	12,6	3,5	12,1	3,4
2 - Rio Paraty-Mirim	106	3747	3853	300	125	2	0,6	29,3	8,1	31,3	8,7	16,3	4,5	15,0	4,2
3 - Rio Perequê-Açú	23781	2295	26076	350	125	520,2	144,5	17,9	5,0	538,1	149,5	425,1	118,1	113,0	31,4
4 - Rios Pequeno e Barra Grande	1687	542	2229	300	125	31,6	8,8	4,2	1,2	35,8	9,9	27,4	7,6	8,4	2,3
5 - Rio Taquari	3028	64	3092	300	125	56,8	15,8	0,5	0,1	57,3	15,9	45,7	12,7	11,6	3,2
6 - Rio Mambucaba	25988	683	26671	212,65	125	345,4	95,9	5,3	1,5	350,7	97,4	279,0	77,5	71,7	19,9
7 - Rios Grataú e do Frade	17168	6	17174	212,65	125	228,2	63,4	0	0,0	228,2	63,4	182,5	50,7	45,7	12,7
8 - Rio Bracuí	7721	1957	9678	212,65	125	102,6	28,5	15,3	4,3	117,9	32,8	89,7	24,9	28,2	7,8
9 - Rio Ariró	2054	3716	5770	212,65	125	27,3	7,6	29	8,1	56,3	15,6	36,4	10,1	19,9	5,5
10 - Rio do Meio (Japuíba)	99823	67	99890	350	125	2184	606,5	0,5	0,1	2184	606,7	1747,1	485,3	436,9	121,4
11 - Rio Jacuecanga	31420	1212	32632	212,65	125	417,6	116,0	9,5	2,6	427,1	118,6	338,8	94,1	88,3	24,5
12 - Rio Jacareí	8488	48	8536	212,65	125	112,8	31,3	0,4	0,1	113,2	31,4	90,5	25,1	22,7	6,3
13 - Bacias da Ilha Grande	5669	137	5806	212,65	125	75,3	20,9	1,1	0,3	76,4	21,2	60,8	16,9	15,6	4,3
14 - Ilhas	496	581	1077	212,65	125	6,6	1,8	4,5	1,3	11,1	3,1	7,6	2,1	3,5	1,0
Total Geral	227470	18115	245585	-	-	4111	1141,9	141,5	39,3	4252	1181,1	3359,5	933,2	892,6	247,9

Fonte: Elaboração própria.

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma subestimação do quantitativo populacional urbano nas UHPs 1 e 2. Devido a inexistência de outras fontes, que não os dados censitários do IBGE, as análises seguiram utilizando os dados censitários.

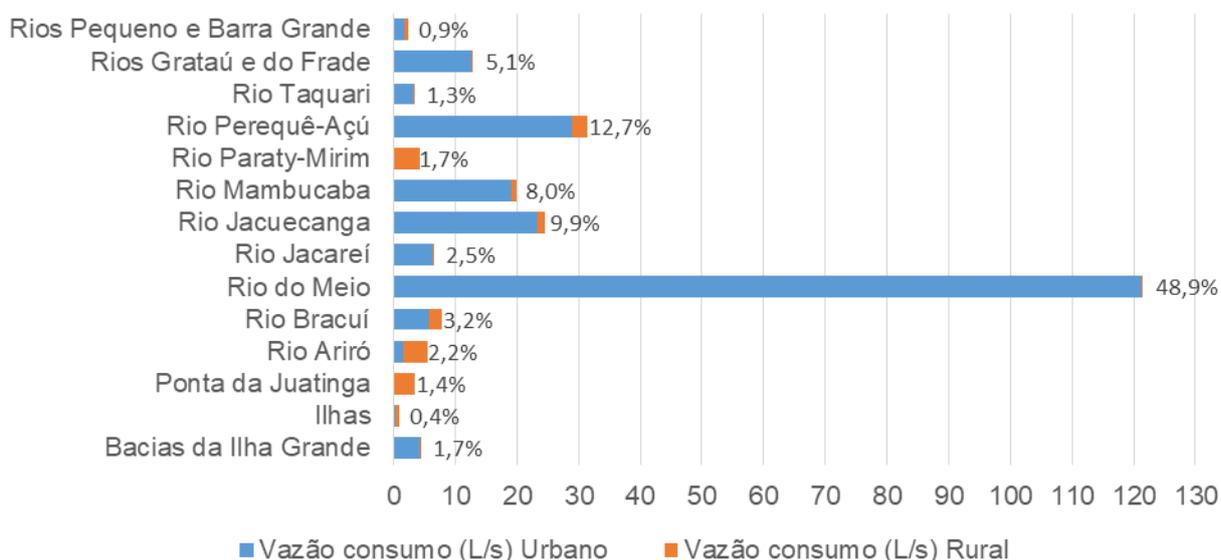


Na Figura 6.77 apresenta-se a distribuição percentual das vazões de retirada e, na Figura 6.78, as vazões de consumo para o abastecimento humano por UHP. Nota-se que o maior consumo ocorre na UHP Rio do Meio (Japuíba), com cerca de 50% do consumo total da RH-I, tendo vista que abrange a Sede Municipal de Angra dos Reis.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.77 - Distribuição da demanda de retirada para o abastecimento humano por UHP da RH-I.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.78 - Distribuição da demanda de consumo para o abastecimento humano por UHP da RH-I.



6.4.1.9.1.5. Consolidação da demanda do abastecimento

Em virtude das claras divergências existentes entre as estimativas para consumo humano (Quadro 6.69) e as demandas obtidas a partir dos cadastros (Quadro 6.65) foi necessária uma consolidação das demandas do abastecimento, objetivando a obtenção números finais para a utilização no cálculo do balanço hídrico.

É importante destacar que as demandas que realmente são utilizadas no balanço são as provenientes das estimativas para consumo humano, pois são com elas que serão estabelecidos os cenários de aumento das demandas hídricas no prognóstico. No entanto, os pontos de captação são úteis para uma correta alocação dos valores de demandas nos trechos de rio.

Após a análise de consistência dos valores de demanda apresentados nos pontos de captação, foi feito um comparativo entre este dado e as estimativas estabelecidas através da estimativa. A estratégia adotada para a compatibilização dos valores foi de aumentar proporcionalmente os valores das captações nas UHPs onde as estimativas apresentam valores maiores, além de manter o valor da captação nas UHPs onde ocorre o inverso, para assim considerarmos o pior cenário de demanda. O Quadro 6.81 apresenta os valores ajustados de demanda por UHP, considerando os critérios descritos anteriormente.

Quadro 6.70 - Consolidação das demandas do abastecimento.

UHP	Demanda Cadastrada Abastecimento		Estimativa de Demanda para o Consumo Humano (Retirada)		Demanda Consolidada para o Abastecimento		
	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	
1	Ponta da Juatinga	173,2	48,1	24,8	6,9	173,2	48,1
2	Rio Paraty-Mirim	21,2	5,9	31,3	8,7	31,2	8,7
3	Rio Perequê-Açú	408,5	113,5	538,2	149,5	538,1	149,5
4	Rios Pequeno e Barra Grande	32,2	8,9	35,6	9,9	35,9	10,0
5	Rio Taquari	41,4	11,5	57,2	15,9	57,3	15,9
6	Rio Mambucaba	275,8	76,6	350,6	97,4	350,7	97,4
7	Rios Grataú e do Frade	475,1	132,0	228,2	63,4	475,1	132,0
8	Rio Bracuí	97,2	27,0	118,1	32,8	117,9	32,8
9	Rio Ariró	34,8	9,7	56,2	15,6	56,3	15,7
10	Rio do Meio (Japuíba)	1122,8	311,9	2184,1	606,7	2184,0	606,7
11	Rio Jacuecanga	280,0	77,8	427,0	118,6	427,0	118,6
12	Rio Jacareí	169,6	47,1	113,0	31,4	169,6	47,1
13	Bacias da Ilha Grande	83,3	23,2	76,3	21,2	83,3	23,2
14	Ilhas	0,0	0,0	11,2	3,1	24,7	6,9
TOTAL		3215,1	893,1	4252,0	1181,1	4724,4	1312,3

Fonte: Elaboração própria.



6.4.1.9.2. *Esgotamento sanitário*

Este tópico apresenta o estado atual do sistema de esgotamento sanitário da RH-I, dando ênfase aos principais elementos do sistema que impactam diretamente na gestão dos recursos hídricos, no que se refere à cobertura de atendimento, às percentagens de coleta e tratamento de esgoto, às estações de tratamento existentes e respectivas condições operacionais, aos pontos de lançamento de efluentes, à estimativa de carga orgânica gerada na RH-I, aos problemas, aos investimentos nos últimos cinco anos, aos projetos e obras em andamento, financiados com recursos da União (Ministério das Cidades e FUNASA).

6.4.1.9.2.1. Indicadores de esgotamento sanitário

As informações que embasam esse capítulo são provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2016 e dos últimos cinco anos. Os serviços de esgotamento sanitário na RH-I são administrados pelos mesmos servidores do sistema de abastecimento de água.

Os indicadores avaliados neste capítulo dão base para avaliação da cobertura de atendimento e tratamento dos esgotos sanitários que refletem diretamente a saúde da população, além de impactar a disponibilidade qualitativa dos recursos hídricos. Os índices de atendimento total e urbano de esgoto, representados pelos indicadores IN056 e IN047 do SNIS, respectivamente, referem-se ao percentual de pessoas com abastecimento de água que tem acesso ao sistema público de esgotamento sanitário.

As informações relativas à coleta de esgoto foram obtida por meio do índice de coleta de esgoto (IN015) que mede a percentagem de esgoto coletado com relação ao volume de água consumido, e quanto ao tratamento de esgoto foram utilizados o índice de tratamento de esgoto relativo ao esgoto coletado (IN016) e o índice de tratamento de esgoto relativo ao esgoto produzido (IN046). No Quadro 6.71 são apresentados os índices de atendimento, de coleta e tratamento de esgoto de cada município da RH-I, enquanto na Figura 6.79 esses índices são comparados com valores encontrados na região Sudeste do Brasil e no país.

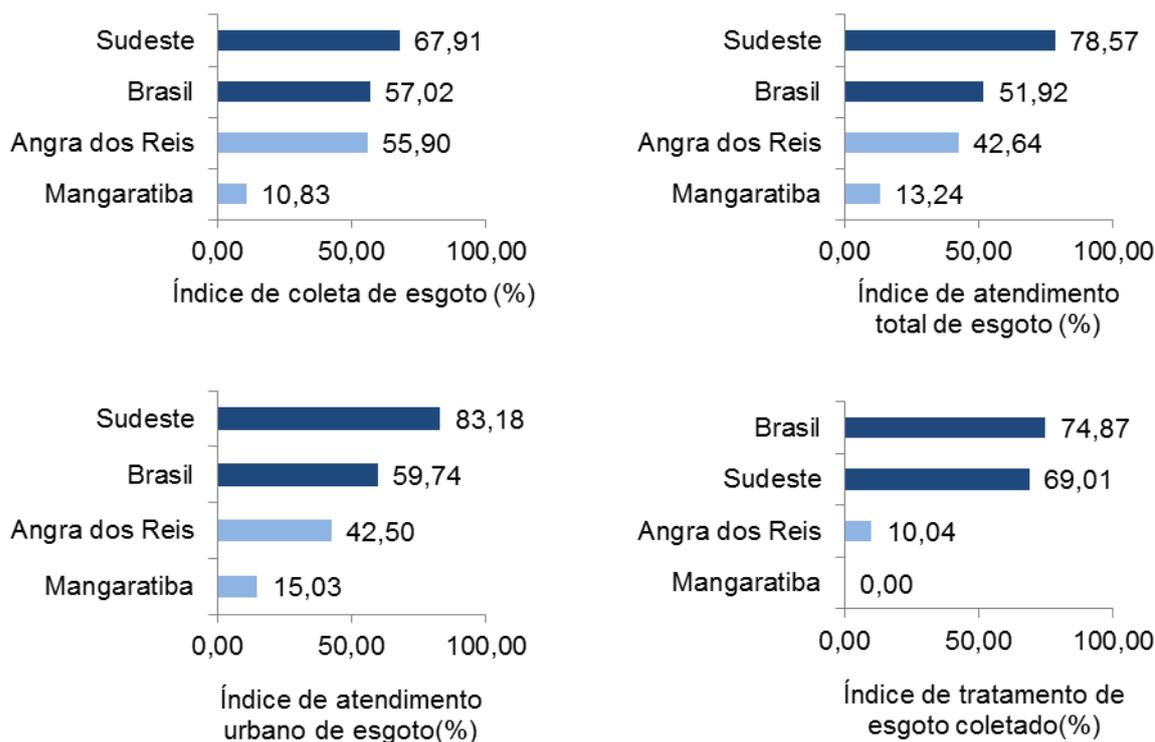


Quadro 6.71 - Índices de esgotamento sanitário por UHP e município na RH-I.

Município	UHP	Índice de coleta de esgoto (%)	Índice de atendimento esgoto (%)		Índice de tratamento de esgoto relativo ao esgoto (%)	
			Total	Urbano	Coletado	Produzido
Angra dos Reis	Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuiba), Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacias da Ilha Grande, Ihas	55,90	42,64	42,50	10,04	5,61
Mangaratiba	Rio Jacareí	10,83	13,24	15,03	0,00	0,00
Paraty	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	21,10 ⁽¹⁾	ni	ni	ni	ni

Fonte: SNIS (2016), ⁽¹⁾ANA (2013).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma superestimação no índice de coleta de esgoto de Paraty, que possui uma população atendida muito menor do que a informada no Atlas Esgotos da ANA.



Fonte: SNIS (2016).

Figura 6.79 - Índices de coleta, atendimento total e urbano e tratamento de esgoto nos municípios integrantes da RH-I.

Com base nos valores dos índices de coleta, de atendimento e de tratamento de esgoto dos municípios que compõe a RH-I, fornecidos ao SNIS, exceto Paraty onde não houve registro de dados, verifica-se que a situação é preocupante, uma vez que todos os índices estão abaixo das médias regional e nacional.



Os índices de atendimento total e urbano na RH-I estão abaixo de 50%, longe da universalização, principalmente no município de Mangaratiba que apresentou valores menores que 16%. Vale destacar a carência em rede de coleta de esgoto na RH-I, principalmente em neste município o qual coleta apenas 10,83% e não realiza nenhum tratamento.

Por sua vez, Angra dos Reis coleta 55,90% do esgoto produzido, porém trata apenas 10,04% deste valor. Portanto, com relação ao tratamento de esgotos a situação é ainda mais crítica, necessitando de medidas emergenciais para garantir qualidade adequada dos recursos hídricos receptores desses afluentes na região.

6.4.1.9.2.2. Sistema de esgotamento sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) consiste de um conjunto de instalações prediais, sistema de redes de esgotos sanitários e estação de tratamento de esgotos. É responsável pela redução da degradação qualitativa dos recursos hídricos receptores dos afluentes, consequentemente contribuem para manutenção da saúde pública e qualidade ambiental.

Este sistema pode ser classificado em individual e coletivo. O sistema individual é ideal para regiões isoladas, áreas rurais ou locais com baixa densidade populacional, se caracteriza pelo uso de fossas sépticas apenas, fossas sépticas e sumidouro, ou outra forma que utilize os processos decantação e infiltração. O sistema coletivo consiste em rede coletora pública que recebe e transporta o esgoto para uma estação de tratamento de esgoto (ETE) (VON SPERLING, 2005).

Os dados referentes às condições de esgotamento sanitário nos municípios da RH-I foram obtidos pelo cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a), além da consulta aos PMSB dos municípios de Angra dos Reis (DRZ, 2014) e Mangaratiba (PMM, 2013), o PMSB de Paraty não foi utilizado por conter informações defasadas, uma vez que foi elaborado em 2011.

No município de Angra dos Reis, 55,90% do esgoto é coletado pelo SAAE, desse valor 10,09% é tratado. Do restante, cerca de 26,00% do esgoto produzido é lançado *in natura* nos corpos hídricos interiores e no mar, e os outros 18,10% são tratados através de sistemas isolados individuais (ANA, 2013).

Em Mangaratiba apenas 10,83% do esgoto é coletado e não há tratamento. Segundo PMM (2013), o problema do esgotamento sanitário em Mangaratiba é o elevado custo de implantação em razão das áreas planas e de praia existentes no município. No Quadro 6.72 e no Quadro 6.73 estão elencadas informações técnicas sobre as estações de tratamento de esgotos (ETE) pertencentes às SES dos servidores de saneamento básico na RH-I.



Quadro 6.72 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto na RH-I.

Município	UHP	Nome da ETE	Localidade atendida	Localização (UTM)		Estado da ETE	População atendida
				E (m)	N (m)		
Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Santos Drumont / ETE Getúlio Vargas	Parque Mambucaba e Parque Perequê	546854,6363	7455266,71	Ativada	5000 habitantes/dia
		ETE Francisco Magalhães de Castro		ni	ni	ni	
		ETE Morro da Boa Vista (Quadra)		548270,16	7454578,792	Ativada	
		ETE Morro da Boa Vista (Pedreira)	Ativada			348 habitantes /dia	
		ETE Morro da Boa Vista (Pasto)	Ativada			520 habitantes /dia	
		Rios Grataú e do Frade	ETE Vila Histórica	Vila Histórica de Mambucaba	549672,4545	7453652,748	Ativada
	ETE Praia Brava		Vila de Praia Brava	553678,2499	7456126,474	Ativada	1851 habitantes /dia
	ETE Frade		Frade	557840,1583	7460187,97	Ativada	380 habitantes /dia
	Rio Bracuí	ETE Gamboa do Bracuí	Gamboa do Bracuí	559445,3004	7463193,642	Ativada	250 habitantes /dia
		ETE Bracuí ⁽¹⁾	Bracuí	562750,5057	7463368,57	Ativada	1360 habitantes
		ETE Condomínio do Bracuí	Condomínio Geral do Bracuí	561771,308	7462809,565	Ativada	1450 habitantes /dia
	Rio Ariró	ETE Serra D'água	Serra D'água	572963,4201	7468691,928	Ativada	120 habitantes /dia
	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Bonfim	Bairro Bonfim	568372,8901	7454212,576	Ativada	2500 habitantes /dia
		ETE Vila Velha	Bairro Vila Velha	566444,0737	7453918,888	Ativada	500 habitantes /dia
		ETE Parque Belém I	Parque Belém	572329,6325	7460527,366	Desativada	12 a 250 habitantes /dia
		ETE Parque Belém II					
		ETE Parque Belém III					
ETE Parque Belém IV							
ETE Banqueta		Banqueta	574701,8915	7459897,657	Ativada	240 habitantes /dia	
ETE Campo Belo	Campo Belo	571825,505	7458511,234	Desativada	193 habitantes /dia		
ETE Morada do Areal	Morada do Areal	572357,3186	7458328,671	Ativada	400 habitantes /dia		
Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Japuíba	Japuíba	571500,0669	7458757,297	Desativada	7500 habitantes /dia
		ETE Sapinhatuba I (trevo)	Sapinhatuba I	572088,766	7456055,896	Ativada	1283 habitantes /dia
		ETE Sapinhatuba I (quadra)					
		ETE Sapinhatuba I (assembleia)					
		ETE Sapinhatuba I (passarela)					
		ETE Sapinhatuba I (mat. construção)					
		ETE Sapinhatuba I (quadra 1)					
	ETE Monte Castelo	Monte Castelo	572242,2246	7455727,812	Ativada	1021	
	Rio Jacuecanga	ETE Monsuaba	Bairro Monsuaba	579779,6968	7455215,404	Desativada	8500 habitantes /dia
		ETE Morro dos Morenos	Morro dos Morenos	577629,9529	7457541,096	Ativada	700
ETE Village		BNH, Verolme e Village	ni	ni	ni	ni	



Município	UHP	Nome da ETE	Localidade atendida	Localização (UTM)		Estado da ETE	População atendida
				E (m)	N (m)		
		ETE Lambicada	Lambicada	577079,6184	7457276,513	Ativada	737 habitantes /dia
		ETE Praia do Machado I	Praia do Machado	576571,6174	7456355,761	Ativada	32
		ETE Praia do Machado II		ni	ni	ni	ni
		ETE Água Santa I	Água Santa	578963,4555	7455583,176	Ativada	84
		ETE Água Santa II		ni	ni	ni	ni
	Rio Jacareí	-	-	-	-	-	-
Bacias da Ilha Grande	ETE Vila do Abraão	Vila do Abraão	584976,8097	7441145,47	Ativada	7500 habitantes /dia	
Angra dos Reis	Ihas	-	-	-	-	-	-
Mangaratiba	Rio Jacareí	ETE Conceição do Mangaratiba	Conceição do Mangaratiba	585502,0716	7452776,952	Ativada	3459
Paraty	Rio Mambucaba	ETE Mambucaba	Vila Residencial de Mambucaba	547648,3879	7453652,748	Ativada	2206
	Rio Taquari	-	-	-	-	-	-
	Rio Perequê-Açú	ETE Jovêncio Soares de Oliveira	Vila de Praia Grande	530985,69	7439809,5	Ativada	1000
	Rios Pequeno e Barra Grande	-	-	-	-	-	-
	Rio Paraty-Mirim	-	-	-	-	-	-
	Ponta da Juatinga	ETE Laranjeiras ^[2]	Vila dos Moradores de Laranjeiras e Vila Oratório	534091,6545	7418738,095	Ativada	37

Fonte: DRZ (2014), cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a).

^[1] Há informações de que a ETE da Itinga (E11) está desativada, contudo, essas informações foram fornecidas posteriormente à etapa de modelagem. Dessa forma, na inclusão das informações sobre estações de tratamento no modelo, essa ETE está ativa. ^[2] ETE operada pela empresa Condomínio Laranjeiras

Nota: - Sinal indicativo de que não há ETE.

ni = não informado.



Quadro 6.73 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto na RH-I.

Município	UHP	Nome da ETE	Tipo de tratamento	Vazão (m³/h)	DBO bruta (mg/l)	Eficiência de remoção de DBO (%)	Carga DBO remanescente (kg/dia)	Corpo receptor	Lançamento (UTM)	
									E (m)	N (m)
Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Santos Drumont	Lodo ativado	13,33	337,50	96,88	3,37	Rio Perequê	548.169,02	7.454.554,59
		ETE Francisco Magalhães de Castro		7,65	337,50	96,88	1,94	Rio Mambucaba	546.759,86	7.455.321,98
		ETE Getúlio Vargas		11,77	ni	89,00 ⁽¹⁾	ni	Rio Mambucaba	ni	ni
		ETE Morro da Boa Vista (Quadra)	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	3,44	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Morro da Boa Vista (Pedreira)		2,32	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Morro da Boa Vista (Pasto)		1,47	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Vila Histórica		2,67	ni		ni	Drenagem	ni	ni
	Rios Grataú e do Frade	ETE Frade	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	2,53	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Rio Ambrósio	ni	ni
		ETE Gamboa do Bracuí	UASB	9,07	ni	67,50 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
	Rio Bracuí	ETE Bracuí	ni	ni	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	ni	ni	ni
	Rio Ariró	ETE Serra D'água	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	1,23	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Bonfim	UASB seguido de físico químico	4,50	270,00	85,19	4,32	Drenagem	568.292,63	7.454.227,77
Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Vila Velha	UASB + Biofiltro aerado submerso com nitrificação	3,86	270,00	94,44	1,39	Mar	566.541,20	7.454.038,82
		ETE Parque Belém I	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	0,87	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Parque Belém II		1,55	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Parque Belém III		0,87	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Parque Belém IV		1,55	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Banqueta		1,60	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Campo Belo		2,70	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Morada do Areal	ni	ni	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Rio Jabuiba	ni	ni
		ETE Japuíba	UASB + BAS	12,60	ni	88,00 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Sapinhatuba I (trevo)	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	1,55	ni	82,50 ⁽¹⁾	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Sapinhatuba I (quadra)		1,55	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Sapinhatuba I (assembleia)		1,79	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Sapinhatuba I (passarela)		2,00	ni		ni	Drenagem	ni	ni



Município	UHP	Nome da ETE	Tipo de tratamento	Vazão (m³/h)	DBO bruta (mg/l)	Eficiência de remoção de DBO (%)	Carga DBO remanescente (kg/dia)	Corpo receptor	Lançamento (UTM)	
									E (m)	N (m)
Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Sapinhatuba I (mat. construção)	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	2,69	ni	82,50 ^[1]	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Sapinhatuba I (quadra 1)		7,00	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Monte Castelo	UASB	50,00	ni	67,50 ^[1]	ni	Drenagem	ni	ni
	Rio Jacuecanga	ETE Monsuaba	UASB seguido de lodo ativado	58,57	312,50	94,38	24,68	Drenagem	579.794,93	7.455.188,96
		ETE Morro dos Morenos	UASB seguido de filtro biológico percolador de alta carga	7,00	354,00	95,05	2,94	ni	578.569,49	7.457.655,63
		ETE Village	Desarenador, decantador e biodigestor	ni	ni	ni	ni	Drenagem	578.320,11	7.456.935,75
		ETE Lambicada	Tanque Séptico + Filtro Anaeróbio	4,91	ni	82,50 ^[1]	ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Praia do Machado I		0,32	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Praia do Machado II		0,37	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Água Santa I		0,37	ni		ni	Drenagem	ni	ni
		ETE Água Santa II		0,47	ni		ni	Drenagem	ni	ni
	Rio Jacareí	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bacias da Ilha Grande	ETE Vila do Abraão	UASB	14,67	ni	67,50 ^[1]	ni	Mar	585.082,82	7.441.162,81
	Angra dos Reis	Ihas	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangaratiba	Rio Jacareí	ETE Conceição do Mangatiba	UASB	37,08	ni	67,50 ^[1]	ni	Rio Jacareí	585.512,20	7.452.800,26
Paraty	Rio Mambucaba	ETE Mambucaba	UASB + Lagoa Aerada Mista + Lagoa Decantação	60,00	93,10	64,52	47,52	Rio Mambucaba	546.778,01	7.453.839,73
	Rio Taquari	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rio Perequê-Açú	ETE Jovêncio Soares de Oliveira	Tratamento anaeróbio e aeróbio	ni	ni	93,00	ni	Mar	ni	ni
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rio Paraty-Mirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ponta da Juatinga	ETE Laranjeiras	Lodo Ativado	35,00	218,14	93,27	12,35	Mar	534.028,13	7.418.402,59	

Fonte: DRZ (2014), cadastro de usuários consolidado (INEA, 2018a).

[1] Valores médios típicos de eficiência obtidos em Von Sperling (2007, p.355).

Nota: - Sinal indicativo de que não há ETE.

ni = não informado.



A partir das informações do Quadro 6.72, observa-se que grande parte das localidades da RH-I são atendidas por estação de tratamento de esgoto, porém não há informação se as mesmas estão operando ou não. Além disso não se pode afirmar que 100% da população que ETE deve atender esteja ligada à rede de esgoto.

Analisando o Quadro 6.73, verifica-se que muitas ETEs adotam sistema de tratamento de esgoto a nível secundário, que objetiva principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente a remoção de nutrientes (fósforo e nitrogênio). Entretanto, algumas localidades por serem isoladas ou apresentarem baixa densidade populacional, o tratamento de efluentes é realizado através de tanque séptico seguida de filtro anaeróbio, que consiste de tratamento primário, o qual objetiva a remoção de sólidos sedimentáveis e, por consequência, parte da matéria orgânica.

As eficiências de remoção de DBO foram informadas pelo cadastro de usuários consolidado, os demais casos adotaram valores de eficiência referente à média de remoção de acordo com o tratamento segundo Von Sperling (2007).

Tendo em vista que na área da RH-I há somente cobertura parcial de coleta e tratamento de esgoto, torna-se necessário que no âmbito do Plano de Recursos Hídricos sejam propostas ações que visem a implantação e ampliação de redes coletoras e estações de tratamento de esgotos. É importante frisar, também, a necessidade da realização de iniciativas que estimulem as ligações dos descartes de resíduos domésticos e industriais nas redes de esgoto existentes, bem como a criação de instrumentos legais para sua regulação.

Paraty (2018) informa que fora inaugurada recentemente a primeira Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Municipal Jovêncio Soares de Oliveira, na Praia Grande, no dia 29 de junho de 2018. A obra da ETE teve início em outubro de 2017 e foi executada em parceria com a Eletronuclear. A Estação de Tratamento de Esgoto da Praia Grande vai beneficiar cerca de 600 famílias que moram no bairro e o turismo local.

6.4.1.9.2.3. Lançamento de carga orgânica doméstica

Para avaliação qualitativa dos corpos hídricos e eficácia dos Sistemas de Esgotamento Sanitário da RH-I foram estimadas as contribuições orgânicas dos esgotos sanitários domésticos. A carga orgânica dos esgotos domésticos é responsável por reduzir os níveis de oxigênio no corpo d'água, e pode ser quantificada de forma indireta pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Para o cálculo da carga de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) adotou o valor de 54 g/hab.dia, conforme recomendação da ABNT NBR 9649/1986 (Projetos de redes coletoras de



esgoto sanitário). Dessa forma, para fins de estimativa das contribuições orgânicas dos esgotos lançados nos corpos d'águas, foram estimados três tipos cargas orgânicas:

i) Carga de DBO remanescente após sistema individual - considerou o percentual de pessoas do município atendida por sistemas individuais (ex: fossas sépticas), conforme ANA (2013) e eficiência de tratamento das fossas sépticas de 30% (VON SPERLING, 2005);

ii) Carga de DBO remanescente após coleta e tratamento de sistema coletivo de esgotamento sanitário - considerou o restante da população, não provida de sistema individual, aplicando-se o índice de atendimento total de esgoto (IN056) e tratamento do esgoto produzido (IN046) de cada município fornecidos pelos SNIS (2016) e adotou-se um valor de eficiência, conforme o tipo de tratamento predominante nas ETES de cada município;

iii) Carga de DBO bruta não coletada, lançada diretamente na rede de drenagem pluvial ou em corpos d'água interiores - considerou o restante da população que não se enquadraram nas estimativas i e ii.

No Quadro 6.74 são apresentadas as cargas orgânicas geradas em cada município da RH-I. Cabe ressaltar que posteriormente, para a modelagem da qualidade da água, serão estimadas ainda as cargas poluidoras dos parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes.



Quadro 6.74 - Cargas orgânicas geradas em cada município na RH-I.

Município	UHP	População (hab) ^[1]	Carga DBO gerada (kg/dia)	Carga de DBO remanescente após sistema individual – remoção de 30% (kg/dia)	Carga de DBO remanescente após coleta e tratamento de sistema coletivo de esgotamento sanitário – eficiência de remoção variável (kg/dia)	Carga de DBO bruta não coletada, lançada diretamente na rede de drenagem pluvial ou em corpos d'água interiores (kg/dia)
Angra dos Reis	Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuíba), Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacias da Ilha Grande, Ihas	191.504	10.341,22	1.310,22	114,40	7.897,49
Mangaratiba	Rio Jacareí	4.943 ^[2]	266,92	101,27	0,00	122,26
Paraty	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	40.975	2.212,65	574,64	0,00	1.391,74
RH-I		237.422	12.820,79	1.986,13	114,40	9.411,49

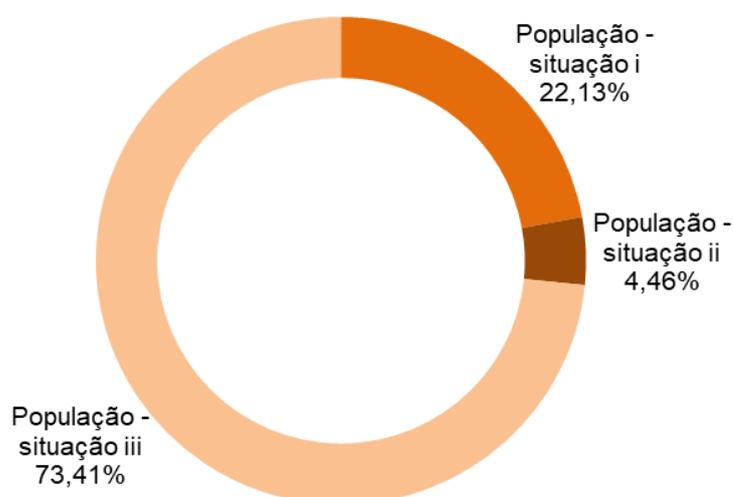
Fonte: ^[1]SNIS (2016).

^[2]População de Mangaratiba resultou na diferença entre a população total e urbana, tendo em vista que apenas o distrito de Jacareí pertence a RH-I, logo, a estimativa se aproxima mais da realidade, pois não contempla a população da Sede Municipal.



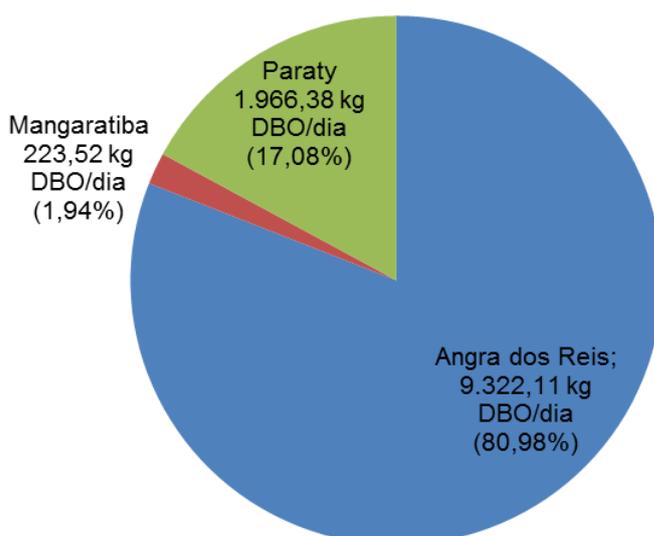
Na Figura 6.80 apresenta-se a porcentagem da população na RH-I que se enquadra nas situações i, ii, iii para o cálculo das cargas orgânicas, dessa forma verifica-se que mais de 70% da população lança o esgoto *in natura* nos corpos d'águas da região. Na Figura 6.81 apresenta-se a distribuição percentual da carga orgânica bruta doméstica por município da RH-I. Nota-se que o maior gerador de carga orgânica é o município de Angra dos Reis (80,98%), por ser o mais populoso da RH-I. Vale destacar, observando o Quadro 6.74, a ausência de tratamento coletivo no município de Paraty e no distrito de Jacareí em Mangaratiba, além do baixo índice de tratamento de esgoto por solução coletiva em Angra dos Reis (10,04% dos 55,09% de esgoto coletado). Portanto, a RH-I gera 12.820,79 kg DBO/dia e lança 11.512,01 kg DBO/dia, o que corresponde à remoção de 10,21% da carga orgânica gerada diariamente.

- Situação i - Carga de DBO remanescente após sistema individual - considerou o percentual de pessoas do município atendida por sistemas individuais (ex: fossas sépticas), conforme ANA (2013) e eficiência de tratamento das fossas sépticas de 30% (VON SPERLING, 2005);
- Situação ii - Carga de DBO remanescente após coleta e tratamento de sistema coletivo de esgotamento sanitário - considerou o restante da população, não provida de sistema individual, aplicando-se o índice de atendimento total de esgoto (IN056) e tratamento do esgoto produzido (IN046) de cada município fornecidos pelos SNIS (2016) e adotou-se um valor de eficiência, conforme o tipo de tratamento predominante nas ETES de cada município;
- Situação iii - Carga de DBO bruta não coletada, lançada diretamente na rede de drenagem pluvial ou em corpos d'água interiores - considerou o restante da população que não se enquadraram nas estimativas i e ii.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.80 - Porcentagem da população da RH-I para as situações i, ii, iii do cálculo da carga orgânica.



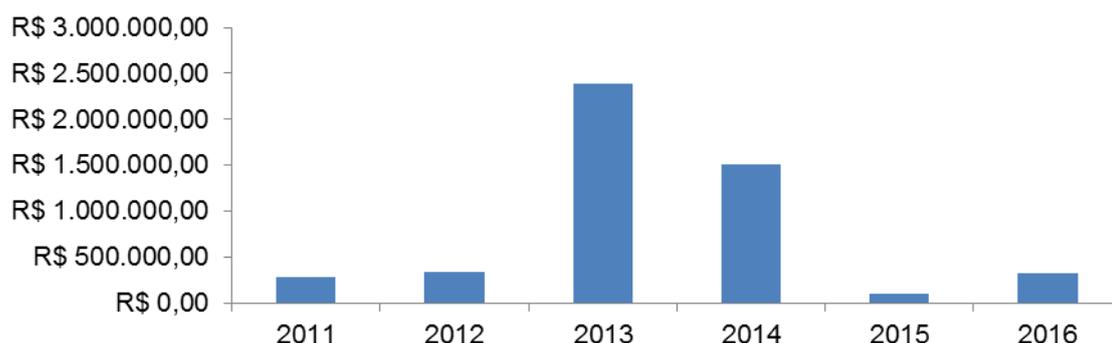
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.81 - Distribuição das cargas orgânicas lançadas por cada município da RH-I.

O consumo de oxigênio em corpos d'água, medido por meio dos parâmetros oxigênio dissolvido (OD) e pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO), indica de forma indireta, a quantidade de carga orgânica disponível. Conforme o Relatório das Demandas Hídricas (RD08), na maioria das estações de monitoramento da qualidade da água na RH-I as concentrações de OD são inferiores ao limite de Classe 1 (OD não inferior a 6 mg/L). Por sua vez, as concentrações de DBO apresentam valores iguais ou inferiores a 2 mg/L (limites de Classe 1 - até a 3 mg/L) para todos os cursos hídricos monitorados. Esses valores indicam uma qualidade razoavelmente boa, apesar da baixa parcela da população ser atendida por tratamento de efluentes (19%). Entretanto vale ressaltar a baixa densidade populacional e grande dispersão da população ao longo da RH-I, o que remete a uma distribuição das cargas lançadas de forma a permitir que os corpos hídricos exerçam sua capacidade de autodepuração sobre essas cargas.

6.4.1.9.2.4. Investimentos em esgotamento sanitário

Segundo dados do SNIS (2016), os investimentos voltados para esgotamento sanitário na RH-I somam R\$ 318.417,52. Na Figura 6.82 podem ser visualizados os investimentos realizados na RH-I entre os anos 2011 e 2016, por sua vez no Quadro 6.75 esses valores estão discriminados por município.



Fonte: SINIS (2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016).

Figura 6.82 - Evolução temporal dos investimentos em esgotamento sanitário na RH-I.

Quadro 6.75 - Evolução temporal dos investimentos em esgotamento sanitário nos municípios da RH-I.

Município	Investimentos em esgotamento sanitário (R\$)					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Angra dos Reis	R\$ 277.401,04	R\$ 330.987,00	R\$ 2.381.348,47	R\$ 1.513.918,18	R\$ 97.567,19	R\$ 53.877,23
Mangaratiba	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Paraty	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 264.540,29

Fonte: SNIS (2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016).

Nota: - Sinal indicativo de que não há dado disponível.

O ATLAS Esgoto - Despoluição de bacias hidrográficas, publicado pela ANA em 2013, onde foi diagnosticada a situação do esgotamento sanitário nas 5.570 cidades brasileiras e dos impactos do lançamento dos esgotos nos rios, lagos e reservatórios do país, apontou a necessidade de melhoria nos sistemas de esgotamento sanitário nos municípios de Angra dos Reis e Paraty, conforme descrito a seguir. Para o município de Mangaratiba que não possui sede municipal na RH-I, esse estudo não se aplica. No Quadro 6.76 são apresentadas as propostas de melhoria nas ETEs existentes na RH-I.

Quadro 6.76 - Propostas de melhoria em ETEs existentes na RH-I.

Município	UHP	Nome da ETE	Proposta (ANA, 2013)
Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Francisco Magalhães de Castro	Aumentar capacidade da ETE em 5 vezes o valor da vazão atual
		ETE Getúlio Vargas	Aumentar capacidade da ETE em 5 vezes o valor da vazão atual
	Rio do Meio (Japuiba)	ETE Bonfim	Aumentar capacidade da ETE em 5 vezes o valor da vazão atual e garantir eficiência de 90%
	Rio Jacuecanga	ETE Morro dos Morenos	Aumentar capacidade da ETE em 5 vezes o valor da vazão atual e garantir eficiência de 80%

Fonte: ANA (2013).

Além das propostas presentes no Quadro 6.76, esse estudo sugeriu a construção de uma ETE na Sede de Angra dos Reis com capacidade de atendimento 38% do esgoto produzido no município e eficiência de tratamento de 60%. Em Paraty, foi proposto a construção de uma ETE com eficiência de 90% para atender cerca de 63% do esgoto produzido no município.



O Ministério das Cidades disponibiliza um informe dos investimentos do Governo Federal em saneamento realizados no âmbito do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento. O Quadro 6.77 apresenta a relação das obras entre 2010 e 2017 existentes na RH-I.

Quadro 6.77 - Investimentos (R\$) em esgotamento sanitário realizados pelo Governo Federal nos municípios da RH-I (2010-2017).

Objeto	Município	Investimento total (R\$)	Repasse (R\$)	Contrapartida (R\$)	Situação da Obra	Assinatura
Implantação de Rede Coletora da Sub-Bacia G	Angra dos Reis	10.031.909,48	9.785.997,30	146.652,21	Normal	31/10/11
Ampliação do SES construção de 2 ETEs com vazão máxima de 31,48 L/s e 27,78 L/s, 63.071 m de redes (diâmetros de 150mm à 300mm) e estações elevatórias	Angra dos Reis	36.658.405,36	36.294.064,71	-	Não iniciada	10/09/15

Fonte: Ministério das Cidades (2018).

6.4.1.9.3. Resíduos sólidos

A gestão inadequada de resíduos sólidos, principalmente na etapa da disposição final, representa risco à qualidade da água dos corpos hídricos. Por sua vez, a disposição de resíduos sólidos em corpos d'água pode causar erosão e obstrução das seções de escoamento. Outro problema refere-se à contaminação de águas subterrâneas e dos solos através de substâncias tóxicas presentes no chorume, efluente líquido percolado de elevada DBO resultante da decomposição de compostos orgânicos, os quais representam uma parcela significativa em resíduos domésticos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305/2010, dispõe sobre a responsabilidade do município na elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGRS), sendo uma condição para obter recursos financeiros da União, ou por ela controlados, para aplicar na gestão de resíduos sólidos. O PGRS pode fazer parte do Plano Municipal de Saneamento Básico, conforme dispõe o Art. 19, §1º, da Lei supracitada.

No Rio de Janeiro, a Lei Estadual 4.191/2003 institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dispõe sobre princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio de Janeiro, para controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais.



Este capítulo apresenta a situação atual de gestão de resíduos sólidos na RH-I promovida pelos municípios com foco na disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sistema de coleta e quantificação dos resíduos gerados por cada município. No Quadro 6.78 são apresentadas informações gerais sobre a coleta e disposição final dos resíduos sólidos.

Para a quantificação dos resíduos gerados e coletados por município (Quadro 6.79) foram utilizados os dados disponibilizados pelo SNIS do ano 2016 com relação à população total, atendida pelo serviço de coleta e a quantidade de resíduos coletados. Para estimativa da quantidade de resíduos gerados por município, utilizou-se o indicador massa [RDO+RPU] coletada *per capita* em relação à população total atendida (IN028) e a população total, ambos fornecidos pelo SNIS do ano de 2016.

Quadro 6.78 - Informações sobre coleta e disposição final de resíduos sólidos na RH-I.

Município	UHP	Existe coleta seletiva ?	Localidades atendidas pela coleta seletiva	Frequência da coleta seletiva	Disposição final	
					Destino final	Localização
Angra dos Reis	Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuiba), Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacias da Ilha Grande, Ihas	Sim	Não há coleta seletiva porta a porta	Através de PEV's	Aterro sanitário CTR Costa Verde	Angra dos Reis
Mangaratiba	Rio Jacareí	Sim	Não há coleta seletiva porta a porta	Entrega voluntária em Galpão em Nova Mangaratiba	Aterro sanitário CTR Rio	Seropédica
Paraty	Rio Perequê-Açú	Sim	Ponte Branca, Sede Municipal e Jabaquara	Diária	Aterro sanitário CTR Costa Verde	Angra dos Reis
	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	Não	-	-		

Fonte: EcoX Ambiental (2015), PMAR (2017), Prefeituras Municipais de Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty (2018).
Nota: - Sinal indicativo de que não se aplica a informação.

Quadro 6.79 - Quantidade de resíduos sólidos gerados e coletados por município na RH-I.

Município	População (hab)		Coletado <i>per capita</i> (kg/hab.dia)	Qtde gerada (ton/dia)	Qtde coletada declarada (ton/dia)	Taxa de resíduos sólidos coletados (%)
	Total	Atendida				
Angra dos Reis	191.504	187.504	0,90	172,35	168,33	97,67
Mangaratiba	4.943 ^[1]	4.844	2,76	13,64	112,44 ^[2]	98,03
Paraty	40.975	37.228	2,98	122,11	110,99	90,89

Fonte: SNIS (2016).

^[1] População de Mangaratiba resultou na diferença entre a população total e urbana, tendo em vista que apenas o distrito de Jacareí pertence a RH-I, logo, a estimativa se aproxima mais da realidade, pois não contempla a população da Sede Municipal.

^[2] Quantidade referente a todo município de Mangaratiba.

Em Angra dos Reis não há sistema de coleta seletiva porta a porta, o serviço é realizado por meio de Pontos de Coleta Voluntária (PEV's) fixos na Sede Municipal (UHP Rio do Meio



(Japuíba)) e itinerantes, sendo a maior parte na Sede e outros em Camorim, Monsuama, Jacuecanga (UHP Jacuecanga) e Frade (UHP Rios Grataú e do Frade). O município de Paraty conta com sistema de coleta seletiva diária distribuída nos bairros da Sede Municipal, Jabaguara e Ponte Branca (UHP Rio Perequê-Açu). Em Mangaratiba não há sistema de coleta, os municípios recebem desconto na conta de luz quando realizam entrega voluntária, acima de 1 kg de resíduo reciclável, em um Galpão localizando em Nova Mangaratiba.

Os resíduos sólidos urbanos coletados nos municípios de Angra dos Reis e Paraty são destinados ao aterro sanitário CTR Costa Verde, localizado na UHP Rio Ariró. Segundo informações do PMGIRS de Angra dos Reis, elaborado pela PMAR (2017), o aterro CTR Costa Verde apresenta alguns problemas estruturais, como cobertura inadequada em alguns taludes com exposição de resíduos e presença de erosão, acúmulo de águas pluviais e drenos de gás em queima do biogás. O aterro recebe diariamente cerca de 230 toneladas de resíduos sólidos em baixa temporada e 290 em alta temporada.

Cabe ressaltar, que em junho de 2017 foi firmado um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) entre o INEA e a empresa CTR Costa Verde Ltda. O Plano de ação deste TAC inclui a implantação e operação da célula da fase 4 do aterro, complementação e implantação de sistemas operacionais, plano de manutenção e controle ambiental e medidas para redução de impactos ambientais, operação do sistema de tratamento de resíduos de serviço de saúde e operação da estação de tratamento de chorume a nível terciário.

O destino final dos resíduos gerados em Mangaratiba é o aterro sanitário CTR Rio pertence à empresa CICLUS Ambiental, caracterizado pela alta tecnologia na proteção do solo e no controle dos gases emitidos para a atmosfera. O chorume produzido é captado e levado, por drenos subterrâneos, até a uma Estação de Tratamento de Chorume (ETC).

Angra dos Reis se destaca na maior geração de resíduos da RH-I e índice de coleta alto, 97,67%. Porém merece destaque o município de Mangaratiba por ter o maior índice de coleta (98,03%) e Paraty com alto índice de coleta *per capita* de resíduos. Com base na estimativa da geração de resíduos sólidos, a RH-I gera um total de 308,10 toneladas diárias.

Vale destacar a existência de lixões e aterros controlados desativados nesses municípios, uma vez que o material presente nestes sofre decomposição e conseqüente geração de chorume que pode comprometer a qualidade das águas subterrâneas e superficiais. Dependendo da composição dos resíduos depositados, o chorume pode carrear substâncias de alto potencial tóxico, como o mercúrio e o chumbo. Outro problema se refere ao fato de não existir licenciamento ambiental, dessa forma os lixões estão frequentemente localizados em locais



inadequados, como nas proximidades de corpos hídricos, o que facilita a contaminação e comprometimento na seção de escoamento do curso d'água.

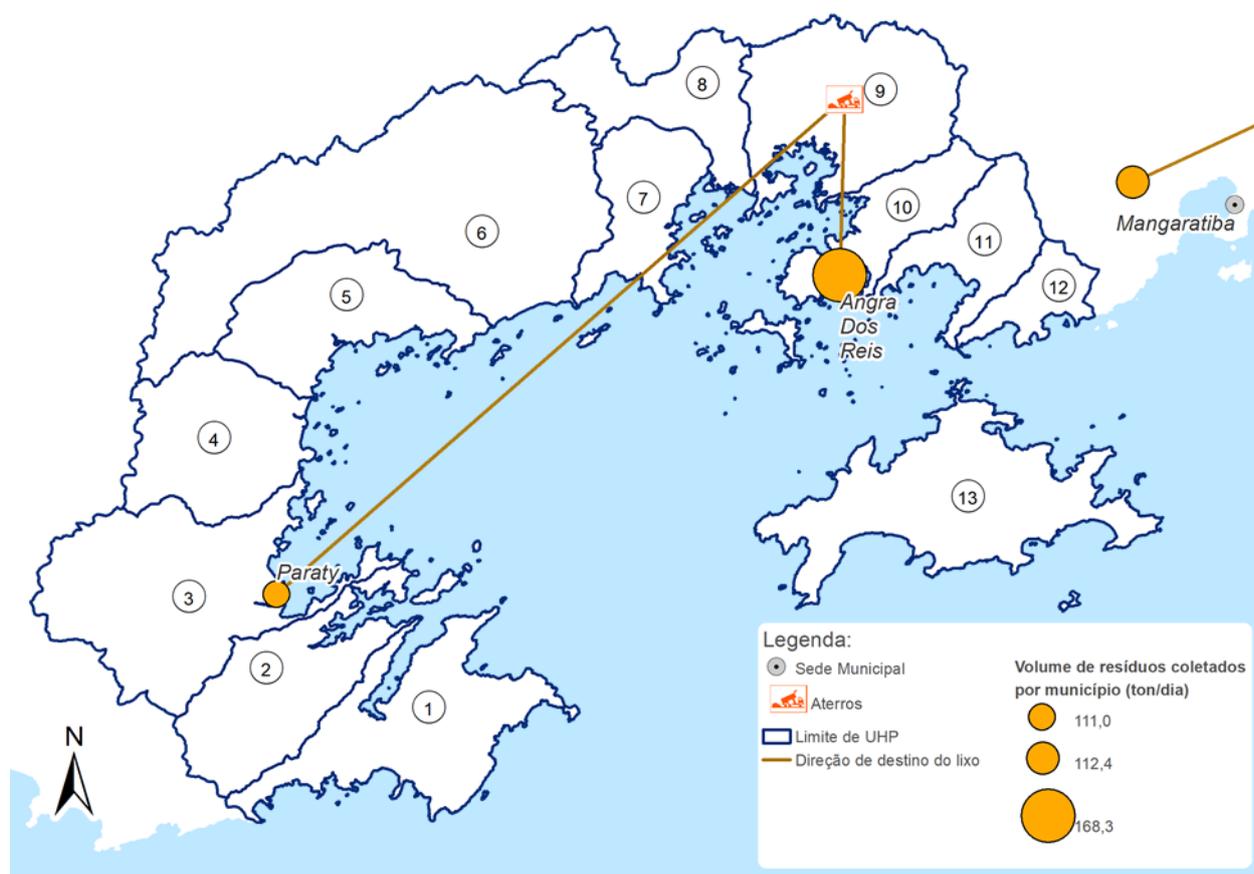
Dessa forma, foram identificadas essas unidades, dispostas no Quadro 6.80, por meio dos dados fornecidos pelo SNIS e PMGIRS de cada município.

Quadro 6.80 - Lixões e aterros desativados existentes por município na RH-I.

Município	UHP	Nome da Unidade	Localização	Situação Atual
Angra dos Reis	Rio Ariró	Lixão	Estrada Zungu, próximo BR 101, bairro Ariró	Área ainda é uma fonte de contaminação de lixiviados para o Rio Vermelho, afluente do Rio Ariró
	Rio do Meio (Japuiba)	Unidade de beneficiamento de resíduos da construção civil	Rua Santa Luzia, bairro Parque Belém	Irregular pois não há processamento dos resíduos, apenas aterramento
Paraty	Rio Perequê-Açú	Lixão Boa Vista	Situa-se dentro da APA Cairuçu, às margens da rodovia Rio-Santos	Os líquidos lixiviados ainda são gerados, com potencial contaminação do lençol freático e das águas que banham o mangue próximo

Fonte: EcoX Ambiental (2015), PMAR (2017), SNIS (2010 a 2016).

Na Figura 6.83 está apresentada a localização dos aterros sanitários da RH-I.



Fonte: SNIS (2016), Ecox Ambiental (2015), PMAR (2017), PERS/RJ (2014).

Figura 6.83 - Localização dos aterros existentes na RH-I.

6.4.1.9.4. Drenagem urbana

A drenagem urbana tem como objetivo recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino final de forma a minimizar os riscos e os prejuízos causados por inundações, alagamentos e enchentes, além de possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

O acelerado desenvolvimento urbano, tendo como consequência o aumento de áreas impermeáveis e canalização de cursos d'água fez com que rios urbanos passassem a inundar com maior frequência (TUCCI, 2004). Os principais problemas relacionados à drenagem de águas pluviais referem-se ao acúmulo de materiais nas seções de escoamento (resíduos sólidos e sedimentos) que compromete o escoamento, e o lançamento de esgotos sanitários no sistema de drenagem, dessa forma, as águas pluviais passam a transportar uma alta carga poluente decorrente do arraste de materiais sólidos de áreas urbanas.

Este capítulo descreve a situação atual sistema de drenagem de água pluviais e dos eventos críticos relacionados à inundações, alagamentos e enxurradas nos municípios presentes



na RH-I. Para isso foram levantados dados por meio dos Planos de Saneamento Básico; do Mapa de Vulnerabilidade a Inundações do Estado do Rio de Janeiro, elaborado pela Agência Nacional de Água (ANA) em 2014; dos registros da Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, através do S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres; e das Cartas de Suscetibilidade a Inundações elaboradas pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), no âmbito do Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Ministério do Planejamento.

No Quadro 6.81 são informados os principais problemas enfrentados pelas Prefeituras e quais projetos existentes para melhoria do sistema de drenagem. Podem ser observados como principais problemas a falta de cadastro do sistema de drenagem e lançamento de esgotos na rede de drenagem.

Quadro 6.81 - Problemas no sistema de drenagem urbana dos municípios na RH-I.

Município	UHP	Problemas existentes	Projetos e obras existentes
Angra dos Reis	Rio Mambucaba, Rios Grataú e do Frade, Rio Bracuí, Rio Ariró, Rio do Meio (Japuíba), Rio Jacuecanga, Rio Jacareí, Bacias da Ilha Grande, Ihas	Lançamento de esgoto na rede de drenagem. Obras improvisadas que, com o passar do tempo, tornam-se obsoletas, que não gera uma base de dados para pesquisas e estudos. Geralmente, a malha de microdrenagem não atinge as partes altas da cidade e dos aglomerados, nesses locais, a microdrenagem é feita de maneira superficial, que contribui para o aumento do volume de água nas calhas e podem causar enxurradas.	ni
Mangaratiba	Rio Jacareí	Não há um cadastro técnico confiável do sistema de drenagem. Estima-se que a extensão do mesmo abrange de 15 a 25% das vias do Município, tendo em vista o percentual de domicílios que informa o esgotamento sanitário ligado a algum tipo de rede.	ni
Paraty	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açú, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	ni	ni

Fonte: PMM (2013), DRZ (2014).

Com relação aos eventos críticos ocorridos na RH-I, vale definir previamente alguns termos técnicos que serão elencadas neste capítulo:

- Inundação: transbordamento paulatino de água da calha normal de rios e lagos, ou acumulação de água por drenagem deficiente em áreas que não são habitualmente submersas;
- Alagamentos: extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas;



- Enxurrada: advém de escoamentos superficiais com grande velocidade e energia, resultante de fortes chuvas;
- Situação de Emergência (SE): alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado local que é decretada em razão do desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta;
- Estado de Calamidade Pública (ECP): alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado local que é decretada em razão do desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta;

Na Figura 6.84 são apresentadas as áreas suscetíveis a inundações obtidas através de modelagem e validada pelo CPRM em campo entre os anos de 2012 e 2014 e o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações elaborado pela ANA em 2014, para a RH-I.

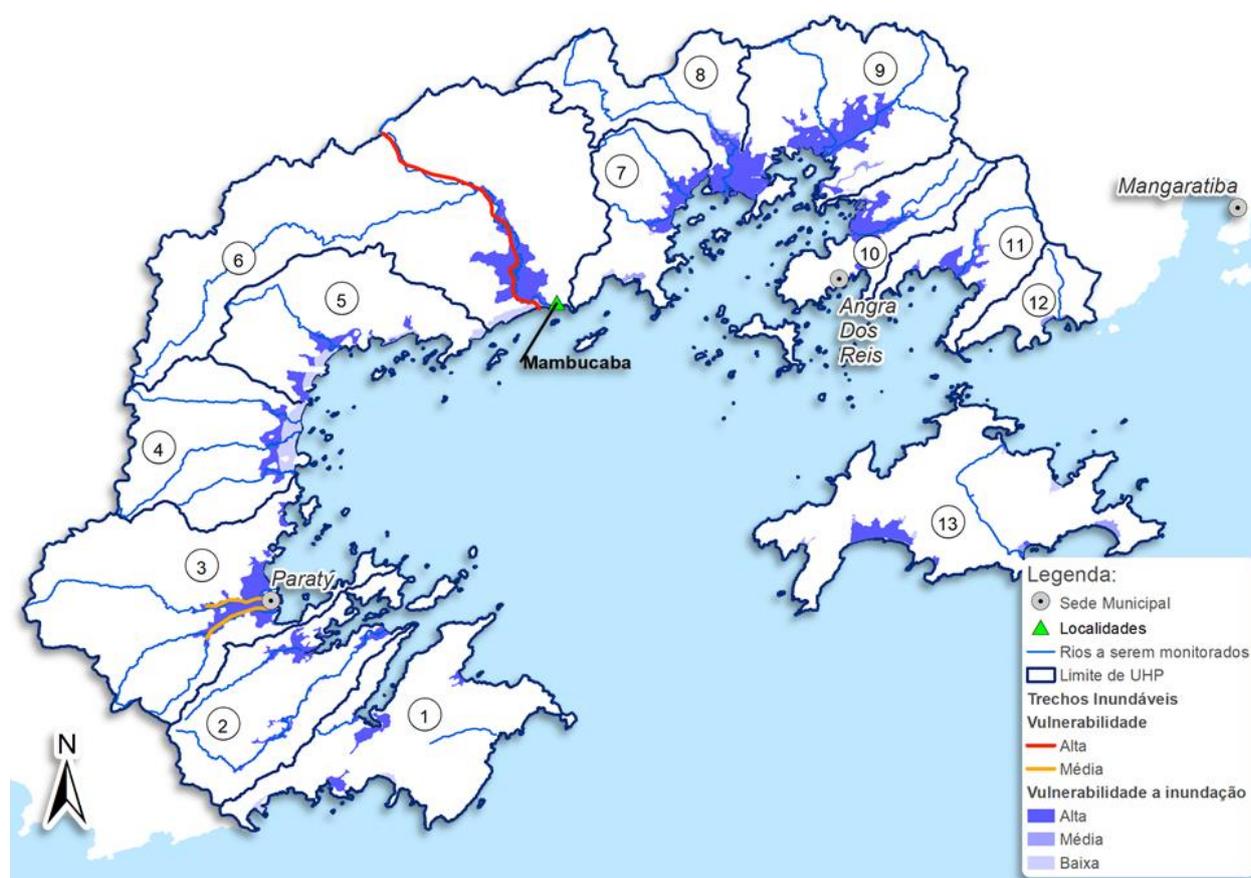


Figura 6.84 - Áreas suscetíveis a inundações.

Com base na Figura 6.84, todas as UHP da RH-I apresentam alta susceptibilidade a inundações, exceto UHP Rio Jacareí. Merece destaque a UHP Rio Mambucaba, a qual o rio de mesma dominação também foi identificado pela ANA (2014) com alta vulnerabilidade a inundações, uma vez que pode causar danos às áreas urbanas de Perequê e Mambucaba.



Em Angra dos Reis, vale destacar a alta suscetibilidade a inundações do Rio do Meio (Japuíba) e do rio Jacuecanga, os quais atravessam extensas áreas urbanas da Sede Municipal de Angra dos Reis e Distrito de Jacuecanga, respectivamente. No município de Paraty, chama atenção à alta susceptibilidade a inundações dos rios Perequê-Açu e Mateus Nunes que cortam a Sede Municipal, além de serem identificados como média vulnerabilidade a inundações pela ANA (2014).

No Quadro 6.82 são mostrados os setores de risco a inundações nas UHP levantados pela CPRM.

Quadro 6.82 - Problemas de inundações registrados pelo CPRM na RH-I.

Município	UHP	Local	Ano	Problema
Angra dos Reis	Rios Grataú e do Frade	Frade - Morro da Constância	2011	Residências de alvenaria sobre drenagens, possibilidade e evidências de deslizamentos e inundações
	Rio Ariró	Serra D'água	2011	Residências de alvenaria concentradas em torno da linha de drenagem e evidências de enxurradas com blocos e matações
	Rio Jacuecanga	Praia do Machado e Camorim Pequeno	2011	Na Praia do Machado há ocupação desordenada e estreitamento da seção de drenagem. Em Camorim Pequeno ocorre ocupação desordenadas com diversas edificações obstruindo o talvegue.
	Bacias da Ilha Grande	Praia de Provetá	2011	Residências de alvenaria em área plana e base da encosta nas margens de drenagem, presença de blocos e matações na drenagem e ocorrências e possibilidade de enxurradas.
	Rio Mambucaba, Rio Bracuí, Rio do Meio (Japuíba), Rio Jacareí e Ihas	-	-	Não há dados
Mangaratiba	Rio Jacareí	-	-	Não há dados
Paraty	Ponta da Juatinga, Rio Paraty-Mirim, Rio Perequê-Açu, Rios Pequeno e Barra Grande, Rio Mambucaba, Rio Taquari	-	-	Não há dados

Fonte: CPRM (2011).

Nota: - Sinal indicativo de que não se aplica a informação.

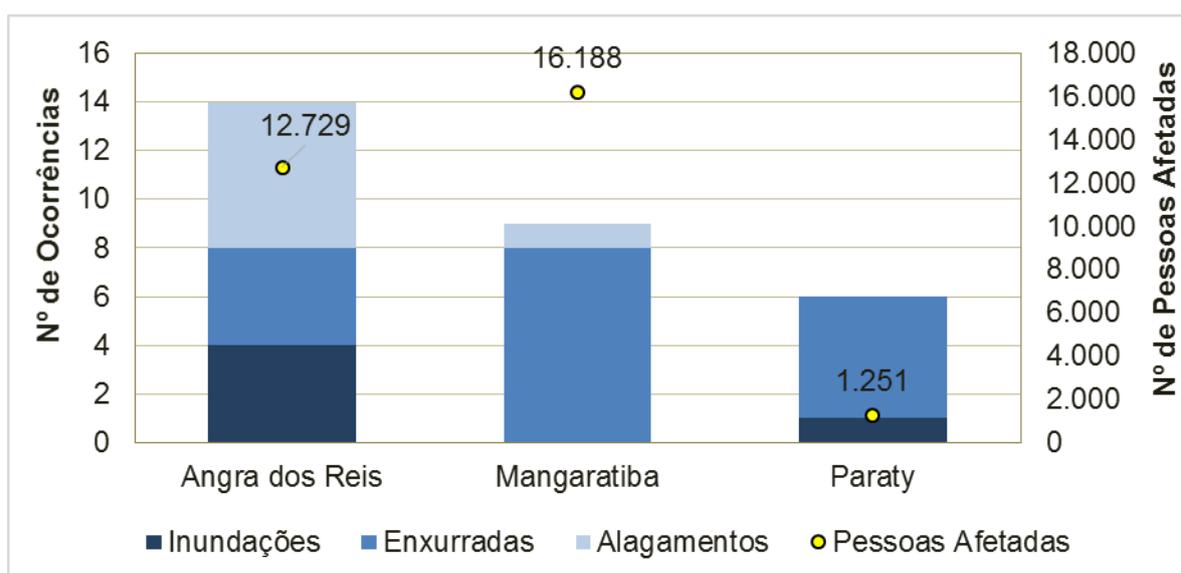
Com base nos dados registrados pela Defesa Civil, constantes no S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, foram informados no Quadro 6.83 e na Figura 6.85 o número de ocorrências por tipo de evento crítico (inundações, enxurradas e alagamentos), número de decretos/portarias de situações de emergência (SE) e de estado de calamidade pública (ECP), número de pessoas afetadas e vítima fatais.



Quadro 6.83 - Registros ocorrências de eventos críticos hidrológicos, decretos e danos humanos nos municípios da RH-I (2003 a 2018).

Município	Ocorrências				Pessoas Afetadas	Vítimas Fatais	Decreto	
	Inundações	Enxurradas	Alagamentos	Total			SE	ECP
Angra dos Reis	4	4	6	14	12.729	35	-	1
Mangaratiba	0	8	1	9	16.188	0	2	-
Paraty	1	5	0	6	1.251	0	2	-
Total	14	32	7	53	30.168	35	4	1

Fonte: DEFESA CIVIL (2003 a 2018).



Fonte: DEFESA CIVIL (2003 a 2018).

Figura 6.85 - Número de ocorrências de desastres hidrológicos e pessoas afetadas por município na RH-I (2003 a 2018).

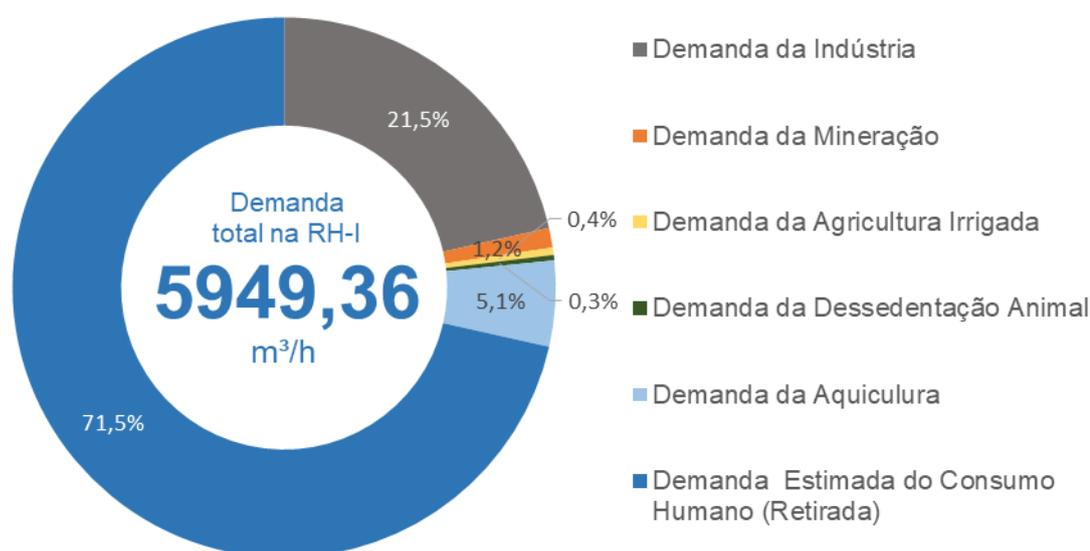
Percebe-se que o município com maior ocorrência de eventos é Angra dos Reis, inclusive o número de pessoas afetadas por estes, pois os números correspondentes a Mangaratiba reflete a realidade de todo município, o que não se pode afirmar sobre o distrito de Jacareí, única porção localizada na RH-I.

Portanto, verifica-se que a RH-I apresenta muitos problemas com inundações em quase todas as UHPs e atinge praticamente todas as áreas urbanas municipais. Esses problemas afetam a população na forma de danos materiais e até mesmo perdas humanas, como pode ser observado os registros de vítimas fatais em Angra dos Reis. As principais causas das inundações na região referem-se à ocupação irregular das várzeas inundáveis; a ineficiência dos sistemas de drenagem; e, principalmente, o assoreamento dos canais de drenagem e ao lançamento de efluentes e resíduos nas calhas dos rios.



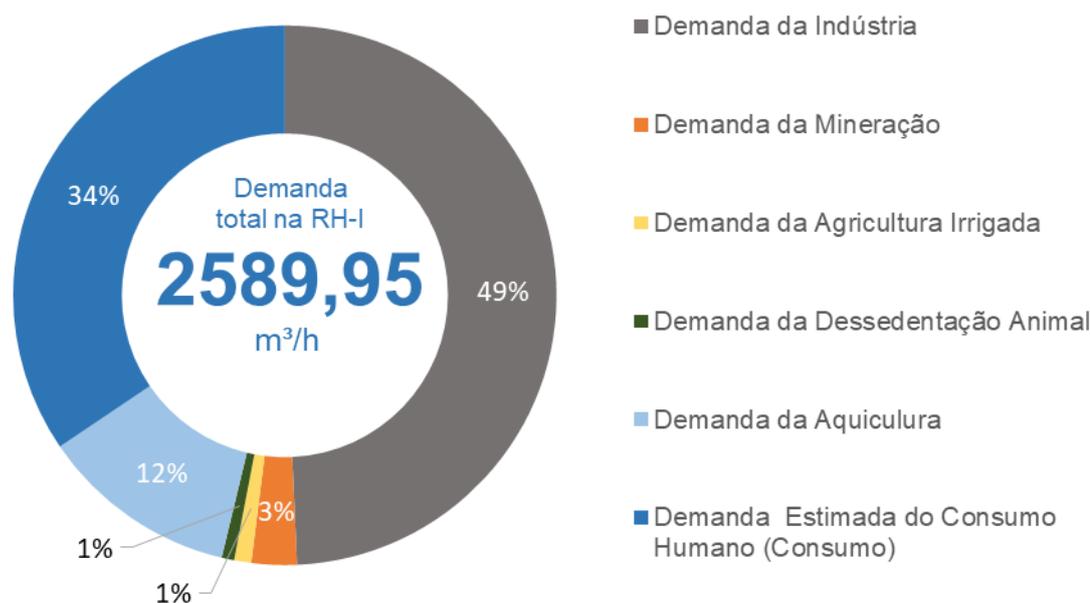
6.4.2. Demandas consolidadas

A partir dos resultados das demandas setoriais foi realizada a consolidação das demandas especializadas por UHP. A partir dos resultados das demandas setoriais foi realizada a consolidação das demandas especializadas por UHP. O Quadro 6.84 apresenta as demandas consolidadas para as atividades analisadas nos capítulos anteriores. As Figura 6.86 e Figura 6.87 apresentam a distribuição das demandas na RH-I, considerando-se as vazões de retirada e de consumo da estimativa de consumo humano, respectivamente.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.86 - Demandas totais na RH-I, considerando a estimativa de retirada para consumo humano.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.87 - Demandas totais na RH-I, considerando a estimativa de consumo para consumo humano.



Quadro 6.84 - Demandas consolidadas.

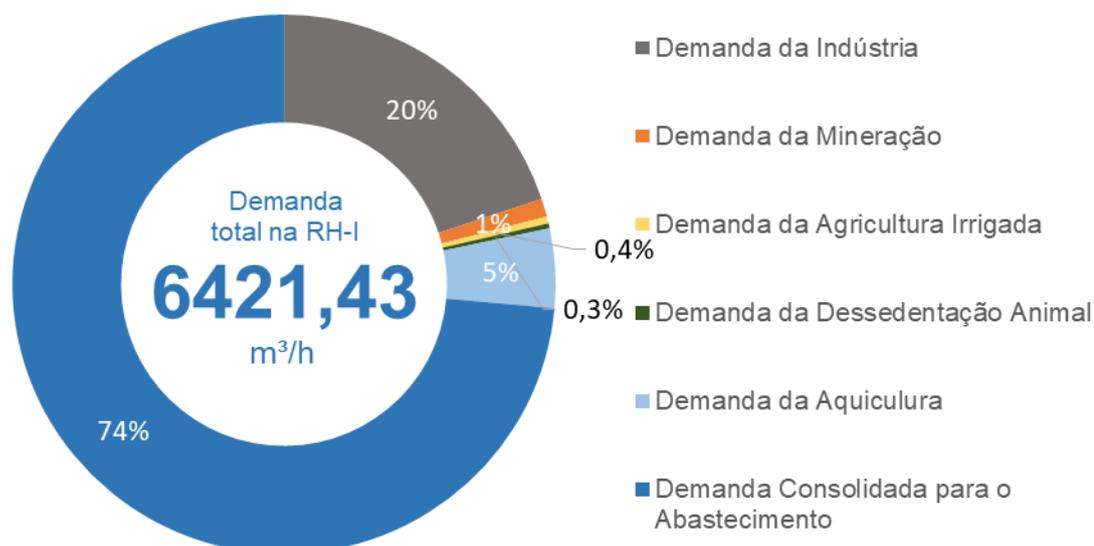
UHP		Demanda da Indústria		Demanda da Mineração		Demanda da Agricultura Irrigada		Demanda da Dessedentação Animal		Demanda da Aquicultura		Demanda Consolidada para o Abastecimento		Demanda Total	
		m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s	m³/h	L/s
1	Ponta da Juatinga	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0	173,2	48,1	173,8	48,3
2	Rio Paraty-Mirim	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,4	0,0	0,0	31,2	8,7	32,7	9,1
3	Rio Perequê-Açú	322,38	89,55	11,4	3,2	5,8	1,6	2,1	0,6	0,0	0,0	538,1	149,5	879,78	244,45
4	Rios Pequeno e Barra Grande	16,35	4,54	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,4	0,0	0,0	35,9	10,0	53,65	14,94
5	Rio Taquari	63,69	17,69	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,7	0,0	0,0	57,3	15,9	123,59	34,29
6	Rio Mambucaba	187,58	52,11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	350,7	97,4	538,68	149,61
7	Rios Grataú e do Frade	105,93	29,42	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,4	0,0	0,0	475,1	132,0	582,33	161,82
8	Rio Bracuí	72,82	20,23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	117,9	32,8	191,22	53,13
9	Rio Ariró	36,47	10,13	58,5	16,2	0,0	0,0	4,6	1,3	305,3	84,8	56,3	15,7	461,17	128,13
10	Rio do Meio (Japuíba)	272,94	75,82	0,0	0,0	20,4	5,7	1,5	0,4	0,0	0,0	2.184,0	606,7	2478,84	688,62
11	Rio Jacuecanga	164,74	45,76	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,5	0,0	0,0	427,0	118,6	593,54	164,86
12	Rio Jacareí	33,53	9,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	169,6	47,1	203,83	56,61
13	Bacias da Ilha Grande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	83,3	23,2	83,6	23,3
14	Ilhas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	6,9	24,7	6,9
TOTAL		1.276,4	354,6	69,8	19,4	26,3	7,3	19,2	5,3	305,3	84,8	4.724,4	1.312,3	6.421,4	1.783,7

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Observa-se que há, em termos cadastrais, uma quantidade significativa de usuários sem identificação do setor usuário ou considerados como abastecimento, o que pode trazer certa incorreção à divisão setorial das demandas. Esse problema foi, dentro do possível, contornado pela utilização de estimativas.



A Figura 6.88 apresenta a distribuição das demandas na RH-I, considerando-se as vazões consolidadas para o abastecimento.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.88 - Demandas totais na RH-I, considerando as vazões consolidadas para o abastecimento.

Os resultados obtidos, apresentados nas Figura 6.86, Figura 6.87, Figura 6.88 e no Quadro 6.84, serão novamente abordados no momento do cálculo do balanço hídrico, onde serão analisados, em confronto com os resultados para a disponibilidade, as questões que surgem na comparação dos números de cadastro e estimativa da demanda para a abastecimento e consumo humano. Os resultados obtidos mostram que há diferenças significativas entre as análises realizadas a partir das captações e das estimativas, não somente para o resultado global, mas também entre as UHPs.

Como resultado geral deste relatório, adota-se 6421,43 m³/h como demanda total de retirada para a RH-I.

6.5. BALANÇO HÍDRICO

6.5.1. Aspectos metodológicos

6.5.1.1. Descrição do modelo de balanço hídrico

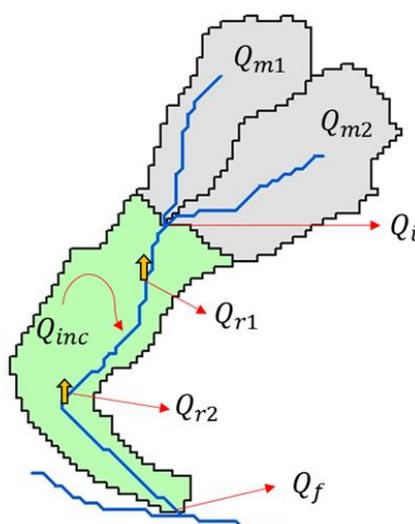
A construção do balanço hídrico, além da modelagem qualitativa, foi realizada com o auxílio do pacote de ferramentas WARM-GIS Tools. Esse programa consiste num conjunto de operações que visam facilitar a gestão de bacias hidrográficas em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Possibilita, a partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de



efluentes e reservatórios), permitindo a simulação quali-quantitativa e verificando os impactos dos usos sobre a disponibilidade e a qualidade da água. O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio. A base topológica a ser utilizada pode ser obtida tanto de Modelo Digital de Elevação e sua transformação em arquivos vetoriais de rede de drenagem, já definidas para a RH-I (HGE, 2019).

O esquema de balanço hídrico consiste na contabilização dos pontos de captação inseridos no sistema, calculando-se a vazão remanescente e os possíveis déficits de não atendimento, caso a vazão remanescente atinja um nível inferior a um patamar mínimo. O modelo opera em modo permanente, através de valores únicos de vazão por minibacia, representando estatísticas das séries hidrológicas como a $Q_{7,10}$ ou a Q_{95} entre outros indicadores.

Os dados de retiradas podem ser considerados de forma pontual ou difusa, o primeiro com o fornecimento de pontos nos quais a captação será atribuída à minibacia sobre a qual estiver localizado o respectivo ponto, e o segundo com o fornecimento de polígonos sobre os quais se assume que exista uma retirada específica constante. A Figura 6.89 apresenta um esquema do modelo de balanço hídrico, onde as variáveis são explicitadas na sequência.



Fonte: Kayser e Collischonn (2017).

Figura 6.89 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS Tools.

Onde:

- $Q_{m1}, Q_{m2}, \dots, Q_{mn}$ = vazões remanescentes das minibacias de montante;
- Q_i = vazão inicial da minibacia;
- Q_{inc} = vazão incremental da minibacia;



- $Q_{r1}, Q_{r2}, \dots, Q_{rn}$ = pontos de retirada localizados em qualquer local no interior da minibacia;
- Q_f = vazão remanescente final da minibacia;

O primeiro passo da simulação é o cálculo da vazão inicial da minibacia, sendo igual a zero nas minibacias de ordem 1, e dada pelo somatório das saídas das minibacias de montante para as minibacias de demais ordens, de acordo com a equação:

$$Q_i = 0, \text{ se } Ord = 1$$
$$Q_i = \sum_{n=1}^{NM} Q_{mn}, \text{ se } Ord > 1 \quad (1)$$

Sendo NM o número de minibacias à montante. Em seguida, calcula-se a vazão incremental da minibacia, dado pela seguinte equação:

$$Q_{inc} = Q_{ent} - Q_{i,nat} \quad (2)$$

Sendo Q_{ent} o valor de vazão fornecido como dado de entrada pelo usuário, e $Q_{i,nat}$ o valor de vazão inicial da minibacia, desconsiderando-se o efeito das retiradas de montante. A vazão final remanescente da minibacia será calculada em função de um critério da vazão ambiental (Q_{amb}), que pode ser atribuído como zero ou algum percentual da vazão natural do trecho, de acordo com a relação:

$$Q_f = Q_i + Q_{inc} - \sum_{n=1}^{NR} Q_{rn}, \text{ se } Q_f \geq Q_{amb} \quad (3)$$
$$Q_f = Q_{amb}, \quad \text{ se } Q_f < Q_{amb}$$

Por fim, são calculados os déficits de não atendimento para os casos em que a vazão remanescente atinge o patamar da vazão ambiental, de acordo com a relação:

$$Q_{def} = 0, \text{ se } Q_f \geq Q_{amb}$$
$$Q_{def} = \sum_{n=1}^{NR} Q_{rn} - Q_i - Q_{inc} + Q_{amb}, \text{ se } Q_f < Q_{amb} \quad (4)$$

O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio. O índice é calculado de acordo com a seguinte equação:



$$ICH = \frac{Q_{ref} - Q_f}{Q_{ref}} \quad (6)$$

onde Q_{disp} é a vazão de referência, representada pela vazão natural acrescida do efeito dos reservatórios e transposições. No caso da RH-I a vazão Q_{ref} foi definida pela vazão com 95% de permanência (Q95%), descrita anteriormente no item de disponibilidade hídrica do diagnóstico.

6.5.1.2. Descrição da metodologia de alocação das demandas

A alocação das demandas segue o que foi apresentado no item 6.4, que apresentou um levantamento dos pontos de captação de água para abastecimento humano a partir do cadastro de outorgas do Inea, além de uma estimativa de demanda com base na população e no consumo per capita de cada município.

É importante destacar que as demandas que realmente são utilizadas no balanço são as provenientes das estimativas com base na população, pois são com elas que serão estabelecidos os cenários de aumento das demandas hídricas no prognóstico. No entanto, os pontos de captação são úteis para uma correta alocação dos valores de demandas nos trechos de rio.

A RH-I é caracterizada por possuir um sistema de abastecimento público bastante descentralizado, em virtude principalmente das suas características geográficas e também pelo fato de a população estar distribuída principalmente ao longo da faixa litorânea dos três municípios constituintes. O cadastro de outorgas apresenta mais de 100 pontos de captação de água, no entanto constatou-se alguns dados faltantes, como os pontos da barragem da Banqueta e do rio Cabo Severino em Angra dos Reis, além do Córrego Pedra Branca em Paraty.

Após a análise de consistência dos valores de demanda apresentados nos pontos de captação, foram obtidas as demandas consolidadas.

Com relação ao abastecimento, no Quadro 6.85 está apresentada a relação dos pontos de captação incluídos no modelo de balanço hídrico, nos trechos referentes as minibacias em que cada ponto está localizado. Observa-se que alguns pontos foram incluídos em relação ao exposto no capítulo 6.4.1.9. Saneamento Básico, obtidos do cadastro de usuários do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), do Atlas de Abastecimento Urbano de Água (ANA) e também do Plano Municipal de Saneamento Básico de Paraty. Outros pontos insignificantes ou de captação subterrânea foram suprimidos e outros localizados no mesmo local foram agregados. Em **negrito**, foram destacados os principais sistemas de abastecimento



dos municípios de Paraty e Angra dos Reis. Em seguida, na Figura 6.90 está apresentada a localização dos sistemas de abastecimento, incluindo o valor da demanda de cada ponto.

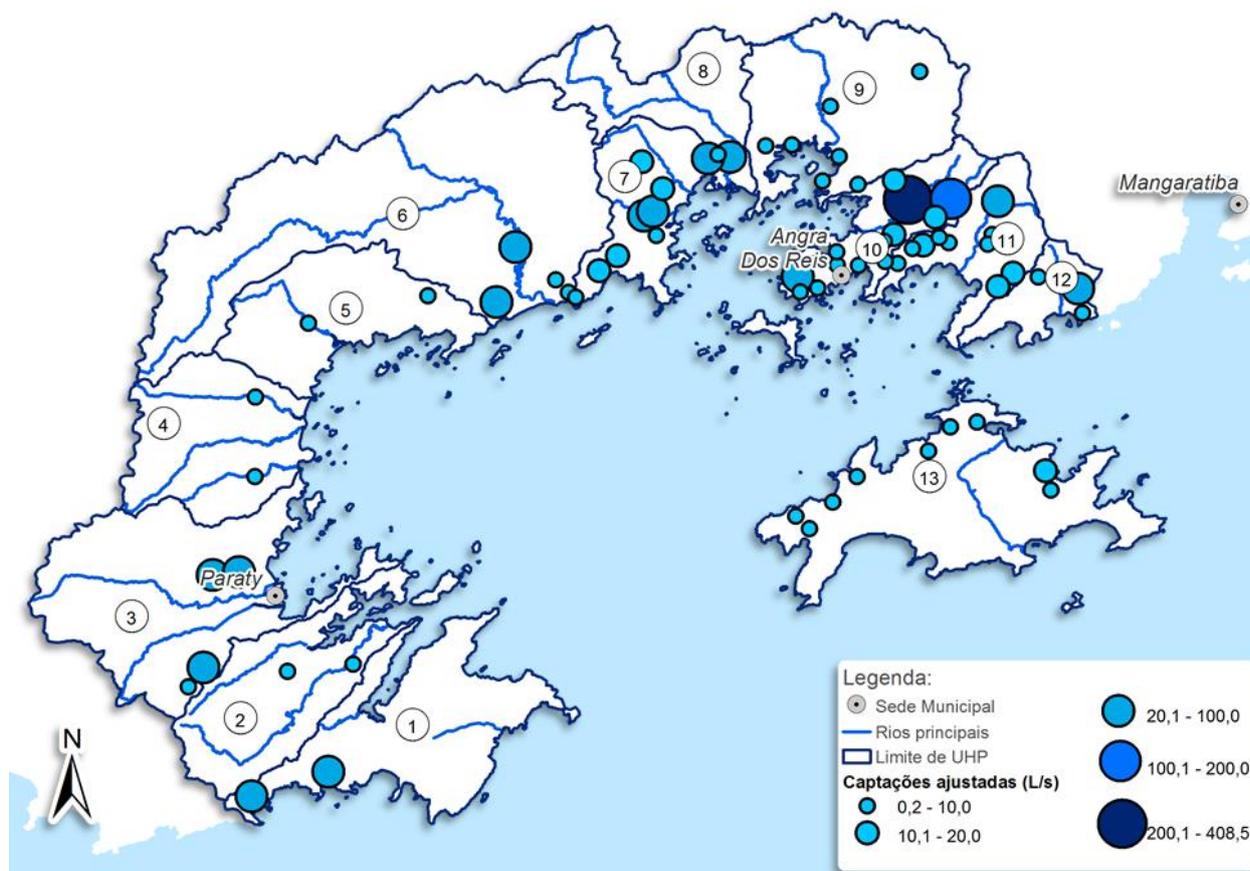
Quadro 6.85 - Relação dos pontos de captação incluídos no balanço hídrico.

ID	UHP (cód.)	Município	Nome do manancial	E (m)	N (m)	Vazão captada (L/s)
1	1	Paraty	Córrego da Trindade	527388	7417666	20,33
2	1	Paraty	Córrego da Toca do Boi	532903	7419454	27,78
3	2	Paraty	Córrego do Curupira	534700	7427228	4,27
4	2	Paraty	ni	529987	7426706	4,42
5	3	Paraty	Corisquinho (afluente do Matheus Nunes)	522869	7425589	4,56
6	3	Paraty	Córrego Corisco Antigo	523950	7426971	52,70
7	3	Paraty	Córrego Pedra Branca	524587	7433674	65,87
8	3	Paraty	Rio Caboclo	526495	7433902	26,35
9	4	Paraty	Rio Barra Grande	527671	7446580	7,73
10	4	Paraty	ni	527644	7440812	2,23
11	5	Paraty	Rio São Gonçalo	540058	7453889	6,50
12	5	Paraty	Rio Taquari	531480	7451894	9,41
13	6	Paraty	Córrego do Alemão	544969	7453452	24,38
14	6	Divisa entre Paraty e Angra dos Reis	Rio Mambucaba	546809	7457768	66,79
15	6	Angra dos Reis	ni	549244	7455040	3,29
16	6	Angra dos Reis	ni	550159	7454130	2,95
17	7	Angra dos Reis	ni	550678	7453786	0,31
18	7	Angra dos Reis	ni	552349	7455723	14,17
19	7	Angra dos Reis	ni	553682	7456784	10,30
20	7	Angra dos Reis	Rio Grataú (Córrego do Criminoso)	555428	7463597	19,13
21	7	Angra dos Reis	Rio do Frade	555566	7459697	27,78
22	7	Angra dos Reis	Córrego Sacher	556208	7460004	21,33
23	7	Angra dos Reis	ni	556475	7458275	0,16
24	7	Angra dos Reis	Rio Ambrósio	556928	7461631	13,00
25	7	Angra dos Reis	ni	560175	7463842	25,44
26	8	Angra dos Reis	ni	560912	7464124	2,43
27	8	Angra dos Reis	Rio Bracuí	561756	7463937	30,32
28	9	Angra dos Reis	Rio Itanema	564306	7464739	1,71
29	9	Angra dos Reis	Nascente	566198	7464824	2,25
30	9	Angra dos Reis	Nascente	568423	7462203	0,45
31	9	Angra dos Reis	Rio Ariró (afluente)	568954	7467611	2,38
32	9	Angra dos Reis	Nascente	569582	7463976	2,25
33	9	Angra dos Reis	Rio Caputera	570971	7461974	1,07
34	9	Angra dos Reis	Rio Caputera	570971	7461974	0,44
35	9	Angra dos Reis	Rio da Guarda	575382	7470124	5,11
36	10	Angra dos Reis	Rio Tanguá	566638	7455287	21,63
37	10	Angra dos Reis	ni	566806	7454167	3,38
38	10	Angra dos Reis	Rio Bonfim	568058	7454469	2,86
39	10	Angra dos Reis	ni	568157	7456398	7,98
40	10	Angra dos Reis	Córrego Retiro	569418	7457061	1,17
41	10	Angra dos Reis	Manancial Bolão	569445	7456143	4,67
42	10	Angra dos Reis	Nascente	570980	7456082	0,54
43	10	Angra dos Reis	Cachoeira de Campo Belo	572830	7457857	4,86
44	10	Angra dos Reis	ni	572914	7456359	4,47
45	10	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	573539	7458345	11,67



ID	UHP (cód.)	Município	Nome do manancial	E (m)	N (m)	Vazão captada (L/s)
46	10	Angra dos Reis	Rio Homônimo	573580	7462256	15,13
47	10	Angra dos Reis	Rio Banqueta	576498	7459576	11,87
48	10	Angra dos Reis	Barragem da Banqueta	574555	7460843	408,48
49	10	Angra dos Reis	Rio Cabo Severino	577628	7460908	107,96
50	11	Angra dos Reis	Rio Camorim Pequeno	573799	7456222	8,77
51	11	Angra dos Reis	Rio Camorim	574869	7457305	3,89
52	11	Angra dos Reis	Rio Camorim	575625	7457563	15,58
53	11	Angra dos Reis	Rio Lambicada	576783	7458122	6,42
54	11	Angra dos Reis	ni	577470	7457737	8,39
55	11	Angra dos Reis	Rio Caputera	580286	7457619	0,21
56	11	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	580600	7458331	3,51
57	11	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga (Córrego do Cocho)	580998	7460740	40,84
58	11	Angra dos Reis	Rio Galloway	580999	7454576	12,20
59	11	Angra dos Reis	Córrego de Monsuaba	582092	7455539	18,82
60	12	Angra dos Reis	Rio Garatucaia	583918	7455265	6,49
61	12	Mangaratiba	Rio Jacareí	585980	7454989	3,73
62	12	Mangaratiba	Rio Corisco	586751	7454412	32,22
63	12	Mangaratiba	Nascente	587096	7452648	4,66
64	13	Angra dos Reis	ni	566478	7437952	0,46
65	13	Angra dos Reis	Cachoeira da Verga	567465	7437052	3,13
66	13	Angra dos Reis	Cachoeira do Benedito	569136	7438972	0,39
67	13	Angra dos Reis	Cachoeira da Longa	570891	7440805	0,62
68	13	Angra dos Reis	Cachoeira Matariz	575999	7442652	0,73
69	13	Angra dos Reis	Cachoeira do Bananal	577599	7444390	0,31
70	13	Angra dos Reis	Rio da Fazenda	579512	7444759	1,08
71	13	Angra dos Reis	Córrego Abraão	584444	7441209	15,00
72	13	Angra dos Reis	Cachoeira do Bicão	584810	7439834	1,43

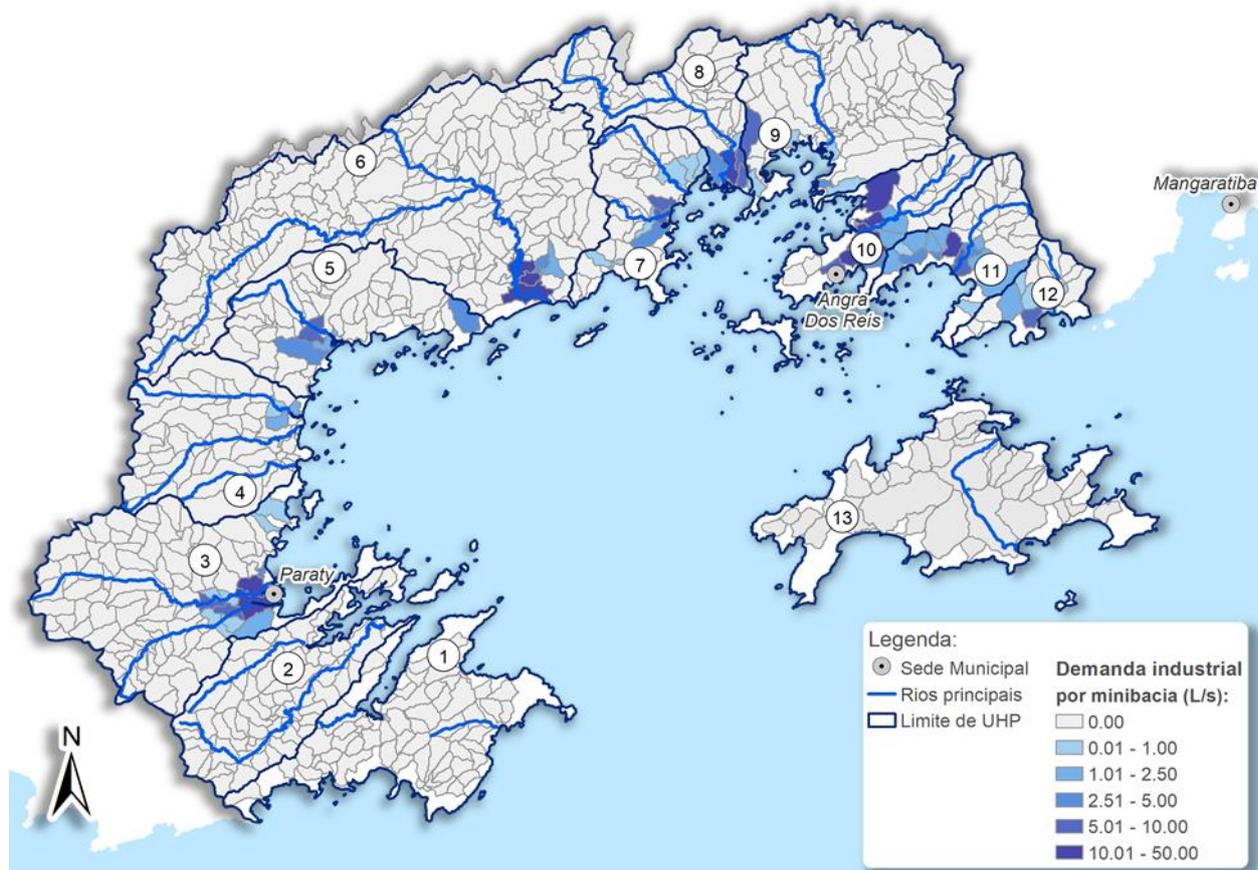
Fonte: Elaboração própria.



Fonte: CNARH, ANA e Plano Municipal de Saneamento Básico de Paraty.

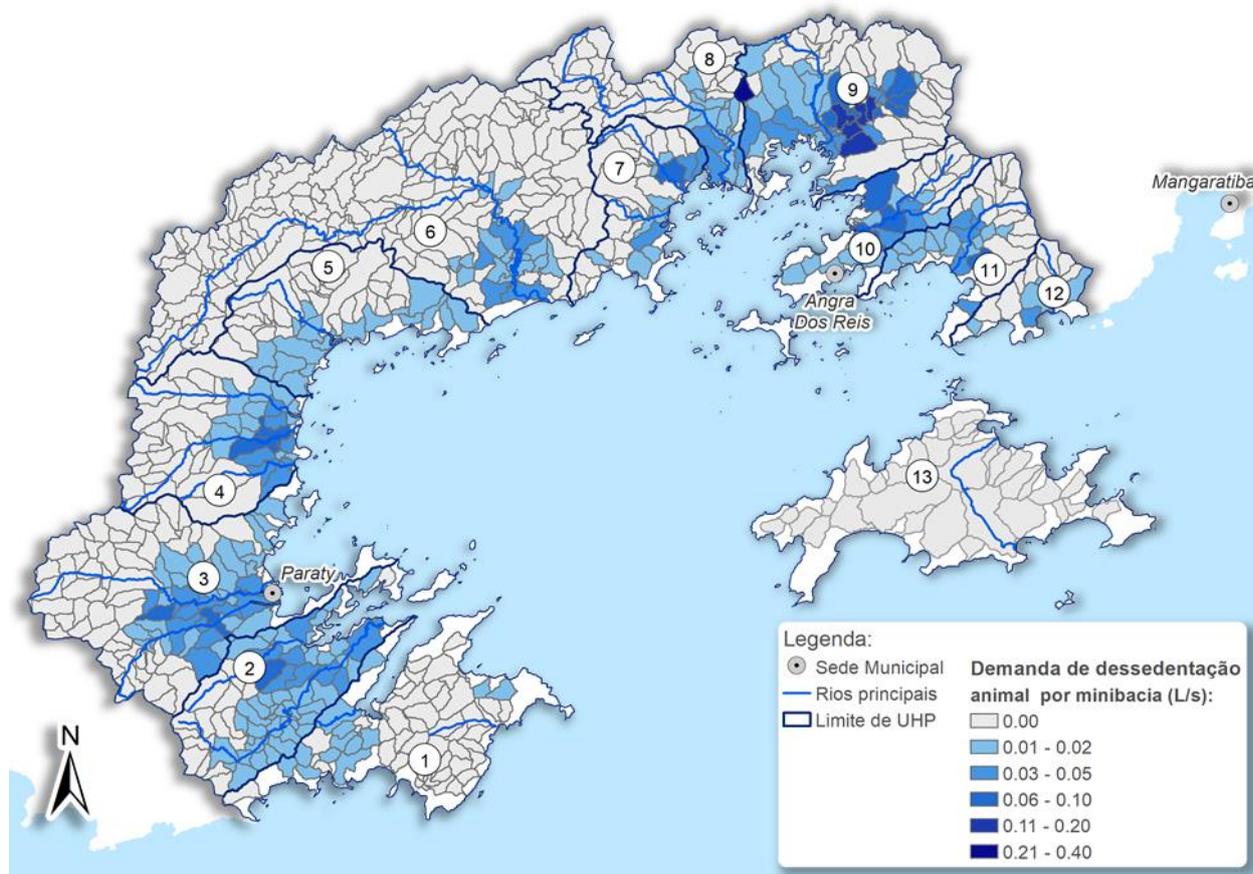
Figura 6.90 - Localização dos sistemas de abastecimento público incluídos no modelo.

Os demais setores representam uma parcela menor de demanda em relação ao abastecimento público. Para a indústria e dessedentação animal, utilizada a metodologia de alocação que distribuiu a demanda industrial nas áreas urbanas e de dessedentação animal nas áreas de pastagens. Para a irrigação, aquicultura e mineração as demandas estimadas foram alocadas nos pontos de cadastro de usuários do INEA ou do CNARH. Essas especializações e o cálculo das demandas são apresentados de forma detalhada no item 6.4. A espacialização dos valores de demanda de cada setor nas unidades de balanço hídrico (minibacias) é apresentada da Figura 6.91 a Figura 6.95.



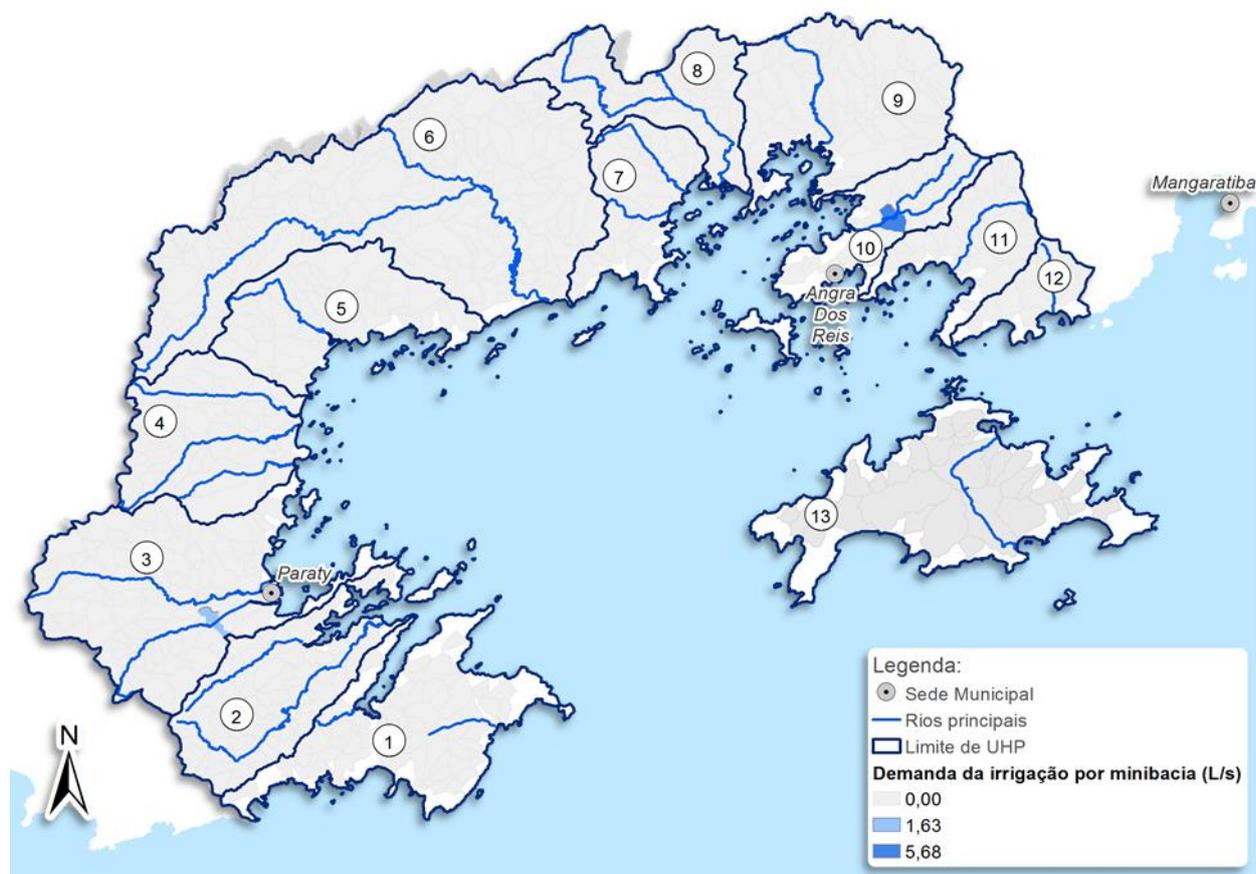
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.91 - Espacialização das demandas do setor industrial nas unidades de balanço hídrico (minibacias).



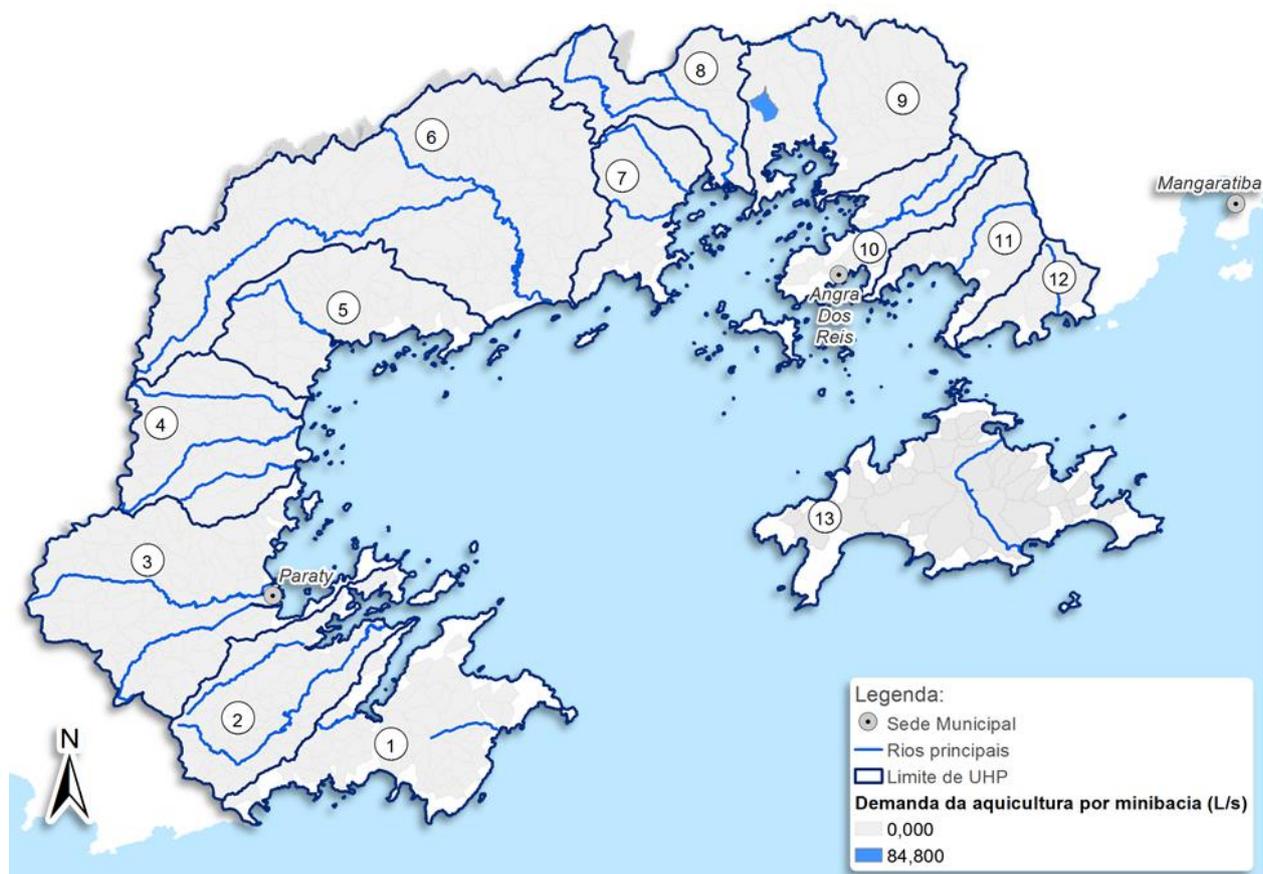
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.92 - Espacialização das demandas de dessedentação animal nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).



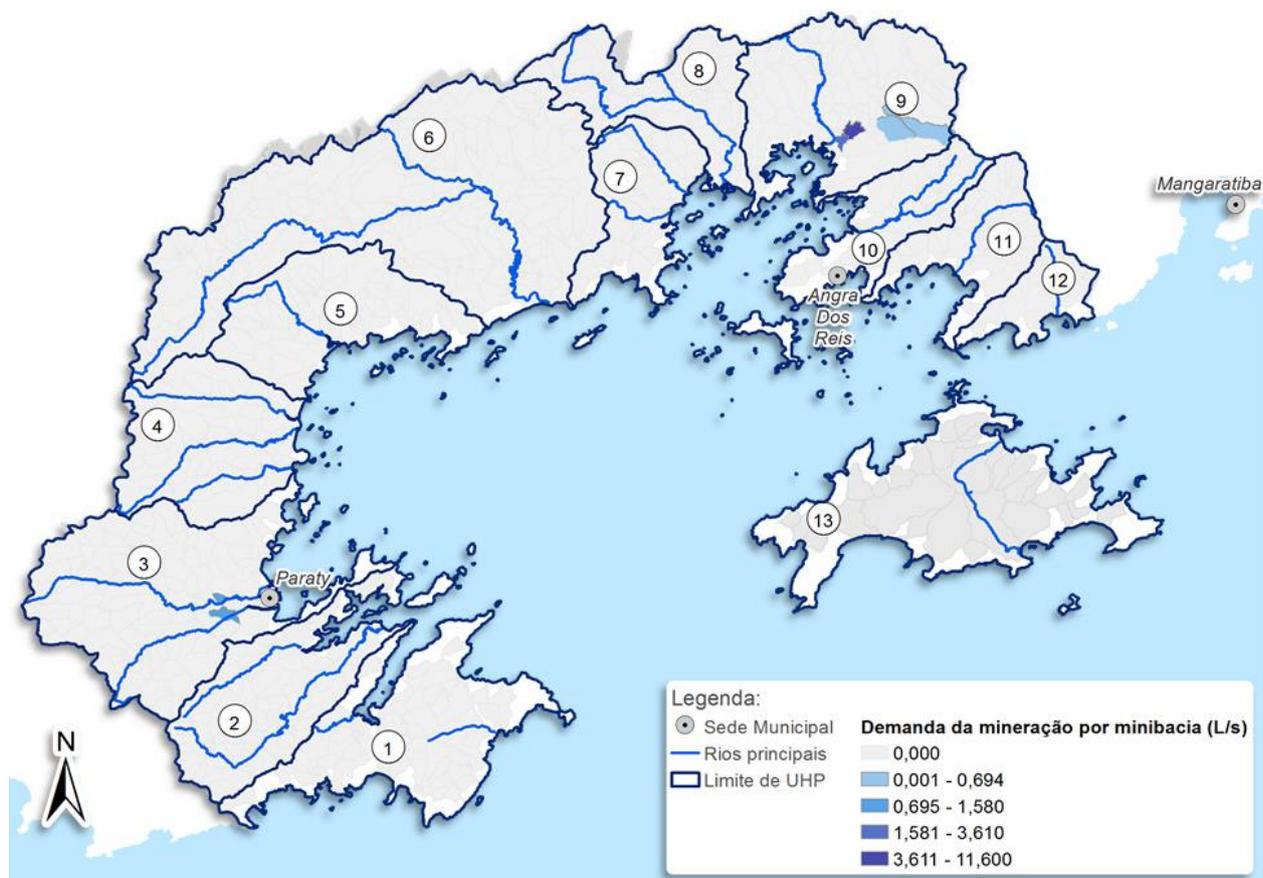
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.93 - Espacialização das demandas de irrigação nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.94 - Espacialização das demandas de aquicultura nas unidades de balanço hídrico (mini-bacias).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.95 - Espacialização das demandas de mineração nas unidades de balanço hídrico (minibacias).

6.5.1.3. Descrição da metodologia de alocação das cargas poluidoras

6.5.1.3.1. Revisão dos sistemas de tratamento de esgotos e das taxas de atendimento às soluções de destinação de esgoto urbano

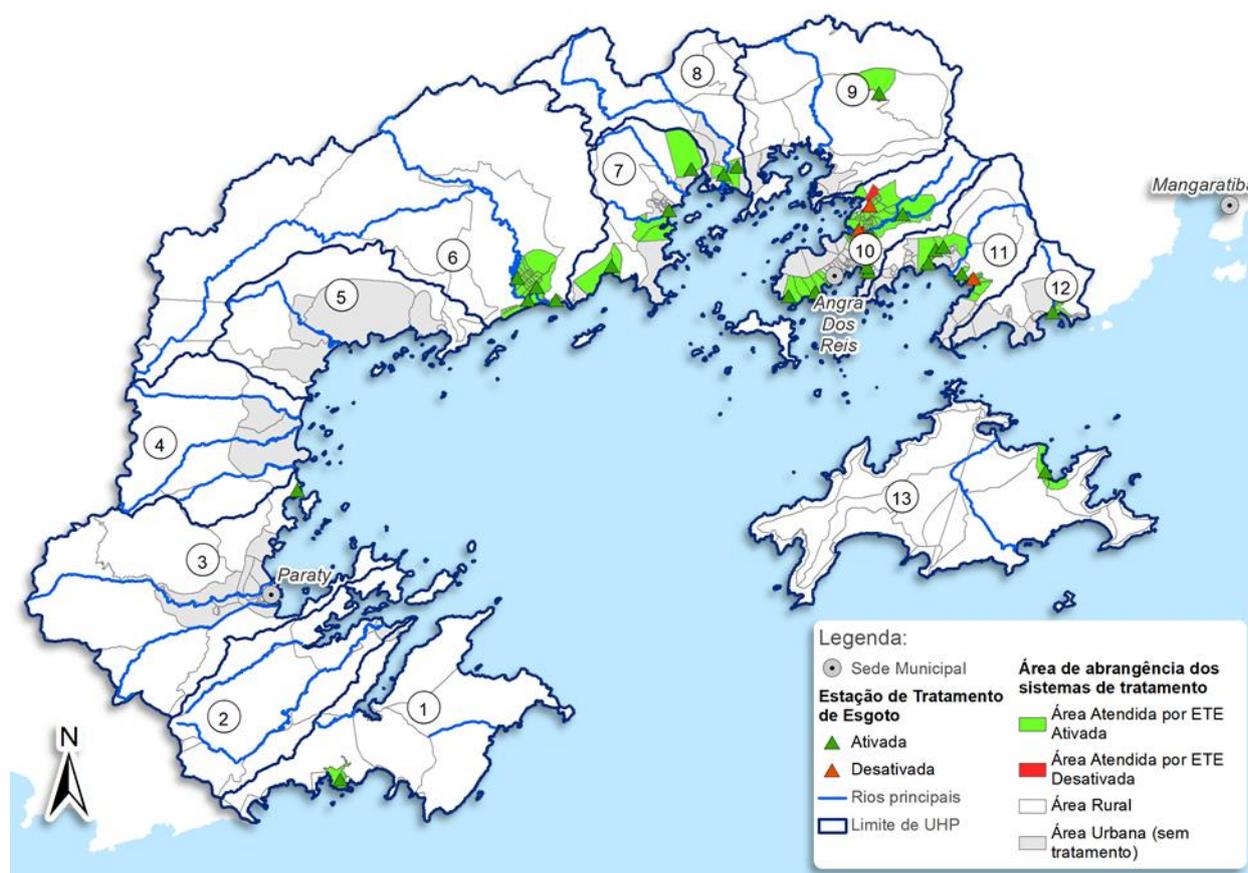
O esgoto, mais especificamente o de origem doméstica, pode gerar poluição ou contaminação dos mananciais das seguintes formas: lançamento de esgoto in natura nos corpos d'água superficiais, vazamento de redes coletoras podendo contaminar o solo e a água subterrânea; existência de sistemas de saneamento in situ (fossas e outros sistemas locais); disposição inadequada de lodos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), que sejam classificados como não inertes.

A RH-I conta atualmente com diversos sistemas de tratamento de esgotos atuando de forma isolada e descentralizada, em virtude das condições geográficas e da localização das principais aglomerações populacionais. A partir das informações já apresentadas, referente à descrição dos sistemas de tratamento existentes na RH-I, foi feita uma análise de consistência dessas informações, associando-se cada sistema aos setores censitários correspondentes. Os



sistemas apresentados no relatório anterior foram agregados em 26 ETEs e suas respectivas áreas de atendimento, apresentadas na Figura 6.96 e no Quadro 6.86.

O Quadro 6.86 apresenta, ainda, uma estimativa da área de abrangência de cada sistema, com base na distribuição dos setores censitários. A partir das informações de população do conjunto de setores atribuído à cada sistema, e também da capacidade de atendimento de cada ETE em número de habitantes, foi estabelecida uma taxa de atendimento de cada um dos sistemas, também indicada no Quadro 6.86.



Fonte: Inea (2018).

Figura 6.96 - Sistemas de tratamento de esgoto identificados na RH-I e suas respectivas áreas de atendimento.



Quadro 6.86 - Identificação dos sistemas de tratamento existentes na RH-I, da população atendida de acordo com os dados das ETEs e da definição de taxas de atendimento de acordo com a população de cada localidade.

Cód.	Município	UHP	Nome da ETE	Situação atual	Localidade	Efic. DBO (%)	Pop. Atendida	População da área de cobertura	Taxa de atendimento
E01	Paraty	Ponta da Juatinga	ETE Laranjeiras	Ativada	Vila dos Moradores de Laranjeiras e Vila Oratório	93%	37	699	5%
E02	Paraty	Rio Perequê-Açu	ETE Jovêncio Soares de Oliveira	Ativada	Vila de Praia Grande	95%	69	352	20%
E03	Paraty	Rio Mambucaba	ETE Mambucaba	Ativada	Vila Residencial de Mambucaba	65%	2206	2207	100%
E04	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Santos Drumont / ETE Getúlio Vargas	Ativada	Parque Mambucaba e Parque Perequê	97%	5000	22214	23%
E05	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Morro da Boa Vista (Quadra / Pereira / Pasto)	Ativada	Morro da Boa Vista	83%	1068	914	100%
E06	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	ETE Vila Histórica	Ativada	Vila Histórica de Mambucaba	83%	400	835	48%
E07	Angra dos Reis	Rios Grataú e do Frade	ETE Praia Brava	Ativada	Vila de Praia Brava	68%	1851	1874	99%
E08	Angra dos Reis	Rios Grataú e do Frade	ETE Frade	Ativada	Frade	83%	380	390	97%
E09	Angra dos Reis	Rios Grataú e do Frade	ETE Gamboa do Bracuí	Ativada	Gamboa do Bracuí	68%	250	447	56%
E10	Angra dos Reis	Rio Bracuí	ETE Condomínio do Bracuí	Ativada	Condomínio Geral do Bracuhy	85%	1450	1636	89%
E11	Angra dos Reis	Rio Bracuí	ETE Bracuí	Ativada	Bracuí	83%	1360	2560	53%
E12	Angra dos Reis	Rio Ariró	ETE Serra D'água	Ativada	Serra D'água	83%	120	499	24%
E13	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Parque Belém (I / II / III / IV)	Desativada	Parque Belém	83%	100	11851	1%
E14	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Banqueta	Ativada	Banqueta	83%	240	1637	15%
E15	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Morada do Areal	Ativada	Morada do Areal	83%	400	4450	9%
E16	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Campo Belo	Desativada	Campo Belo	83%	193	9386	2%
E17	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Japuíba	Desativada	Japuíba	90%	7500	24799	30%
E18	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Bonfim	Ativada	Bairro Bonfim	85%	2500	2527	99%
E19	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Vila Velha	Ativada	Bairro Vila Velha	94%	500	700	71%
E20	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Sapinhatuba I	Ativada	Sapinhatuba I	83%	1283	3901	33%



Cód.	Município	UHP	Nome da ETE	Situação atual	Localidade	Efic. DBO (%)	Pop. Atendida	População da área de cobertura	Taxa de atendimento
E21	Angra dos Reis	Rio do Meio (Japuíba)	ETE Monte Castelo	Ativada	Monte Castelo	68%	1021	1020	100%
E22	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	ETE Praia do Machado I	Ativada	Praia do Machado	83%	32	608	5%
E23	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	ETE Lambicada	Ativada	Lambicada	83%	737	1595	46%
E24	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	ETE Morro dos Morenos	Ativada	Morro dos Morenos	95%	700	938	75%
E25	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	ETE Água Santa I	Ativada	Água Santa	83%	84	836	10%
E26	Angra dos Reis	Rio Jacuecanga	ETE Monsuaba	Desativada	Bairro Monsuaba	94%	8500	8301	100%
E27	Mangaratiba	Rio Jacareí	ETE Conceição do Mangaratiba	Ativada	Conceição do Mangaratiba	68%	3459	3459	100%
E28	Angra dos Reis	Bacias da Ilha Grande	ETE Vila do Abraão	Ativada	Vila do Abraão	68%	7500	2330	100%

Fonte: Adaptado de Diagnóstico das Demandas Hídricas (RD08).



A fim de complementar as informações apresentadas na relação dos sistemas de esgotamento, foram consultados os índices de atendimento dos tipos de soluções adotadas nos municípios da RH-I, cujos valores foram obtidos no Atlas Esgotos (ANA, 2017). O Quadro 6.87 apresenta os resultados por município, no qual observa-se há quatro diferentes possibilidades de classificação: coleta de esgotos (com ou sem tratamento), solução individual (fossa séptica) e sem coleta de esgotos. A solução individual com fossa séptica diminui o impacto do lançamento desses efluentes nos corpos hídricos, quando executada adequadamente e em condições propícias à sua aplicação.

Quadro 6.87 - Índices de atendimento às soluções de disposição de esgoto doméstico urbano por município.

Município	Com coleta e com tratamento (2013)	Solução individual (2013)	Com coleta e sem tratamento (2013)	Sem coleta e sem tratamento (2013)
Angra dos Reis	15,4%	18,1%	44,0%	22,60%
Paraty	9,5%	37,1%	21,1%	32,37%
Mangaratiba	5,423%	54,180%	25,710%	14,690%

Fonte: ANA (2017).

Nota: O processo de participação social e o acompanhamento realizado pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PRH-BIG identificaram uma superestimação no índice de coleta de esgoto de Paraty, que possui uma população atendida muito menor do que a informada no Atlas Esgotos da ANA.

A partir das informações apresentadas nos quadros anteriores, foi construído um cenário de distribuição da população entre os tipos de soluções adotadas em relação ao esgotamento urbano nas UHPs. O Quadro 6.88 apresenta a população urbana da RH-I por UHP estimada para o cenário de 2018, além da população atendida por ETEs e dos índices de atendimento considerando o esgoto tratado, tratamento por fossa e o índice de esgoto não tratado por UHP.

Quadro 6.88 - População atendida por serviços de tratamento de efluentes e taxas de atendimento por UHP.

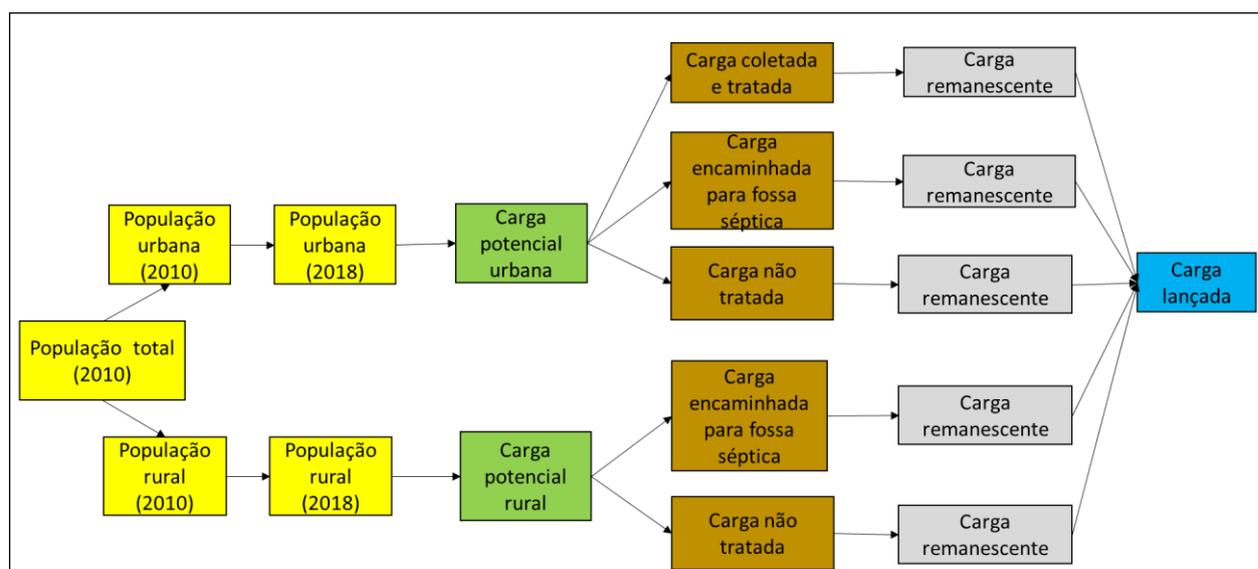
UHP	População		Índices de atendimento urbano (%)		
	Urbana total	Com tratamento	Tratado (%)	Fossa (%)	Não tratado (%)
Ponta da Juatinga	740	37	5,0%	37,1%	57,9%
Rio Paraty-Mirim	106	0	0,0%	37,1%	62,9%
Rio Perequê-Açú	23.781	0	0,0%	37,1%	62,9%
Rios Pequeno e Barra Grande	1.687	69	4,1%	37,1%	58,8%
Rio Taquari	3.028	0	0,0%	37,1%	62,9%
Rio Mambucaba	25.988	8.520	32,8%	19,5%	47,7%
Rios Grataú e do Frade	17.168	630	3,7%	18,1%	78,2%
Rio Bracuí	7.721	1.360	17,6%	18,1%	64,3%
Rio Ariró	2.054	120	5,8%	18,1%	76,1%
Rio do Meio (Japuiba)	99.823	12.382	12,4%	18,1%	69,5%
Rio Jacuecanga	31.420	9.394	29,9%	18,1%	52,0%
Rio Jacareí	8.488	3.459	40,8%	54,1%	5,1%
Bacias da Ilha Grande	5.669	2.870	50,6%	18,1%	31,3%
Ilhas	496	0	0,0%	18,1%	81,9%
Total RH-I	261.488	38.841	14,9%	19,2%	65,9%

Fonte: Elaboração própria.



6.5.1.3.2. Distribuição da carga potencial e efetivamente lançada nos setores censitários e totais por UHP e por minibacia

A partir das informações levantadas no item anterior, serão estimadas as cargas geradas e lançadas em toda a RH-I. Estas informações serviram como insumo para o processo de modelagem qualitativa. A Figura 6.97 apresenta um esquema do processo de cálculo das cargas geradas e lançadas na bacia, iniciando com a informação de população e estimando-as para o cenário atual (2018).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.97 - Esquema ilustrando as etapas de cálculo das estimativas de carga gerada e lançada.

Em relação à contribuição per capita de carga orgânica foi adotado o valor padrão de 54 g/hab.dia (Von Sperling, 2005). Para as cargas urbanas foi considerada a eficiência de remoção de cada sistema de tratamento de esgoto e para o percentual atendido por fossas foi considerada uma taxa fixa de 40% de remoção.

O Quadro 6.89, a seguir, apresenta a distribuição das cargas potencial urbana, lançada e tratada por UHP. Observa-se que a taxa de remoção de carga orgânica por ETEs em toda a RH é bem baixa, em torno de 13%. As maiores taxas de tratamento por UHP são observadas na UHP do rio Mambucaba, com 28,1% de remoção, sendo essa remoção concentrada na Vila Residencial de Mambucaba, deixando o bairro Parque Mambucaba com baixo índice de atendimento; e na UHP do rio Jacuecanga, com 27,2% de remoção. Destaca-se, também, que grande parte da população atendida por tratamento encontra-se em condomínios fechados.



Quadro 6.89 - Distribuição da carga potencial, carga lançada e percentagem removida, por UHP.

UHP	Carga potencial (kg/dia)		Carga lançada (kg/dia)		Taxa de remoção (%)	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Ponta da Juatinga	40	143	32	121	19%	15%
Rio Paraty-Mirim	6	208	5	177	15%	15%
Rio Perequê-Açú	1.305	128	1.108	109	15%	15%
Rios Pequeno e Barra Grande	92	29	78	24	15%	15%
Rio Taquari	175	3	149	3	15%	15%
Rio Mambucaba	1.414	37	927	33	34%	12%
Rios Grataú e do Frade	933	0	780	0	16%	7%
Rio Bracuí	420	106	265	98	37%	7%
Rio Ariró	119	201	111	186	7%	7%
Rio do Meio (Japuíba)	5.352	4	4.714	3	12%	7%
Rio Jacuecanga	1.738	73	1.538	67	11%	9%
Rio Jacareí	446	7	382	6	14%	20%
Bacias da Ilha Grande	313	7	290	7	7%	7%
Ilhas	27	31	25	27	7%	15%
Total	12.378	977	10.403	861	16%	12%

Fonte: Adaptado de Diagnóstico de Demandas Hídricas (RD08).

6.5.2. Resultados do balanço hídrico quantitativo

Os resultados para o balanço hídrico quantitativos da BIG são apresentados a partir do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), que está dividido em sete classes, buscando apresentar os resultados como subsídios às análises que considerem as normativas e práticas do Inea e da ANA, quanto a vazões máximas outorgáveis e ainda que caracterizem de forma adequada a situação da RH-I. A divisão das classes é apresentada no Quadro 6.90.

Quadro 6.90 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.

Legenda	ICH	Definição
	0,0 % - 1,0%	Comprometimento nulo ou muito baixo
	1,1% - 5,0%	Comprometimento baixo
	5,1 % - 20%	Comprometimento médio
	20,1% - 40,0%	Comprometimento limite INEA
	40,1% - 50,0%	Comprometimento preocupante
	50,1% - 100,0%	Comprometimento crítico

Fonte: Elaboração própria.

A seguir é realizada a apresentação do balanço, considerando as classes de ICH, por UHP e por trecho de rio. Observa-se que apesar da apresentação das disponibilidades e do balanço por UHP nas vazões Q_{7-10} , Q_{95} , Q_{90} e Q_{50} , priorizou-se a apresentação no formato Q_{95} ,



especialmente na apresentação do balanço por trecho de rio, por ser a vazão citada nas normatizações do Inea (Resolução Inea nº 171/2019) para a outorga.

6.5.2.1. Balanço hídrico quantitativo por UHP

O cálculo do balanço hídrico por UHP teve por objetivo central obter o comprometimento hídrico para cada unidade. Para tanto foram confrontadas as disponibilidades por UHP, apresentadas no Quadro 6.91, e as demandas, apresentadas no Quadro 6.84.

Quadro 6.91 - Disponibilidade hídrica por UHP.

Unidade Hidrológica de Planejamento	Área da UHP (km ²)	Disponibilidade para as UHPs (L/s)			
		Q7-10	Q95	Q90	Q50
1 Ponta da Juatinga	144,85	2216,20	2407,25	2732,04	4432,39
2 Rio Paraty Mirim	119,74	2022,69	2770,37	3214,64	5730,36
3 Rio Pereque-Açú	201,59	1631,55	2521,82	3062,39	6348,88
4 Rio Pequeno e Barra Grande	121,80	3126,09	3967,87	4541,71	8371,22
5 Rio Taquari	114,37	3492,08	4125,70	4622,92	7573,29
6 Rio Mambucaba	359,00	4625,89	5542,76	6145,78	10475,72
7 Rio Grataú e do Frade	76,26	2302,03	3076,85	3380,07	5496,18
8 Rio Bracúí	91,03	1276,06	1631,83	1784,03	2937,10
9 Rio Ariró	153,14	4066,22	5291,76	5962,99	10123,47
10 Rio do Meio (Jacuecanga)	68,25	916,45	1225,53	1367,49	2418,71
11 Rio Jacuecanga	67,59	885,78	1152,19	1301,52	2373,96
12 Rio Jacareí	35,72	380,90	506,09	570,01	900,30
13 Bacias da Ilha Grande	180,19	2441,36	3046,07	3459,66	5954,58

Fonte: Adaptado de Diagnóstico de Disponibilidades Hídricas (RD07).

Observação: os minigráficos, abaixo dos títulos, apresentam a variabilidade dos valores em cada coluna.

Essa confrontação se deu pela avaliação do percentual da disponibilidade que é necessário para o atendimento da demanda. Esse percentual foi calculado para vazões Q₇₋₁₀, Q₉₅, Q₉₀ e Q₅₀ e é apresentado no Quadro 6.92.



Quadro 6.92 - Balanço hídrico quantitativo por UHP.

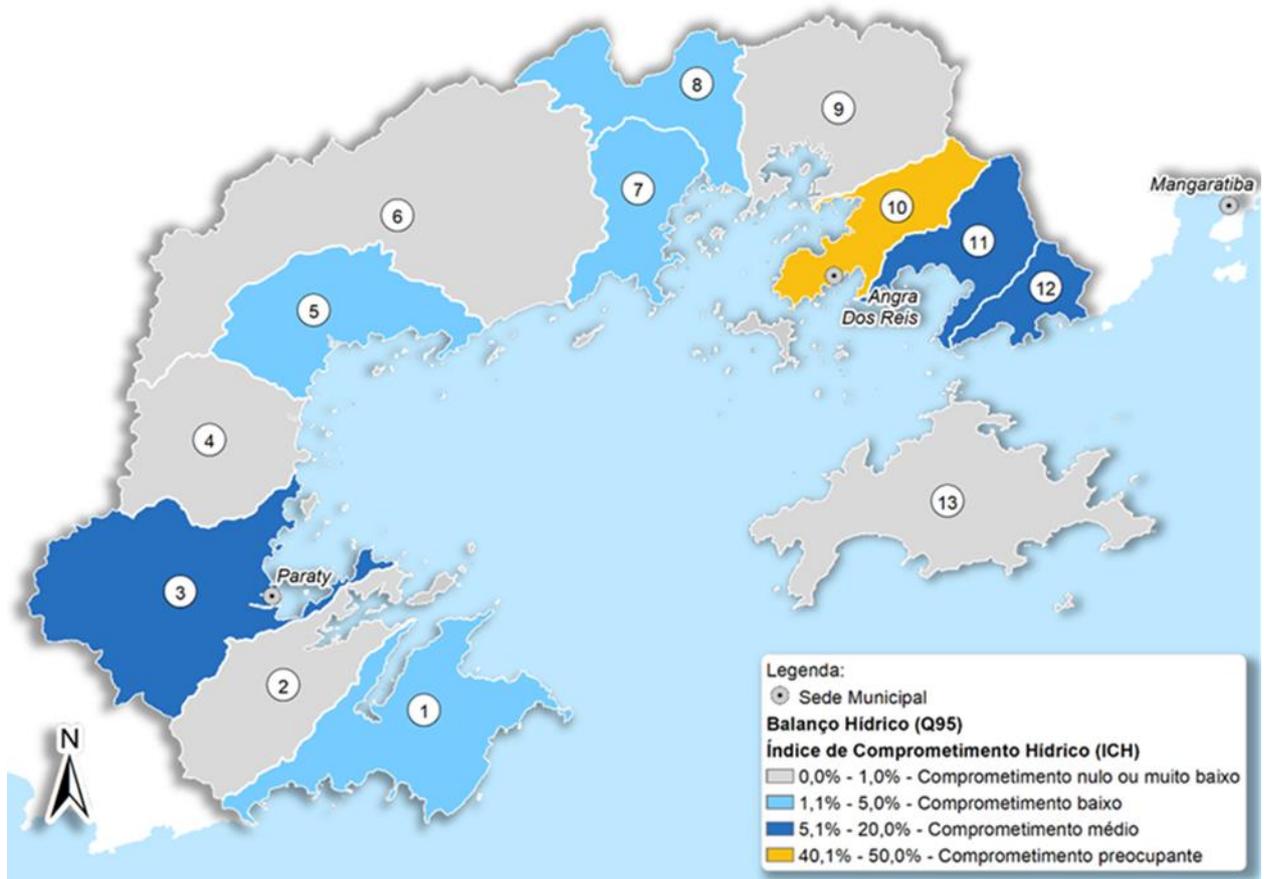
UHP		Percentual de comprometimento da vazão de referência ¹⁵			
		Q ₇₋₁₀	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀
1	Ponta da Juatinga	2,17%	2,00%	1,76%	1,09%
2	Rio Paraty-Mirim	0,43%	0,31%	0,27%	0,15%
3	Rio Perequê-Açú	9,16%	5,93%	4,88%	2,35%
4	Rios Pequeno e Barra Grande	0,32%	0,25%	0,22%	0,12%
5	Rio Mambucaba	0,46%	0,39%	0,34%	0,21%
6	Rio Taquari	2,11%	1,76%	1,59%	0,93%
7	Rios Grataú e do Frade	5,73%	4,29%	3,90%	2,40%
8	Rio Bracuí	2,57%	2,01%	1,84%	1,12%
9	Rio Ariró	0,38%	0,30%	0,26%	0,15%
10	Rio do Meio (Japuíba)	66,20%	49,50%	44,36%	25,08%
11	Rio Jacuecanga	13,39%	10,29%	9,11%	5,00%
12	Rio Jacareí	12,37%	9,31%	8,26%	5,23%
13	Bacias da Ilha Grande	0,95%	0,76%	0,67%	0,39%

Fonte: Elaboração própria.

A UHP que apresenta o resultado mais crítico é a Rio do Meio (Japuíba), destacada em negrito no Quadro 6.92, que possui comprometimento hídrico da ordem de 50%, considerando-se a vazão Q₉₅, valor superior ao máximo outorgável pela legislação Fluminense (igual a 40% da Q₉₅), o que ocorre pela alta demanda para o abastecimento e indústria na região, as maiores entre as UHPs. As demais UHPs apresentam comprometimentos baixos, destacando-se a Rio Jacuecanga e Rio Jacareí, com comprometimento em torno de 10%.

A Figura 6.98, apresenta os resultados do balanço hídrico quantitativo para as UHPs considerando a vazão Q₉₅.

¹⁵ Considerando a demanda total, sendo a demanda para o abastecimento a Demanda do Abastecimento Cadastrada, conforme indicado no Relatório de Demandas Hídricas (RD08).

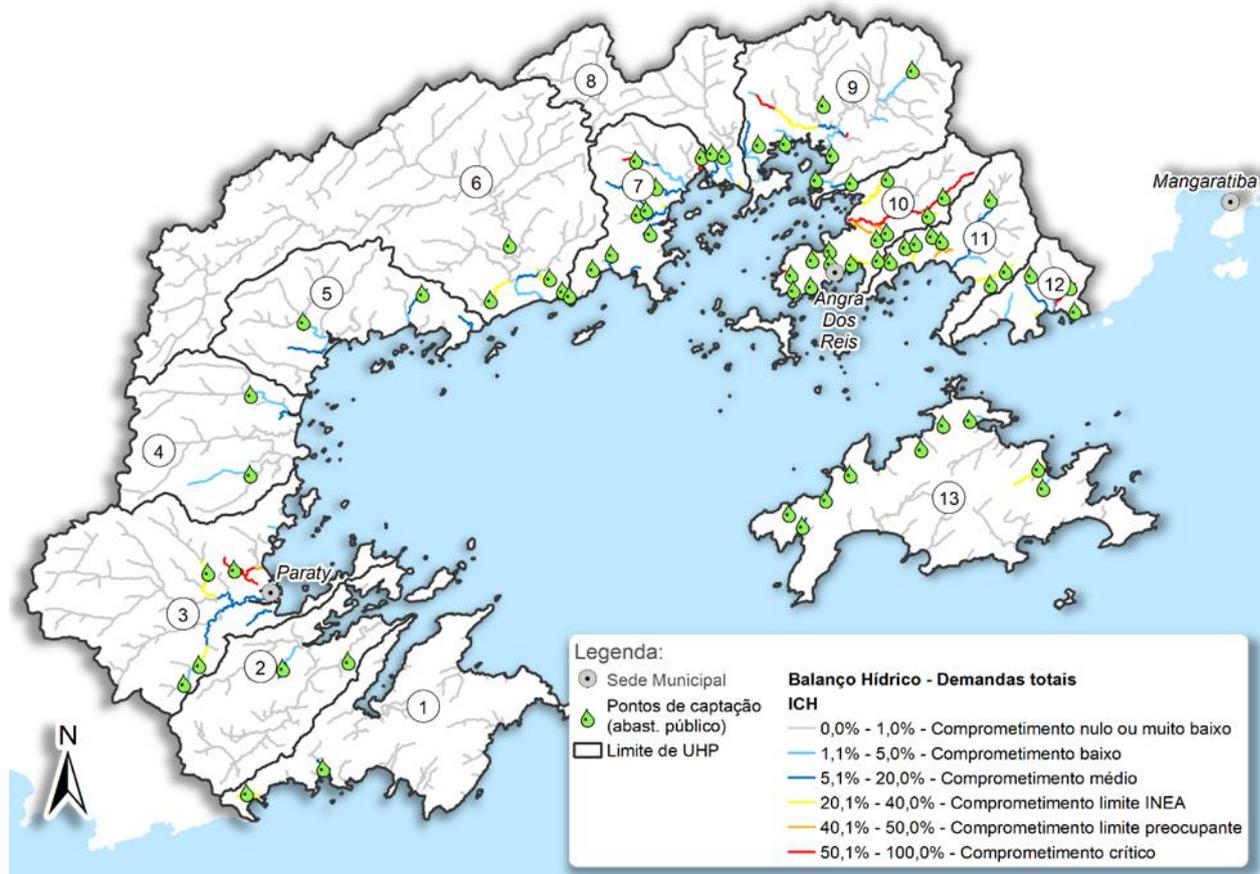


Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.98 - Balanço hídrico quantitativo por UHP, considerando a vazão Q_{95} .

6.5.2.2. Balanço hídrico quantitativo por trecho de rio

Neste item serão apresentados os resultados do balanço hídrico na Figura 6.99, que apresenta o balanço hídrico por trechos de rio, considerando as demandas totais estimadas para o cenário atual (2018) e a vazão de referência Q_{95} . Em seguida, o Quadro 6.93 apresenta o resultado do balanço hídrico nos principais exutórios de cada UHP, indicando também a contribuição de cada setor em relação ao comprometimento total.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.99 - Balanço hídrico considerando a Q95 e as demandas totais estimadas para o cenário atual.

Quadro 6.93 - Balanço hídrico do cenário atual discriminando cada setor e o balanço total nos principais exutórios de cada UHP.

UHP (código)	Curso	Área à montante (km ²)	Q95 (m ³ /s)	Vazão remanescente (m ³ /s)	Percentual da demanda sobre a disponibilidade hídrica por setor						
					Abast. Público	Indústria	Dess. Animal	Irrigação	Aqui-cultura	Mineração	Total
1	Córrego da Cachoeira Grande	7,58	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	Córrego da Toca do Boi	6,9	0,14	0,12	19,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,29
2	Córrego da Caçada	38	0,66	0,66	0,67	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,71
2	Rio Paraty-Mirim	66,3	1,53	1,525	0,28	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,30
3	Rio da Draga	14,6	0,09	0,07	24,18	18,11	0,04	0,00	0,00	0,00	42,30
3	Rio Perequê-Açu	164	2,05	1,87	6,01	3,14	0,03	0,08	0,00	0,15	9,41
4	Rio da Barra Grande	43,1	0,76	0,75	1,02	0,60	0,01	0,00	0,00	0,00	1,63
4	Rio Pequeno	43,5	0,70	0,70	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
4	Rio da Graúna	32,8	0,49	0,49	0,45	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,49
5	Rio São Gonçalo	14,6	0,26	0,26	2,46	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	2,47
5	Rio Taquari	56,9	1,03	1,01	0,91	1,41	0,01	0,00	0,00	0,00	2,33
5	Rio São Roque	17,2	0,31	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



UHP (código)	Curso	Área à montante (km ²)	Q95 (m ³ /s)	Vazão remanescente (m ³ /s)	Percentual da demanda sobre a disponibilidade hídrica por setor						
					Abast. Público	Indústria	Dess. Animal	Irrigação	Aqui-cultura	Mineração	Total
6	Rio Mambucaba	742	11,46	11,37	0,82	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26
7	Rio Grataú	22,6	0,42	0,40	4,59	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	4,67
7	Rio do Frade	17,9	0,39	0,33	12,59	3,82	0,01	0,00	0,00	0,00	16,43
7	Córrego Sacher	8,03	0,173	0,15	12,33	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	12,36
8	Rio Bracuí	193	3,46	3,42	0,88	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
9	Rio Ariró	144	2,58	2,47	0,38	0,02	0,07	0,00	3,29	0,63	4,39
9	Rio Caputera	15,2	0,25	0,25	0,77	1,43	0,02	0,00	0,00	0,00	2,22
10	Sem nome	5,45	0,10	0,07	15,28	15,20	0,06	0,00	0,00	0,00	30,54
10	Rio do Meio (Japuíba)	38	0,68	0,22	62,82	5,22	0,04	0,83	0,00	0,00	68,91
11	Rio Lambicada	5	0,09	0,06	17,22	23,21	0,01	0,00	0,00	0,00	40,44
11	Rio Camorim	4,48	0,09	0,06	22,64	6,69	0,02	0,00	0,00	0,00	29,35
11	Rio Jacuecanga	39,8	0,68	0,62	6,56	2,34	0,03	0,00	0,00	0,00	8,93
11	Córrego Monsuaba	5,15	0,09	0,06	34,85	2,29	0,00	0,00	0,00	0,00	37,14
11	Rio Camorim Pequeno	1,82	0,04	0,02	25,06	5,78	0,01	0,00	0,00	0,00	30,85
12	Rio Catagalo	5,5	0,10	0,09	6,76	0,85	0,02	0,00	0,00	0,00	7,63
12	Rio Jacareí	13,4	0,19	0,15	18,92	0,25	0,01	0,00	0,00	0,00	19,19
13	Rio Andorinhas ou Barra Grande	12,44	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Cachoeira da Longa	3,36	0,06	0,00	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
13	Córrego Abraão	3,33	0,06	0,02	25,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,89
13	Cachoeira Matariz	2,92	0,05	0,00	1,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
13	Cachoeira do Bicão	2,83	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Rio dos Nóbregas	2,38	0,04	0,00	2,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas (RD07) e Diagnóstico das Demandas Hídricas (RD08).

Observa-se que os locais críticos em termos de balanço hídricos são bastante localizados. Em alguns trechos com área de drenagem muito pequena também é possível verificar comprometimentos elevados, no entanto estes resultados devem ser analisados com atenção, uma vez que os valores de disponibilidade hídrica tendem a apresentar piores resultados nestas condições.

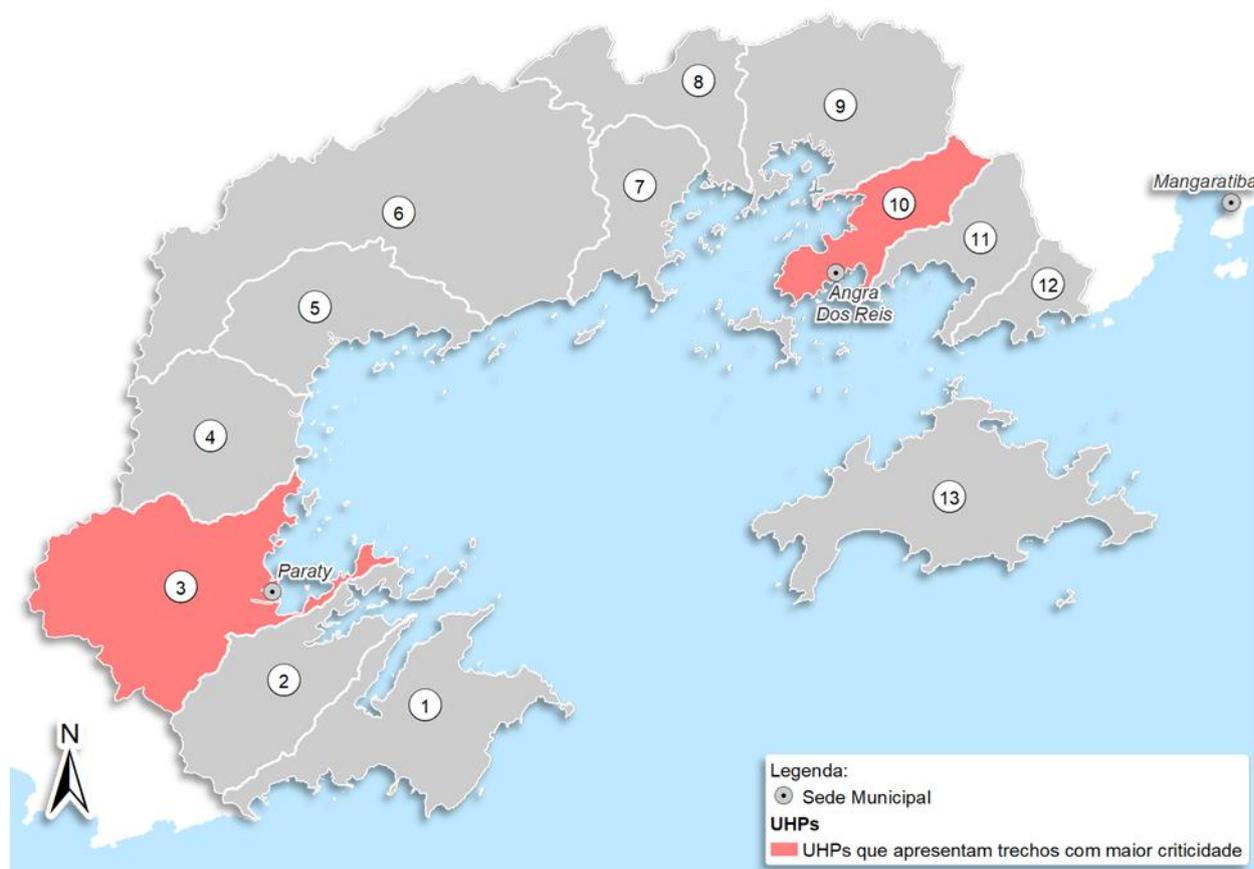
Analisando-se a figura e o quadro, observa-se que os trechos com maior comprometimento se concentram na UHP-10 - Rio do Meio (Japuíba), uma vez que concentram os principais sistemas de abastecimento de água de Angra dos Reis, correspondente à Barragem da Banqueta e ao Rio Cabo Severino. No trecho correspondente à barragem o modelo indicou um comprometimento de 100% da disponibilidade, além de um déficit de 112 L/s não atendidos, considerando a vazão Q₉₅. No ponto de captação referente ao sistema do rio Cabo Severino, constatou-se também um comprometimento de 100%, além de um déficit de 3,95 L/s não atendidos, também considerando a vazão Q₉₅.



Em Paraty constatou-se pontos críticos ou em estado preocupante na UHP-3 - Rio Perequê-Açú. Um dos principais sistemas de captação do município, referente ao Córrego Pedra Branca, apresentou um comprometimento de 34,14% em relação à Q₉₅. Outro ponto, referente ao sistema do rio Caboclo, apresentou comprometimento de 100%, no entanto, como se trata de um ponto localizado numa região com área de drenagem muito pequena, esse resultado pode ser efeito de imprecisões que somente podem ser corrigidas através de estudos específicos para a área ou através de amostragem ou monitoramento pontual, no entanto, essas soluções fogem ao escopo desse relatório.

É importante observar que um comprometimento de 100% significa que há demanda para toda a água existente considerando a vazão Q₉₅. No caso de trecho em que a modelagem apresentou déficit, temos valores de demanda que superam a vazão Q₉₅, ou seja, em 5% do tempo, quando a vazão é inferior a Q₉₅, a demanda não é completamente atendida.

As duas UHPs em que foram identificados resultados mais críticos, UHP-10 - Rio do Meio (Japuíba), em Angra dos Reis, e UHP-3 - Rio Perequê-Açú, em Paraty, são apresentadas em destaque na Figura 6.100.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.100 - UHPs com resultados mais críticos.



6.5.3. Resultados do balanço hídrico qualitativo

6.5.3.1. Balanço hídrico qualitativo por UHP

Baseado nos resultados apresentados, por UHP, no Quadro 6.89 e nas disponibilidades hídricas, foi elaborado o balanço qualitativo por UHP, apresentado no Quadro 6.95. Para fins de análise desses resultados, buscamos como valores de referência os apresentados pela Resolução Nº 357, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que traz valores máximos para Classes de Enquadramento. Esses valores são apresentados no Quadro 6.94.

Quadro 6.94 - Limites de concentração de DBO por classe de enquadramento.

Classe	Limite de DBO (mg/L)
1	3
2	5
3	10
4	-

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA Nº 357 (CONAMA, 2005).

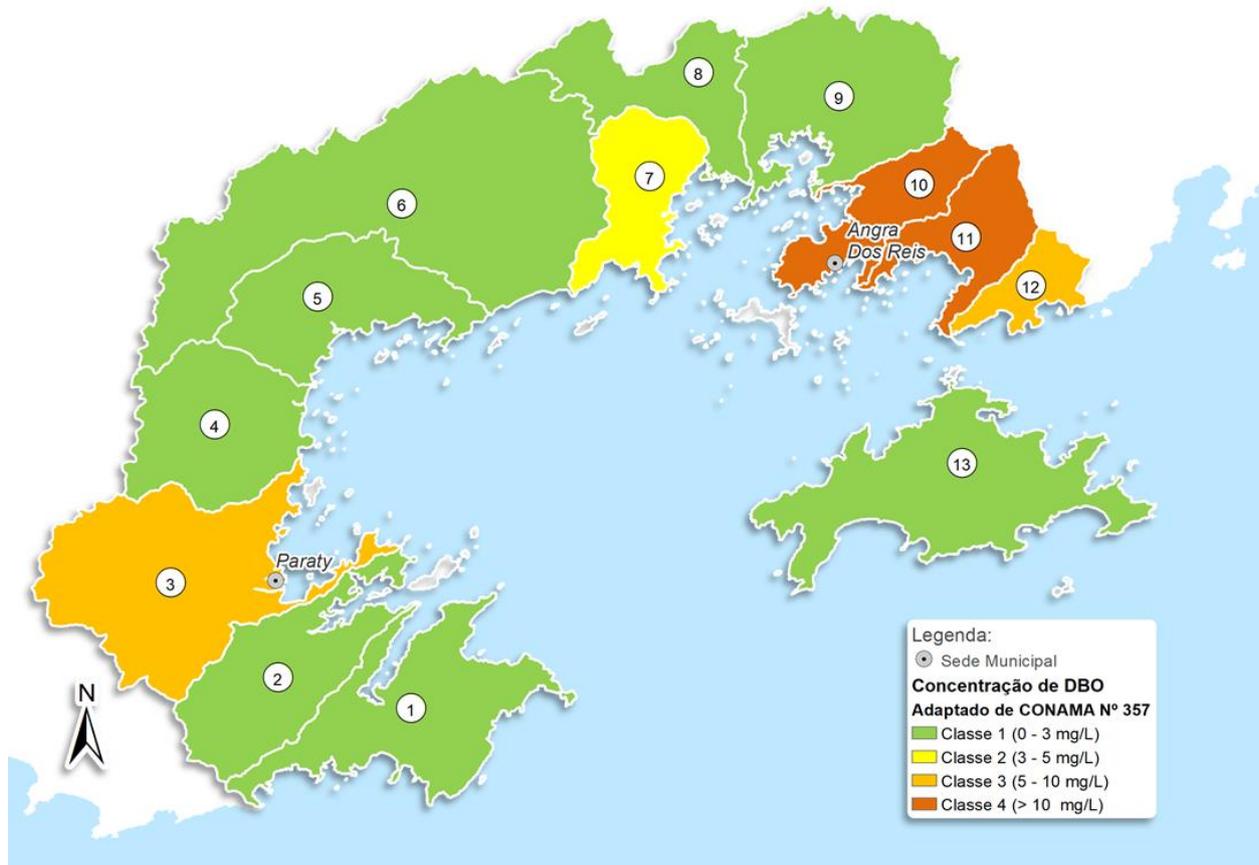
A mesma legenda, em cores de verde à laranja, utilizada na apresentação dos valores das classes de referência, é utilizada na apresentação dos resultados no Quadro 6.95 e na representação das classes, por UHP, na Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.101. O Cálculo desse balanço é dado pela carga de DBO, em miligramas por segundo, sobre a vazão (Q_{95} e Q_{90}), em litros por segundo, resultando em valores de concentração de DBO, em miligramas por litro.

Quadro 6.95 - Balanço hídrico qualitativo por UHP.

UHPs	Carga lançada total DBO (mg/s)	Concentração de DBO (mg/L) Q_{95}	Concentração de DBO (mg/L) Q_{90}
1 Ponta da Juatinga	1362,269	0,566	0,499
2 Rio Paraty-Mirim	1497,685	0,541	0,466
3 Rio Perequê-Açú	13746,528	5,451	4,489
4 Rios Pequeno e Barra Grande	1060,185	0,267	0,233
5 Rio Mambucaba	1745,370	0,423	0,378
6 Rio Taquari	10986,111	1,982	1,788
7 Rios Grataú e do Frade	9722,222	3,160	2,876
8 Rio Bracuí	4710,648	2,887	2,640
9 Rio Ariró	2503,472	0,473	0,420
10 Rio do Meio (Japuiba)	52210,648	42,603	38,180
11 Rio Jacuecanga	14056,713	12,200	10,800
12 Rio Jacareí	3543,981	7,003	6,217
13 Bacias da Ilha Grande	2534,722	0,832	0,733

Fonte: Elaboração própria.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.101 - Classe de enquadramento encontrada para cada UHP considerando a concentração de DBO.

O resultado obtido apresenta um cenário crítico para as UHPs do Rio do Meio (Japuíba) e Jacuecanga, esperado pela concentração de áreas de urbanas. O mesmo ocorre para as UHPs Rio Perequê-Açú e Jacareí, com resultados melhores, mas ainda aparecendo com valores de classe 3. A UHP Rios Grataú e do Frade apresenta valores pouco superiores aos limites da classe 1 para vazão Q_{95} e o restante das UHPs se manteve dentro dos limites da classe 1 para as vazões Q_{95} e Q_{90} .

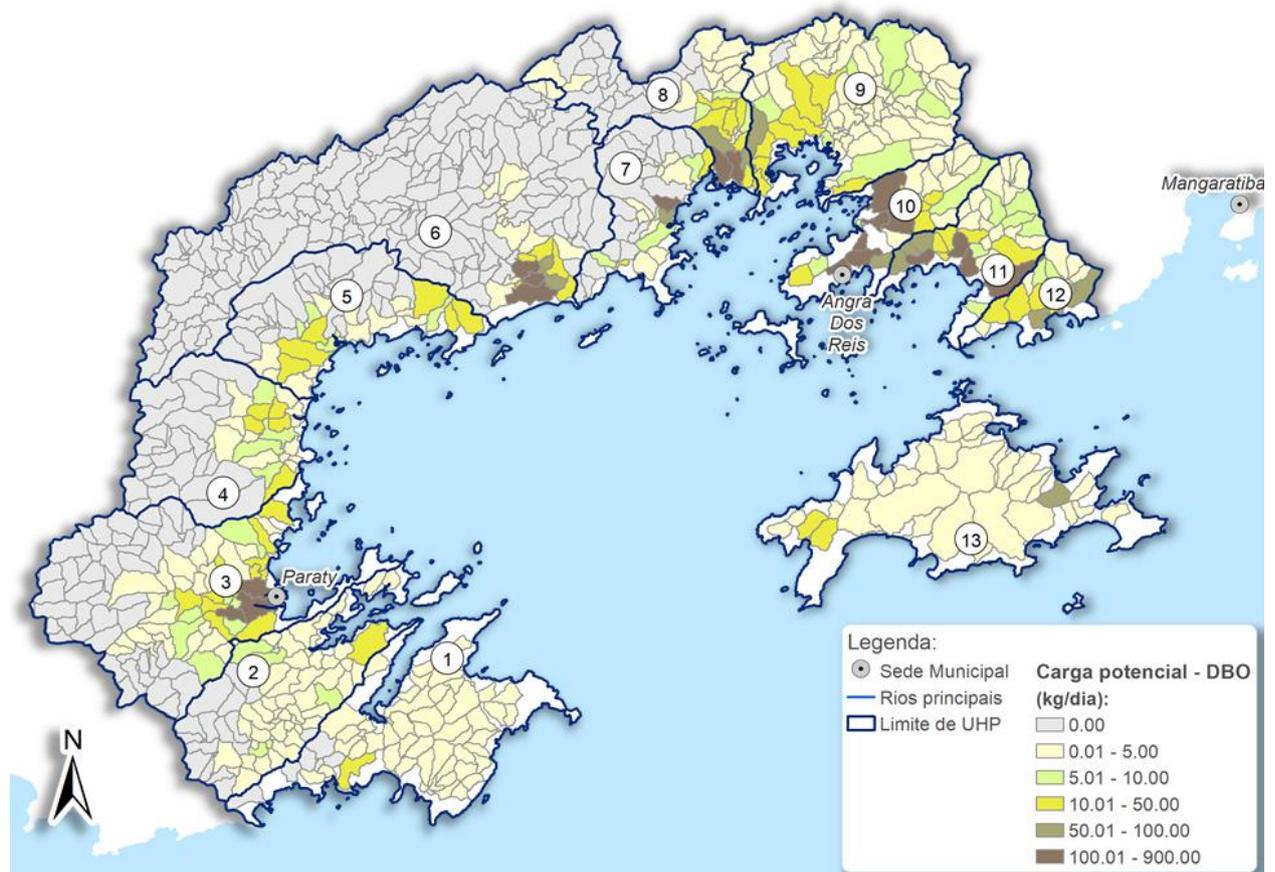
Em termos gerais, os resultados para a RH-I foram bons, com concentrações altas bastante localizadas nas regiões esperadas pelas características de ocupação territorial. Também é necessário considerar a influência benéfica da grande quantidade de áreas preservadas e, principalmente, protegidas por Unidades de Conservação.

Os resultados apresentados no item a seguir, por trecho de rio, indicaram com maior detalhe os locais mais críticos da região.



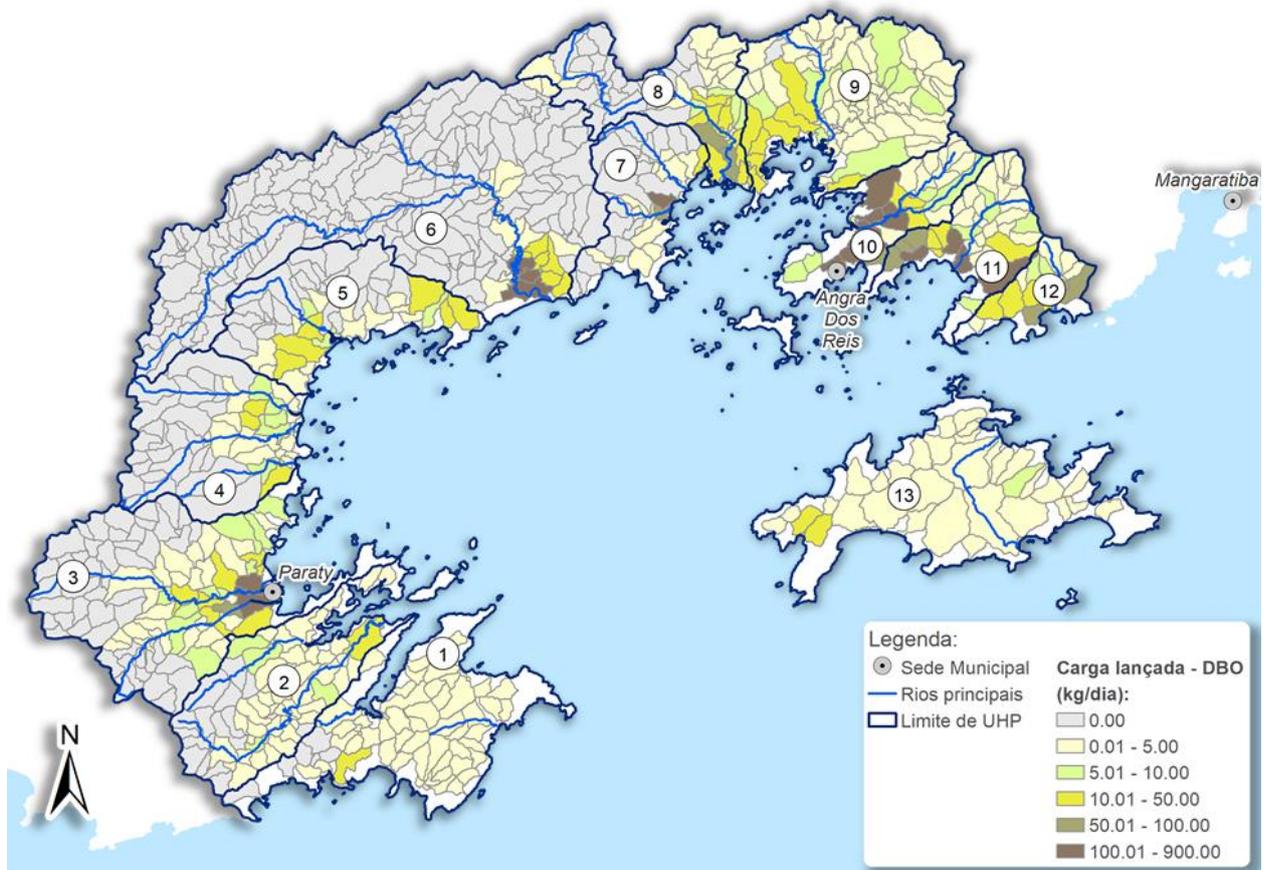
6.5.3.2. Balanço hídrico qualitativo por trecho de rio

A seguir, na Figura 6.102 e na Figura 6.103 estão apresentadas a distribuição das cargas potencial e lançada em cada unidade de balanço hídrico (minibacia). É possível observar uma pequena atenuação entre a carga potencial e lançada em algumas unidades, resultado do processo de remoção aplicado. Em outros, é possível que haja um aumento do valor da carga lançada em relação à potencial, uma vez que nas minibacias onde estão localizadas as ETEs as cargas dos sistemas correspondentes foram concentradas para então serem obtidos os valores de carga remanescente. A partir dos valores apresentados na Figura 6.103 é que serão construídos os cenários de modelagem qualitativa para a situação atual da RH-I.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.102 - Distribuição da carga potencial de matéria orgânica nas minibacias no cenário atual.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 6.103 - Distribuição da carga lançada de matéria orgânica nas minibacias no cenário atual.



7. ARTICULAÇÃO LEGAL E INSTITUCIONAL

7.1. ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Apresentada a legislação que rege a gestão de recursos hídricos e o ordenamento territorial, são apresentados a seguir os aspectos institucionais, com foco em atribuições e relações, acerca dos atores que influenciam a gestão dos recursos hídricos.

7.1.1. Gerenciamento de recursos hídricos

7.1.1.1. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)

O SINGREH foi criado pela Lei 9.433/1997, tendo os seguintes objetivos, definidos art. 32 da referida lei:

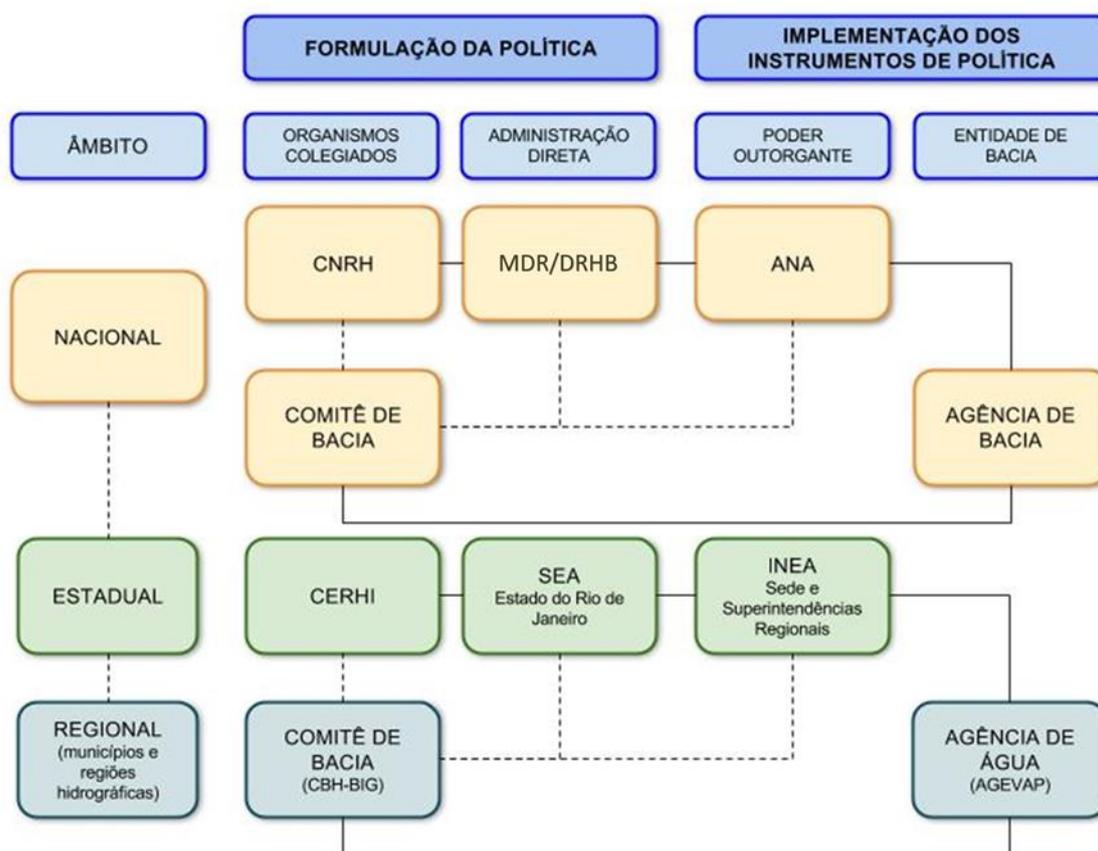
- [...] I - coordenar a gestão integrada das águas;*
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;*
- III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;*
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;*
- V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997).*

O art. 33 apresenta os entes que integram o SINGREH, na redação dada pela Lei nº 9.984/2000:

- [...] I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)*
- I-A. - a Agência Nacional de Águas; (Incluído pela Lei 9.984, de 2000)*
- II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)*
- III - os Comitês de Bacia Hidrográfica; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)*
- IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)*
- V - as Agências de Água. (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000) [...]*
(BRASIL, 2000a).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) apresenta um esquema geral para o SINGREH e a publicação Base Legal para a gestão das águas do estado do Rio de Janeiro, apresenta as Entidades integrantes do SINGREH no estado do Rio de Janeiro (INEA, 2017a).

Na Figura 7.1 está apresentada a estrutura do SINGREH no contexto da RH-I.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2018) e Inea (2017a).

Figura 7.1 - Organização geral do SINGREH.

7.1.1.2. Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI)

O SEGRHI foi instituído pela Lei Estadual 3.239/1999, que também instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos. No art. 42, são listados os objetivos principais do SEGRHI.

- [...] I - coordenar a gestão integrada das águas;
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III - implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos;
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; e
- V - promover a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999).

A mesma Lei Estadual, em seu art. 43, lista as instituições que integram o SEGRHI, nos incisos de I a V.

- [...] I - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI-RJ);
- II - o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI);
- III - os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's);
- IV - as Agências de Água; e



V - os organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999).

Os integrantes do SEGRHI fazem parte do SINGREH, como é determinado pelo art. 33 da Lei 9.433/1997, e tem seu posicionamento e relações dentro do sistema apresentados na Figura 7.1 (BRASIL, 1997).

7.1.2. Atores relevantes

A Lei 9.433/1997, no art. 33, na redação dada pela Lei 9.984/2000, lista os seguintes integrantes do SINGREH. Esses entes, no que cabe a gestão de recursos hídricos para a RH-I, tem suas características e funções detalhadas no Quadro 7.1 (BRASIL, 1997; 2000).

Quadro 7.1 - Integrantes do SINGREH.

Atores	Descrição
Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	Organismo colegiado que desenvolve regras de mediação entre os diversos usuários dos recursos hídricos, sendo um dos grandes responsáveis pela implementação e articulação da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Sua composição é dada por representantes de Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos; indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos; usuários dos recursos hídricos e organizações civis de recursos hídricos. Dentre suas competências está a aprovação do PNRH e o acompanhamento de sua execução, a análise das propostas de alteração da legislação de recursos hídricos, estabelecer critérios de outorga, entre outras (CNRH, 2018a).
Poder Executivo Federal, através do Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental - (MDR/DRHB)	É no âmbito desta secretaria, e na interface entre seus departamentos, que serão dadas as diretrizes de implementação e integração entre os instrumentos e as ações de gestão ambiental, territorial e de recursos hídricos âmbito do MMA. Entre as suas competências está a proposição de políticas, planos, normas e estratégias de gestão; propor a formulação e acompanhar a execução da PNRH; propor a formulação e coordenar a implementação da PNRH; exercer a função de secretaria executiva do CNRH, entre outras.
Agencia Nacional de Águas (ANA)	Agência reguladora dedicada a cumprir os objetivos e diretrizes da Lei nº 9.433/1997, criada pela Lei nº 9.984/2000, é vinculada ao MMA. Em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do SINGREH, a ANA atua no planejamento e gestão da PNRH, PNSB e PLANSAB. Dentre as suas competências encontra-se a prestação de auxílio institucional, estudos, subsídios para a implantação dos instrumentos de gestão, financiamento para projetos, estudos para direcionamento de recursos ou gerenciamento dos corpos d'água e estruturas hídricas de domínio da União.
Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (CERHIRJ)	Órgão colegiado, com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, encarregado de supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999).
Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS)	Com a missão de coordenar e formular a política estadual de proteção e conservação do meio ambiente e de gerenciamento dos recursos hídricos, visando ao desenvolvimento sustentável, a SEAS coordena a gestão ambiental pública, apoiando-se no Sistema Estadual de Meio Ambiente. Fazem parte dessa secretaria: FECAM, CONEMA, CECA e, destacadamente, o Inea, FUNDRHI e o CERHI-RJ (RIO DE JANEIRO, [s.d.], 2018).
Instituto Estadual do Ambiente (Inea)	Integrante do SISNAMA, do SINGREH, SEGRHI e Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o INEA exerce a função de executar as políticas estaduais do meio ambiente, de recursos hídricos e de recursos florestais, atuando também como licenciador. Atua na gestão dos recursos hídricos, do território, das florestas, e é também responsável pela gestão das unidades de conservação e pela gestão costeira.



Atores	Descrição
Comitê de Bacia da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (CBH-BIG)	Órgão colegiado formado pelos usuários da bacia, representantes do poder público e das entidades civis com atuação sobre recursos hídricos. Tem como competências aprovar o PRH da bacia e acompanhar sua execução, estabelecer mecanismos de cobrança, promover debates e arbitrar os conflitos relacionados aos recursos hídricos, entre outras. O CBH-BIG tem como área de atuação a RH-I, composto pela totalidade dos municípios de Paraty e Angra dos Reis e de uma parcela do Município de Mangaratiba.
Agência de Águas na RH-I	A AGEVAP é a entidade delegatária das funções de Agência de Águas, desde dezembro de 2017, capacitada a receber os recursos oriundos da cobrança e reinvesti-los na bacia de origem. Funcionando como uma personalidade jurídica de uma associação de direito privado, sem fins lucrativos, possui Contratos de Gestão firmados tanto com a ANA quanto com o Inea, para atuar como entidade delegatária, exercendo as funções de Secretaria Executiva do CBH-BIG (BRASIL, 2004).
Prefeituras Municipais	Conforme a Resolução CERHI-RJ nº 107/2013, compõem a RH-I três municípios: Paraty e Angra dos Reis, totalmente inseridos na RH-I; e Mangaratiba, parcialmente inserido. As prefeituras, segundo a listagem de habilitados no processo eleitoral para o biênio 2018-2020, possuem sete representantes na composição do CBH-BIG (CERHI-RJ, 2013).

Fonte: Elaboração própria.

Outros atores estratégicos de relevância na RH-I:

- Associação Agroecológica de Produtores Orgânicos de Paraty - AAPOP
- Associação Caiçuru
- Associação de Maricultores da Baía da Ilha Grande - AMBIG
- Associação dos Agricultores da Agroindústria de Doces de Mangaratiba - AgroDoce
- Associação dos Produtores Rurais do Vale de Mambucaba - ASPR Mambucaba
- Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - Cefet-RJ
- Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE
- Concessionária Águas de Paraty - CAPY
- Conselho Municipal de Turismo de Angra dos Reis
- Conselho Municipal de Turismo de Paraty
- Cooperativa de Produtores da Pesca de Angra dos Reis - Propescar
- Cooperativa de Trabalho de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis - Paraty
- Cooperativa de Trabalho e Produção de Catadores de Materiais Recicláveis de Mangaratiba
- Cooperativa dos Produtores Rurais de Paraty - PACOVA
- Cooperativa Mista Sul Fluminense Ltda. - Comisflu
- Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro - CBMERJ
- Defesa Civil
- Eletrobras Eletronuclear
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio De Janeiro - EMATER-RIO



- Estaleiro BrasFELS
- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN
- Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas - FFCBH
- Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - FIPERJ
- Fundação Nacional de Saúde - FUNASA
- Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz
- Condomínios de grande porte
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
- Marinha do Brasil
- Petrobras Transporte S.A - Transpetro
- Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro/ Comando de Polícia Ambiental - PMERJ/CPAm
- Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento - SEAPPA
- Secretaria do Patrimônio do União - SPU
- Serviço Autônomo de Captação de Água e Tratamento de Esgoto - SAAE
- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Angra dos Reis
- Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Paraty
- Sociedade Angrense de Proteção Ecológica - SAPE
- Universidade Federal Fluminense - UFF

7.2. INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei nº 9.433/1997 define em seu art. 5º os seis Instrumentos de Gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, os quais estão descritos a seguir (BRASIL, 1997):

[...] I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Quadro 7.2 apresenta a definição dos cinco instrumentos que são abordados na sequência deste capítulo.



Quadro 7.2 - Definição dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Instrumento	Definição
Planos de Recursos Hídricos	São instrumentos de gestão que incluem um diagnóstico detalhado da quantidade, qualidade e gestão dos recursos hídricos em seu recorte territorial de abrangência, além da previsão da situação dos recursos hídricos a partir de simulações de usos considerando diferentes cenários socioeconômicos, climáticos ou de qualquer outra natureza. Na etapa de prognóstico definem-se ações, programas e projetos a serem realizados em um período de vigência específico, bem como identificadas obras e investimentos prioritários a partir de uma visão integrada dos diversos usos da água (ANA, 2017b).
Enquadramento	Estabelecimento de objetivos de qualidade a serem alcançados ou mantidos através de metas progressivas, intermediárias e final de qualidade de água, de acordo com os usos preponderantes a que forem destinados (CNRH, 2012 <i>apud</i> ANA, 2014). São usos dos recursos hídricos qualquer atividade antrópica que faça uso da água como seu meio de desenvolvimento (ANA, 2014).
Outorga dos direitos de uso	Instrumento de gestão de recursos hídricos, pelo qual o usuário recebe uma autorização para fazer uso da água, garantindo a interferência em determinada fonte hídrica, em um local definido, para um determinado uso, durante um determinado período de tempo e que pode lhe assegurar um direito, o direito de uso da água (Adaptado de ANA, 2014).
Cobrança pelo uso da água	Um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, essencial para criar as condições de equilíbrio entre as forças da oferta (disponibilidade de água) e da demanda, promovendo, em consequência, a harmonia entre os usuários competidores, ao mesmo tempo em que também promove a redistribuição dos custos sociais, a melhoria da qualidade dos efluentes lançados, além de possibilitar a formação de fundos financeiros para as obras, programas e intervenções para melhoria das condições ambientais da bacia (IGAM, 2008 <i>apud</i> ANA, 2014).
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos	Conjunto formado por equipamentos, canais de comunicação, programas computacionais, usuários, procedimentos e documentação para coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de dados e informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (ANA, 2014).

Fonte: Adaptado de ANA (2014, 2017b).

A compensação a municípios teve suas disposições vetadas no texto da lei, porém permanece figurando como instrumento de gestão, visto que o inciso V do art. 5º não foi vetado, o que mantém sua garantia como instrumento até que o veto de suas disposições seja superado. Será citada apenas nesse momento para esclarecer que permanece na legislação como um potencial instrumento, porém o restante deste relatório considera apenas os outros cinco instrumentos (BRASIL, 1997).

Os PRHs são planos diretores que têm por objetivo regulamentar a gestão e o uso dos recursos hídricos, tendo a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento e gestão. O enquadramento visa assegurar e melhorar a qualidade dos recursos hídricos, além de classificar os rios e seus padrões de qualidade em tipologias de uso. A outorga dos direitos de uso é o instrumento que visa regular a permissão do uso dos recursos hídricos, quando em quantidades significativas, assegurando o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. A cobrança tem o objetivo de reconhecer a água como um bem econômico, de incentivar seu uso racional e obter recursos para financiamento de projetos visando a gestão dos recursos hídricos. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é a base de informações onde todo o SINGREH opera,



incluindo coleta, tratamento, armazenamento, disponibilização e recuperação de informações sobre a gestão dos recursos hídricos.

Os instrumentos de gestão atuam de forma interdependente, complementando uns aos outros com recursos, informações, dados, atualizações e indicadores para guiar seu próprio funcionamento. Na Figura 7.2 está apresentada a inter-relação entre os cinco instrumentos da PNRH.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 7.2 - Instrumentos de gestão do SINGREH.

Os PRHs operam como planos diretores da gestão de recursos hídricos, agrupando os resultados dos outros instrumentos, gerando diretrizes e servindo como guia para a gestão na bacia e, em especial, para o funcionamento dos demais instrumentos. Os PRHs são elaborados a partir de informações e dados específicos da bacia hidrográfica, em geral provenientes de sistemas de informações. Os PRHs também analisam a atual condição e fornecem diretrizes para o funcionamento dos outros instrumentos de gestão.

Os Sistemas de Informações atuam como repositórios, dotados de capacidade de análise e geração de informações de interesses sobre os outros instrumentos, além de informações relevantes para os recursos hídricos em geral. Essas informações são utilizadas nos PRHs e a partir delas os planos fornecem as diretrizes para o funcionamento dos instrumentos de cobrança, outorga e enquadramento.



Esses instrumentos atuam através de uma base de dados necessariamente robusta para o acompanhamento eficiente da sua implantação. A outorga e a cobrança geram um cadastro de usuários, com informações de volumes, sazonalidade do uso e emissões, localização de mananciais, captações e emissores, padrões e tipologia do efluente, valores cobrados, condição do devedor, entre outras, e esses cadastros devem se manter atualizados e consistentes um com o outro. O enquadramento, da mesma forma, precisa de um acompanhamento da sua implantação, não necessariamente na forma de um cadastro, mas de informações de qualidade e condição dos corpos hídricos enquadrados com densidade e temporalidade adequadas.

A aplicação da cobrança pode se utilizar das informações de outorga, para o conhecimento dos usuários dos recursos hídricos. Um cadastro atualizado e acurado dos usuários outorgados, tendo como garantidor uma fiscalização eficiente, é necessário a aplicação da cobrança, visto que ela toma por base os valores descritos nas outorgas de uso. Por isso, a cobrança é diretamente dependente de um sistema de outorgas funcional e de uma base de dados garantida pelo sistema de informações. Ao mesmo tempo, é a cobrança que garante os recursos para financiar as iniciativas e projetos de interesse para a gestão de recursos hídricos.

A cobrança ainda cumpre outra função em relação à outorga, que é de incentivar os usuários a manter suas outorgas atualizadas, e dar baixa nelas quando o uso se encerrar, visto que caso mantenham as outorgas ativas, continuarão pagando pelo uso dos recursos hídricos. Esse mecanismo gera incentivos para que os próprios usuários atualizem seus cadastros.

A outorga é o instrumento que garante a regularização dos usuários dos recursos hídricos, mantém informações a respeito da demanda total, que é necessária para manter atualizada a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas. A partir dos dados de disponibilidade, provenientes dos PRHs, torna-se possível o estabelecimento de critérios para a emissão de novas outorgas e definir prioridades de uso, e a partir dos dados das condições qualitativas dos corpos hídricos, do instrumento de enquadramento, é possível estabelecer critérios para a autorização das outorgas de lançamento e o cruzamento dos dados de captação, com de qualidade e quantidade dos corpos hídricos.

O enquadramento se comunica com a outorga para relacionar os aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos, resultando em um bom panorama da condição quali-quantitativa da bacia hidrográfica, ao incorporar todas essas informações ao sistema de informações e ao planejamento da bacia nos PRHs. A tipologia dos usuários, descrita no cadastro da outorga, pode servir também para definir critérios e metas de enquadramento, e vice-versa, utilizando o enquadramento para decidir sobre emissão de outorgas de lançamento.



Por fim, um exemplo a ser citado da interdependência dessas informações seria um corpo hídrico com uma situação qualitativa e quantitativa ruim, que serve para abastecimento de um município. É evidente que essa é uma situação que merece atenção especial, visto que a má qualidade das águas encarece os custos de tratamento, e a baixa disponibilidade pode levar o município a uma situação de crise hídrica em um evento de estiagem.

O Quadro 7.3 apresenta um resumo da interdependência dos instrumentos de gestão, e de como os produtos são complementares. O quadro é lido da esquerda para a direita, explicando como o instrumento descrito na primeira coluna atua para complementar o instrumento descrito na primeira linha.

Em seguida serão apresentados individualmente os cinco instrumentos vigentes da PNRH, com uma descrição mais detalhada de cada um, incluindo os aspectos legais que os regem e como funciona sua operação.



Quadro 7.3 - Inter-relação entre os instrumentos de gestão da PNRH.

	Planos de Recursos Hídricos	Enquadramento	Outorga	Cobrança	Sistemas de Informações
Planos de Recursos Hídricos	-	Definem prioridades de uso e regiões para nortear as classificações do enquadramento	Analisam e definem a disponibilidade hídrica, que servirá como indicador para a possibilidade de emissão das novas outorgas, definem prioridades de uso, estabelecem vazões de referência	Definem mecanismos de , isenções, PPU's e critérios, e dão as diretrizes e prioridades para o destino dos recursos financeiros	Realizam a coleta, aquisição e organização dos dados para alimentar os SI's, e dão diretrizes para o funcionamento dos mesmos.
Enquadramento	Fornecer informações a respeito da condição dos corpos hídricos e avalia as metas e as classes definidas no Plano	-	A partir das classes dos rios, pode-se definir critérios para emissão de outorgas de captação e lançamento	Ainda que não seja regra, a classe do rio pode servir como indicador para cobrança diferenciada pelo lançamento	Alimenta os sistemas de informações com dados de qualidade dos corpos hídricos
Outorga	Fornecer informações de demanda e sua relação com a disponibilidade, localidade dos usuários, cargas e tipologia das emissões, gerando dados sobre pressão sobre os recursos hídricos em regiões específicas	Gera informações sobre tipologia e localidade das emissões dos usuários e tipos de uso, necessários para definição dos usos prioritários e classes dos corpos hídricos	-	Produz informações sobre os usuários e tipos de uso e lançamento, para que a partir disso possam ser definidos os valores a serem cobrados	Produz informações sobre os usuários e tipos de uso e lançamento, para ser incorporado aos cadastros de usuários
Cobrança	Recursos financeiros obtidos com a cobrança viabilizam a contratação dos Planos	Fornecer recursos para viabilidade dos programas de enquadramento	Cadastro de cobrança auxilia na atualização do cadastro de outorga, visto que usuários dão baixa na sua outorga para encerrar o pagamento	-	Fornecer recursos financeiros para operacionalização dos sistemas de informação e gera dados atualizados dos usuários pagantes
Sistemas de Informações	Serve como fonte central de dados para o Plano, visto que atua como agregador de informações sobre recursos hídricos	Alimenta a ferramenta de enquadramento com a condição atual dos rios, servindo para monitorar os avanços na melhoria dos aspectos qualitativos e subsidiar a classificação de novos corpos d'água	Estruturam o cadastro de usuários que fornece subsídios para decisões de emissão de novas outorgas	Estruturam o cadastro de usuários, indicam os tipos de usos e lançamentos de cada usuário, que serve como subsídio para quantificação dos valores cobrados	-

Fonte: Elaboração própria.



No âmbito estadual, a Lei Estadual nº 3.239/1999, em seu artigo 5º, traz os seguintes instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (RIO DE JANEIRO, 1999):

- I - o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI);*
- II - o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO);*
- III - os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH'S);*
- IV - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes dos mesmos;*
- V - a outorga do direito de uso dos recursos hídricos;*
- VI - a cobrança aos usuários, pelo uso dos recursos hídricos; e*
- VII - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRHI).*

Difere do estabelecido na legislação federal quando coloca como instrumento da Política Estadual o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI), o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO) e não traz nos seus instrumentos a compensação aos municípios.

O PERHI é descrito como um diploma diretor, que deve fundamentar e orientar a Política Estadual de Recursos Hídricos. A Lei Estadual traz também um conteúdo mínimo para o PERHI. Já o PROHIDRO é definido como instrumento de organização da ação governamental, que objetiva a revitalização e a conservação dos recursos hídricos e para isso faz uso de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

Apesar de não constar como instrumento, a compensação aos municípios é tratada no art. 28, parágrafo 3º, Lei Estadual nº 3.239/1999 (RIO DE JANEIRO, 1999):

Deverão ser estabelecidos mecanismos de compensação, aos Municípios e a terceiros, que comprovadamente sofrerem restrições de uso dos recursos hídricos, decorrentes de obras de aproveitamento hidráulico de interesse comum ou coletivo, na área física de seus respectivos territórios ou bacias.

Os demais instrumentos, existentes nas duas políticas, tem descrição e conteúdo correlatos e tem suas diferenças pontuais tratadas no Relatório de Aspectos Legais e Institucionais Sobre os Recursos Hídricos (RD04).

7.3. RECURSOS FINANCEIROS DA RH-I

7.3.1. Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI

O FUNDRHI foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 35.724/2004, e regido na forma do disposto nas Leis Estaduais nº 3.239/1999, nº 5.234/2008 e nº 5.639/2010. O FUNDRHI faz



parte do SEGRHI e tem como função a viabilização econômica de diversos programas governamentais relativos a recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro de forma descentralizada. Sua gestão é responsabilidade do Inea e guarda integração aos princípios de gestão participativa nos processos decisórios, tendo como objetivos:

- O financiamento para implementação dos instrumentos de gestão;
- O desenvolvimento das ações, programas e projetos do PERHI e dos PBHs; e
- Programas governamentais de recursos hídricos, que mantenham a compatibilização entre os usos múltiplos e competitivos da água.

A principal fonte de recursos do FUNDRHI é a arrecadação através do instrumento da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Dentre as outras fontes de recurso encontram-se:

- Arrecadação da dívida ativa decorrente de débitos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Dotações consignadas no Orçamento Geral do Estado e em créditos adicionais;
- Dotações consignadas no Orçamento Geral da União e nos dos Municípios, e em seus respectivos créditos adicionais;
- Produtos de operações de crédito e de financiamento, realizadas pelo Estado, em favor do Fundo;
- Resultado de aplicações financeiras de disponibilidades temporárias ou transitórias do Fundo;
- Receitas de convênios, contratos, acordos e ajustes firmados visando a atender aos objetivos do Fundo;
- Contribuições, doações e legados, em favor do Fundo, de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado ou público, nacionais, estrangeiras ou internacionais;
- Compensação financeira que o Estado venha a receber em decorrência dos aproveitamentos hidrelétricos em seu território;
- Parcela correspondente, da cobrança do passivo ambiental referente aos recursos hídricos; e
- Quaisquer outras receitas eventuais, vinculadas aos objetivos do Fundo.

Os recursos do FUNDRHI devem ser aplicados de acordo com os procedimentos descritos nas leis e resoluções que tratam do fundo, do PERHI, dos PRHs das Regiões Hidrográficas, dos planos de investimentos dos CBHs, e no caso da ausência desses, do Inea (INEA, 2017d).

Existe a divisão do fundo em subcontas entre as nove Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Dessa maneira, os recursos arrecadados em cada uma das regiões são mantidos separadamente, objetivando a sua utilização na bacia de origem (INEA, 2017d).



Dentre os recursos arrecadados por meio da cobrança, 90% deve ficar disponível para aplicação na bacia arrecadante e os outros 10% para o Inea. Já para os outros recursos, os quais não são arrecadados através da cobrança, 50% devem ser aplicados nos contratos de gestão das entidades delegatárias dos CBH com baixa arrecadação da cobrança, de acordo com o art. 13 da Lei Estadual nº 5.639/2010. Por sua vez, no art. 6º da Lei Estadual nº 5.234/2008, consta que no mínimo 70% dos recursos arrecadados pela cobrança incidente sobre o setor de saneamento devem ser aplicados em coleta e tratamento de efluentes urbanos até que seja atingido o percentual de 80% de efluentes coletados e tratados na respectiva Região Hidrográfica. Os saldos de recursos do FUNDRHI não utilizados no exercício corrente são automaticamente transferidos para o exercício seguinte (RIO DE JANEIRO, 2008; 2010).

7.3.2. Investimentos na Região Hidrográfica I

Os projetos realizados na RH-I com recursos FUNDRHI estão detalhados na página do Inea e podem ser visualizados a seguir, no Quadro 7.4.

Quadro 7.4 - Projetos realizados com recursos do FUNDRHI na RH-I

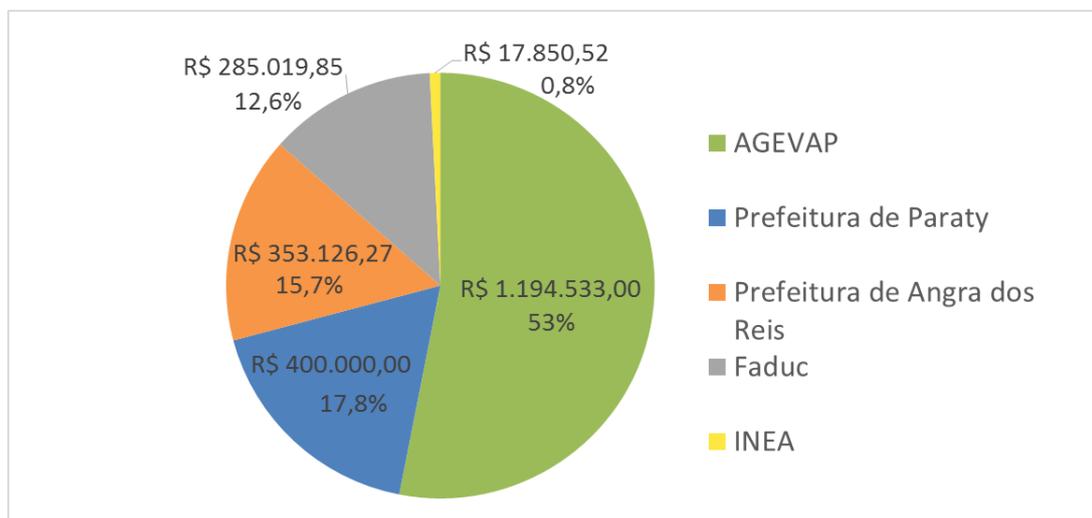
Objeto	Valor aprovado pelo CBH (R\$)	Responsável pela Ação	Resolução CERHI-RJ	Situação
Plano de Saneamento do Município de Paraty	400.000,00	Prefeitura	48/2010	Pendente
Plano de Saneamento do Município de Angra dos Reis	353.126,27	Prefeitura	48/2010	Liquidado
Contrato de Gestão nº 02/12 com a FADUC (1º ano)	100.000,00	FADUC	98/2012	Repassado para Delegatária
Contrato de Gestão nº 02/12 com a FADUC (3º ano)	85.019,85	FADUC	98/2012	Repassado para Delegatária
Ações de Diretoria	50.000,00	FADUC	103/2013	Repassado para Delegatária
Ajuda de Custo	50.000,00	FADUC	103/2013	Repassado para Delegatária
Participação no IV ECOB 2016	671,00	Inea	148/2015	Liquidado
Participação em eventos de colaboradores eventuais CBH BIG	8.646,00	Inea	148/2015	Liquidado
Passagens aéreas - ENCOB 2017	7.321,52	Inea	148/2015	Liquidado
Diárias do CBH BIG (Ações da Diretoria)	1.212,00	Inea	148/2015	Liquidado
Ações de Diretoria	20.000,00	AGEVAP	148/2015	Repassado para delegatária
Ações de Diretoria - CBH BIG	24.500,00	AGEVAP	148/2015	Repassado para delegatária
Ajuda de Custo e Reembolso	30.000,00	AGEVAP	148/2015	Repassado para delegatária
Capacitação Mobilização e Educação Ambiental	55.000,00	AGEVAP	148/2015	Repassado para delegatária
Plano de Comunicação CBH BIG	40.000,00	AGEVAP	148/2015	Repassado para delegatária
Elaboração de MOP Plano CBH BIG	83.757,85	AGEVAP	216/2019	Repassado para delegatária
Elaboração/Revisão do PMSB de Angra e Paraty	941.275,15	AGEVAP	216/2019	Repassado para delegatária

Atualizado em setembro 2019.

Fonte: Inea (2020a).



Abaixo, são apresentados graficamente, na Figura 7.3, os valores aprovados pelo CBH em percentual e seus respectivos projetos. Assim, constata-se que os valores mais significativos são aqueles relacionados aos planos municipais de saneamento básico, tanto de Paraty quanto de Angra dos Reis.



Atualizado em setembro 2019.
Fonte: Inea (2020b).

Figura 7.3 - Percentuais dos valores aprovados pelo CBH para projetos da RH-I com recursos FUNDRHI.

7.4. PLANOS E PROGRAMAS

A relação entre os diversos instrumentos e ações setoriais e a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) faz-se necessária pela importância da água para os diversos setores, como expressa o Plano Nacional de Recursos Hídricos:

A água é um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais e, nesse aspecto, a identificação e a avaliação de impactos setoriais sobre a gestão integrada de recursos hídricos concorrem principalmente para o alcance do objetivo de redução dos conflitos reais e potenciais pelo uso da água, favorecendo o desenvolvimento setorial. ” (MMA, 2008a).

A incidência de instrumentos setoriais sobre a gestão dos recursos hídricos se expressa de diversas formas, merecendo destaque as instâncias legais, as interações institucionais e as interfaces dos diversos instrumentos setoriais. Nos instrumentos normativos, basilares das políticas nacionais, há a indicação da busca pela integração na implementação dessas, dos quais destacam-se os incisos de III a VI, do artigo 3º, da Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH):

[...]

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;



IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras (BRASIL, 1997).

Apesar da indicação no dispositivo legal, não foram esclarecidas as interações entre as políticas de gestão dos recursos hídricos e de gestão ambiental, onde se expressam as maiores sobreposições de atribuições, principalmente quanto à gestão do território, na prática do ordenamento territorial. Carneiro e colaboradores (2010) explicitam isso em trabalho que trata da gestão integrada dos recursos hídricos e do uso do solo:

Nenhum texto legal definiu com clareza a relação entre a gestão das águas e o ordenamento do território. Nesse sentido, permanecem indefinições quanto ao papel fundamental do município como formulador e implementador de políticas urbanas de impacto nos recursos hídricos, quer através de determinações contidas em planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, zoneamentos, códigos de obras, parcelamentos do solo, políticas de regularização fundiária urbana, dentre outras, quer pela ausência formal, ou de fato, desses instrumentos.

Quanto à interlocução entre as diversas instituições que interferem na gestão dos recursos hídricos, destaca-se a necessária interação entre os atores, de atribuições correlatas, dos sistemas de gestão de recursos hídricos e, principalmente, do sistema de meio ambiente, este último por ser o habitual detentor das competências de gestão territorial e ambiental. Corroborando com esse entendimento, o Plano Nacional de Recursos Hídricos, que aborda essa problemática quando da análise do modelo de gestão brasileiro:

Outra dificuldade prática observada diz respeito à internalização dos aspectos de interesse da gestão de recursos hídricos na legislação de outros setores, sejam eles setores usuários, intervenientes à gestão dos recursos hídricos, ou supervenientes, como o meio ambiente e o desenvolvimento regional. Esses aspectos, em que pese demandem uma análise das suas condicionantes e implicações legais, sustentam-se principalmente em dinâmicas e práticas de articulação e colaboração entre políticas setoriais e destas com a Política Nacional de Recursos Hídricos. Portanto, a articulação entre a Política Nacional e as políticas setoriais será objeto de análise do Programa V, em articulação com este subprograma sempre que depender de ajustes no marco legal e institucional da gestão dos recursos hídricos (MMA, 2008b).

A análise da articulação institucional e dos instrumentos normativos é de tal complexidade que, apesar de ser objeto de programa específico do Plano Nacional de Recursos Hídricos (Programa V), datado de 2008, não obteve avanços significativos, sendo prioridade para o período atual, 2016-2020, do Plano Nacional, aprovada pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 181/2016, incluindo metas de realização de estudo e fomentos



ao desenvolvimento de metodologias de gestão integrada dos recursos hídricos em um ambiente intersetorial (MMA, 2008b; CNRH, 2016).

É nesse contexto de identificação das políticas, planos, programas e projetos setoriais que incidem sobre a gestão dos recursos hídricos que este item é elaborado, buscando a apresentação destes, com foco nos que incidem de maneira direta na RH-I, apoiado no que foi apresentado no item anterior, que tratou do arcabouço jurídico e administrativo acerca da gestão dos recursos hídricos, complementado por aspectos referentes ao ordenamento territorial, buscando vislumbrar a integração entre o Plano de Recursos Hídricos, instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, e os Zoneamentos Ecológico-Econômico e Ecológico-Econômico Costeiro, instrumentos de gestão ambiental e costeira, no âmbito da Política Nacional de Meio Ambiente e do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

Estas iniciativas identificadas foram agrupadas e estão apresentadas no Quadro 7.5.



Quadro 7.5 - Plano, programas, projetos e Iniciativas em vigor na RH-I.

Área temática	Iniciativas existentes na RH-I	Instituições competentes
RECURSOS HÍDRICOS	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO)	Governo Estadual do Rio de Janeiro, através da Política Estadual dos Recursos Hídricos (RJ)
	Programa Produtor de Água e Produtor de Água e Floresta	Agência Nacional de Águas (Produtor de Água); Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), Prefeitura Municipal de Rio Claro, The Nature Conservancy (TNC), Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Guandu e o Instituto da Terra de Preservação Ambiental - ITPA (Produtor de Água e Floresta)
	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão)	Agência Nacional de Águas (ANA)
	Programa Nacional de Fortalecimento do Comitês de Bacias Hidrográficas (Procomitês)	Agência Nacional de Águas (ANA)
	Programa de Desenvolvimento do Setor de Água (INTERÁGUAS)	Agência Nacional de Águas (ANA)
	Programa Nacional de Águas Subterrâneas	Ministério do Meio Ambiente, através do Plano Nacional dos Recursos Hídricos
	Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas	Agência Nacional de Águas (ANA)
	Programa Agenda Água na Escola	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e Comitê da Bacia Hidrográfica Lagos São João
	Águas do Rio	Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
	Pacto pelas Águas	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Projeto Bacia Escola	FAO/ONU e Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
MEIO AMBIENTE	Programa Estadual de Educação Ambiental (ProEEA-RJ)	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rede Estadual de Educação Ambiental do Rio de Janeiro (REARJ) e Coletivo Jovem de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (CJRJ)
	Programa Voluntário Ambiental	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Programa do Parque Estadual da Ilha Grande e Parceria Público-Privada dos Parques	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Programa de Índio	Parque Estadual Cunhambebe - INEA
	Programa Linha Verde	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), Disque Denúncia - Instituto Movrio
	Programa Ambiente Solidário	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Agenda 21	Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS)
Projeto de Educação Ambiental do Rio Carapitanga	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) e Prefeitura Municipal de Paraty-RJ	



Área temática	Iniciativas existentes na RH-I	Instituições competentes
MEIO AMBIENTE	A Escola, o Parque Estadual Cunhambebe e a Apaman – Depende de Nós Preservar	Parque Estadual Cunhambebe - INEA
	Projeto Férias Sustentáveis	Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério do Turismo, Ministério da Educação e da Cultura, Governo do Estado do Rio de Janeiro, Prefeitura Municipal de Paraty
	Projeto Olho no Verde	Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS)	Fórum de Comunidades Tradicionais (FCT) e Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
	Projeto Limpa Rio	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	ICMS Ecológico	Governo Federal, Governos Estaduais
	Intercâmbio técnico-científico para aperfeiçoamento da gestão do risco à inundação	Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Banco Mundial, Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (Aecid) e o Ministério do Meio Ambiente e da Tutela do Território e do Mar da Itália (Imels)
	Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)	Governo Federal, através do Ministério da Agricultura (CAR); Agência Nacional de Águas (ANA) (CNARH)
GESTÃO TERRITORIAL	Zoneamento Ecológico-Econômico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	BIG2050	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro	Governo do Estado do Rio de Janeiro
GERENCIAMENTO COSTEIRO	Programa Nacional de Linha de Costa	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
	Projeto Orla	Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
	Projeto Botinho	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ) e SESC-RJ
SANEAMENTO BÁSICO	Programa Pacto pelo Saneamento	Governo do Estado do Rio de Janeiro
	Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos - PROCON ÁGUA	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Programa Reciclar Transforma Paraty	Prefeitura Municipal de Paraty e Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis
	Projeto Saneie Seu Quintal	Prefeitura Municipal de Paraty
	Projeto Educação Sanitária nas Escolas Rurais	Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Secretária Estadual de Agricultura e a Superintendência de Defesa Agropecuária
OUTROS PROGRAMAS	Parque Natural Municipal da Mata Atlântica (Manejo)	Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, através da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Sustentabilidade
	Plano Municipal da Mata Atlântica	Governo Federal
	Projeto Conexão Mata Atlântica	Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) e Secretaria de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Pesca (SEAPPA)
	Programa Rio Rural	Secretaria de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Pesca (SEAPPA)
	Passaporte Verde	Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente (PNUMA)
	Programa de Ed. Ambiental Petrobras	Ibama, Petrobrás
	Programa Cidade Criativa pela Gastronomia	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)



Área temática	Iniciativas existentes na RH-I	Instituições competentes
OUTROS PROGRAMAS	Projeto Povos	Ibama, Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS)
	Programa Escola de Comer	Prefeitura Municipal de Paraty
	Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos (PAIC)	Petrobrás
	Projeto de Monitoramento Socioeconômico (PMS)	Petrobrás
	Plano Manejo APA Cairuçu	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
	Não Joque Seu Óleo Pelo Ralo	Prefeitura Municipal de Angra dos Reis, Agenda 21 de Paraty

Fonte: Elaboração própria



8. PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO DIAGNÓSTICO

A estrutura de elaboração do diagnóstico do PRH-BIG, proposta pelo termo de referência e executada dentro da previsão do Plano de Trabalho para o Plano, não possui um momento para que seja realizada uma análise integrada dos dados levantados ao longo do diagnóstico. Esse fato não causou prejuízo técnico à elaboração do Plano, pois essa consolidação foi realizada com dois objetivos principais: subsidiar a elaboração dos cenários estratégicos para PRH-BIG, que são abordados de maneira detalhada no Relatório de Cenários Estratégicos (RCE); e subsidiar o processo de participação, especialmente nos eventos que se dedicaram à apresentação e qualificação das metas e estratégias de implementação do PRH-BIG.

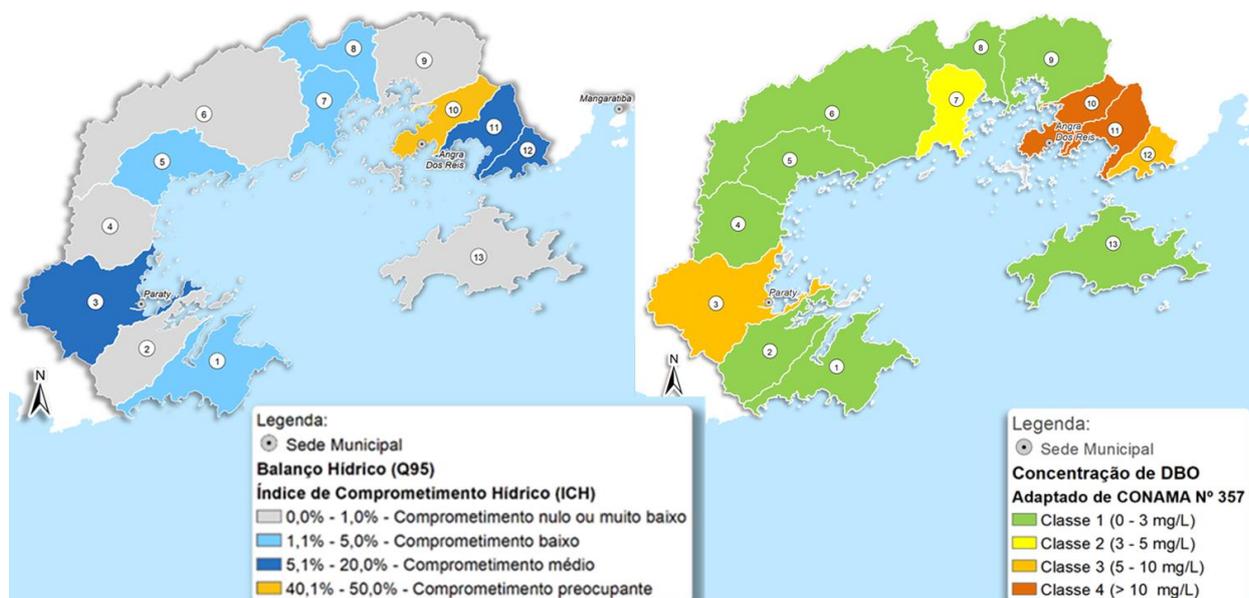
Tanto para o processo participativo, quanto para os subsídios às etapas propositivas do PRH-BIG, a abordagem utilizada foi de identificação de problemas e proposição de soluções. Esses principais problemas, que se constituem nos desafios a serem superados na implementação do PRH-BIG, são apresentados nesse capítulo sobre a perspectiva do impacto direto sobre os recursos hídricos.

De forma geral, as principais conclusões do diagnóstico, ou os desafios a serem enfrentados na implementação do PRH-BIG podem ser agrupadas em: (i) desafios ligados ao saneamento básico; (ii) desafios ligados ao uso e ecopação do solo; e (iii) desafios ligados à gestão de recursos hídricos.

8.1. SANEAMENTO

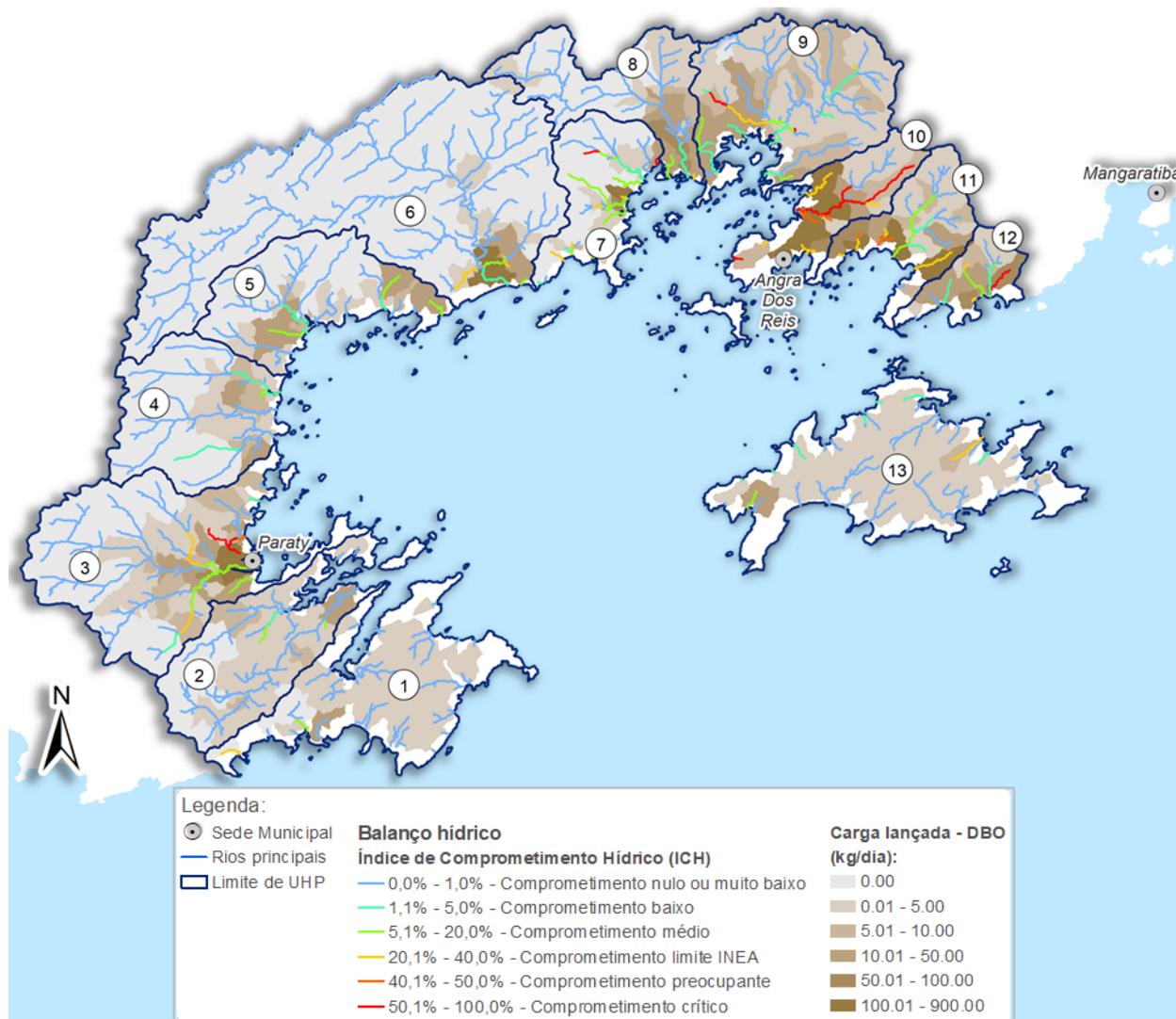
As questões ligadas ao saneamento básico surgem como as principais na RH-I, tanto nos resultados obtidos no processo de participação social, quanto na análise dos resultados do diagnóstico. Para ilustrar essa situação, a Figura 8.1 apresenta o balanço hídrico e a carga de DBO lançada por UHPs. Além dessa, a Figura 8.2 apresenta a reunião do balanço hídrico, por trecho de rio, já apresentado na Figura 6.99, e da carga lançada de matéria orgânica por minibacias, já apresentadas na Figura 6.103.

A partir dessas duas figuras é possível afirmar que as UHPs que merecem maior atenção são: UHP-3 – Rios Perequê-Açú, UHP-10 – Rio do Meio (Japuíba) e UHP-11 – Rio Jacuecanga. São nessas UHPs onde se agrupam cursos d'água com índices de comprometimentos mais altos e uma maior quantidade carga lançada.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.1 - Balanço hídrico considerando a Q95% por UHP e a carga lançada (DBO) por UHP.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.2 - Balanço hídrico (Q95%) por trecho de rio e a carga lançada (DBO) por minibacia.



Sobre os resultados apresentados na Figura 8.1 e na Figura 8.2 cabem as seguintes observações:

- É possível apontar o abastecimento como principal componente no comprometimento hídrico dos corpos d'água da região pela sua expressiva participação nas demandas da RH-I, de 74% do total, como abordado em maior detalhe no capítulo 6, especialmente o item 6.4, que aborda os usos da água;
- Somada a participação no total da demanda, o abastecimento conta com indicadores ruins. Dos três municípios da RH-I, o que traz menores preocupações pelo índice de abastecimento é Angra dos Reis (94,7%), que apresenta indicadores melhores que a média nacional (83,3%) e regional (91,2%). Já Mangaratiba tem indicadores baixos, tanto para o abastecimento urbano, quanto para o rural. Paraty apresenta o pior indicador da RH-I para o abastecimento rural e o melhor para o abastecimento urbano. Além da cobertura, merecem destaque os níveis de perdas elevados, especialmente para Paraty, que possui um valor exorbitante, associado com altos valores de consumo per capita.
- Além do abastecimento, o uso industrial é representativo segundo as estimativas realizadas (20% da demanda total). Contudo, esse setor apresenta uma carência de dados e necessita de estudos de maior detalhamento, além de esforços de cadastramento de usuários;
- Quanto ao esgotamento sanitário: Mangaratiba apenas 10,83% do esgoto é coletado e não há tratamento. Em Paraty os índices apontados pelo Atlas Esgotos da ANA não são reconhecidos como corretos pela população e nem encontram esteio no que foi visualizado em visitas ao município, de modo que se pode concluir que o atendimento se resume a soluções individuais ou localizadas. Angra dos Reis apresenta os melhores números para a RH-I, mas ainda longe do ideal, com 55,9% do esgoto coletado, mas apenas 10,04% desse é tratado. Esses indicadores são apresentados em maior detalhe no item 6.4.1.9.2, que aborda o esgotamento sanitário.

Complementando a temática de saneamento básico, já que foram abordados o abastecimento e o esgotamento sanitário, cabe destacar alguns pontos sobre os resíduos sólidos e a drenagem urbana, apresentado em maior detalhe nos itens 6.4.1.9.3 e 6.4.1.9.4, respectivamente:

- O Aterro existe na UHP-9 – Rio Ariró possui alguns problemas estruturais, como cobertura inadequada em alguns taludes com exposição de resíduos e presença



de erosão, acúmulo de águas pluviais. Existe a necessidade de estudo de uma solução alternativa a esse aterro;

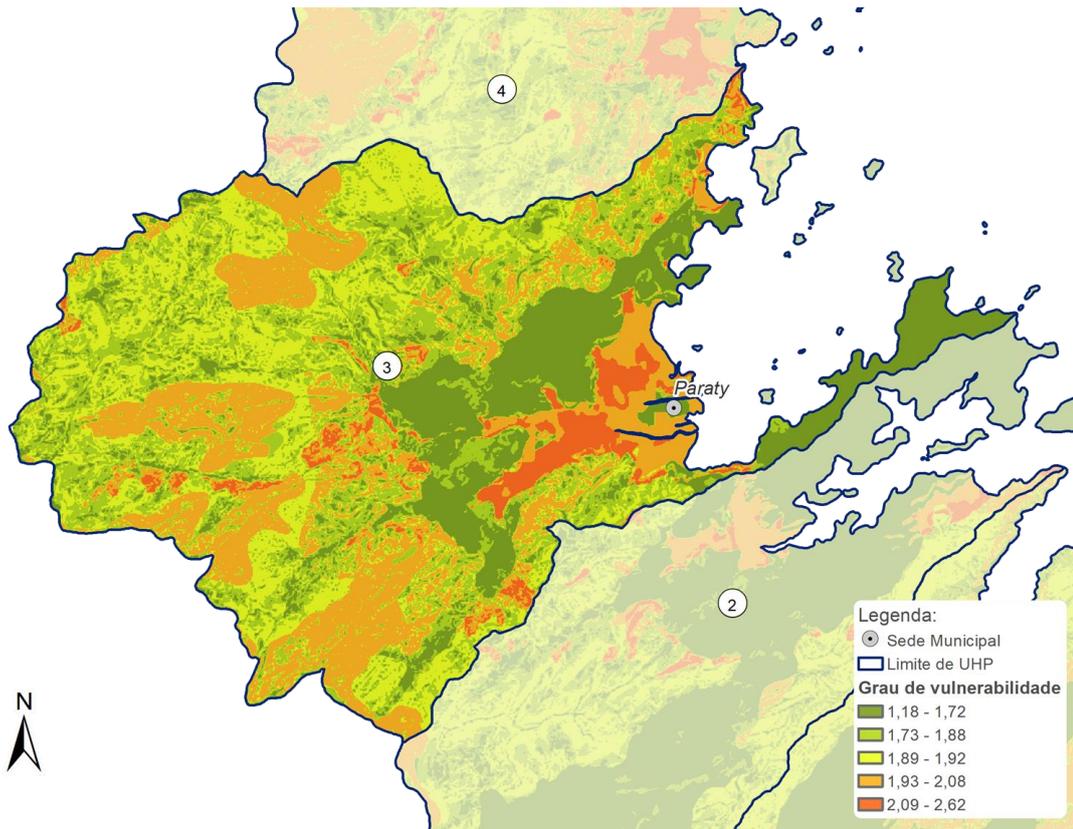
- Existe a necessidade da implantação de coleta seletiva - especialmente no município de Paraty - e melhoria geral nos sistemas de coleta e destinação dos resíduos sólidos;
- Há generalizado lançamento de esgoto na rede de drenagem;
- Geralmente, a malha de microdrenagem não atinge as partes altas da cidade e dos aglomerados, nesses locais, a microdrenagem é feita de maneira superficial, que contribui para o aumento do volume de água nas calhas e podem causar enxurradas.
- Problemas de inundações registrados pelo CPRM: UHP-7 - Rios Grataú e do Frade, UHP-9 - Rio Ariró, UHP-11 - Rio Jacuecanga e UHP-13 - Bacias da Ilha Grande;
- A RH-I apresenta muitos problemas com inundações em quase todas as UHPs e atinge praticamente todas as áreas urbanas municipais. As principais causas das inundações na região referem-se à ocupação irregular das várzeas inundáveis; a ineficiência dos sistemas de drenagem; e, principalmente, o assoreamento dos canais de drenagem e ao lançamento de efluentes e resíduos nas calhas dos rios.

8.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Quanto ao uso e cobertura do solo é importante destacar algumas características da RH-I: a grande parcela de seu território que é protegida por UCs e APPs – abordadas em maior detalhe no item 4.3, as características de relevo bastante acidentado – abordado em maior de no item 3.2; e a ocupação irregular e/ou desordenada de algumas em algumas regiões levam a um cenários de pressão sobre as áreas protegidas e também de dependência dessas para que as áreas urbanas e periurbanas possibilitem melhores condições de vida à população.

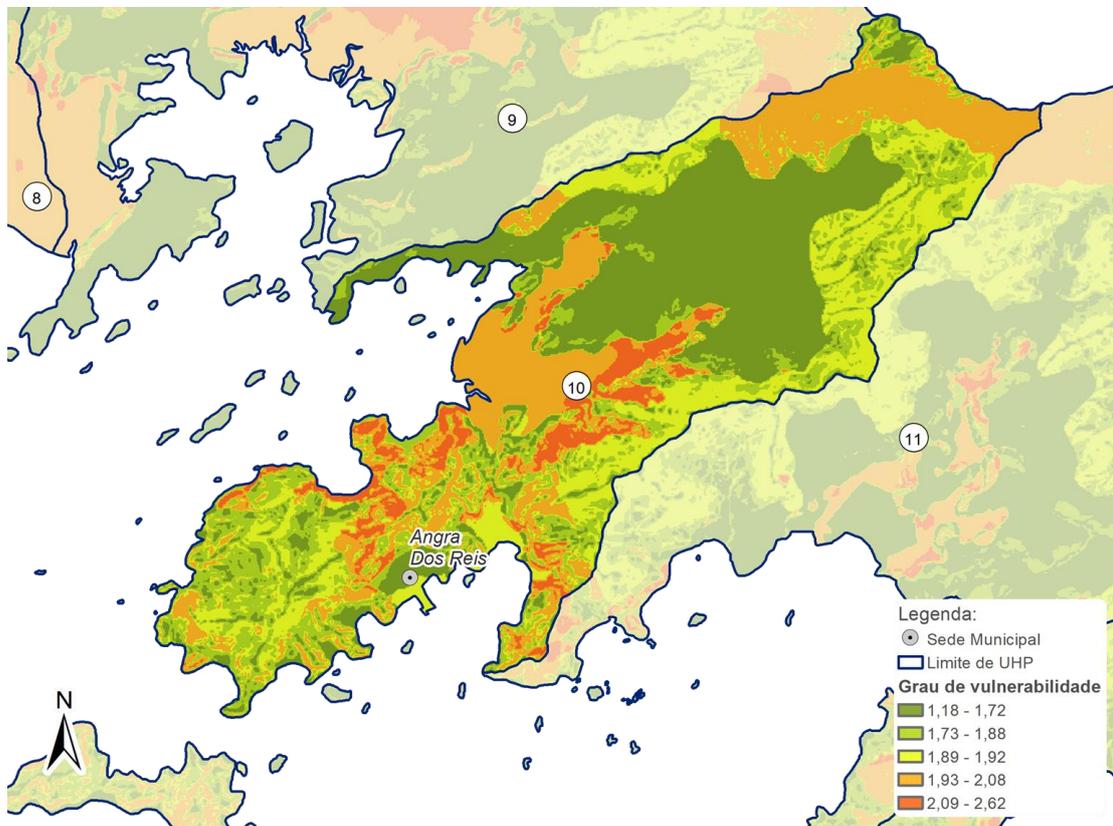
Quando tratamos de dependência das áreas protegidas dois fatores surgem como chave para a questão dos recursos hídricos, um primeiro mais geral, que trata da vulnerabilidade à erosão, que com a maior quantidade de áreas preservadas tende a ser mitigada; e um segundo mais específico, que é a integridade das APPs na região.

A vulnerabilidade à erosão foi apresentada no item 3.2.2 e são apresentadas a seguir, na Figura 8.3 e na Figura 8.4, o detalhe do mapeamento realizado para as UHPs 3 – Rio Perequê-Açú e 10 – Rio do Meio (Japuíba), pois essas são as UHPs onde estão localizadas as sedes dos municípios de Paraty e Angra dos Reis, respectivamente.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.3 - Grau de vulnerabilidade para a UHP 3 – Rio Perequê-Açu.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.4 - Grau de vulnerabilidade para a UHP 10 – Rio do Meio (Japuiba).



As áreas dessas UHPs com maior grau de vulnerabilidade são as que devem ser priorizadas no planejamento e realização de ações de conservação de solo, no que toca especificamente aos recursos hídricos, mas também de atenção em eventos climáticos extremos dado o histórico da região, como é abordado no item 3.4.4.

Além da vulnerabilidade à erosão, cabe uma análise mais atenta às APPs, já que essas têm um importante papel na preservação dos recursos hídricos. O Quadro 8.1 apresenta um resumo da integridade das APPs em três tipos de análise: uma global, com o total das áreas, outra analisando as áreas fora de UCs e outra, considerando somente as áreas internas às UCs de Uso Sustentável.

Quadro 8.1 – Integridade das APPs nas UHPs.

UHP	Tipo de área	Considerando toda a UHP		Considerando as áreas fora de UC		Considerando as áreas em UC de Uso Sustentável	
		Área (%)	Grau de antropização	Área (%)	Grau de antropização	Área (%)	Grau de antropização
UHP-1 - Ponta da Juatinga	Antrópicas	3,11%	Baixo grau de degradação	<i>UHP completamente inserida em Ucs</i>		2,41%	Baixo grau de degradação
	Naturais	96,89%				97,59%	
UHP-2 - Rio Paraty-Mirim	Antrópicas	11,48%	Baixo grau de degradação	<i>UHP completamente inserida em Ucs</i>		11,89%	Baixo grau de degradação
	Naturais	88,52%				88,11%	
UHP-3 - Rio Perequê-Açú	Antrópicas	13,29%	Baixo grau de degradação	21,94%	Baixo grau de degradação	19,09%	Baixo grau de degradação
	Naturais	86,71%		78,06%		80,91%	
UHP-4 - Rios Pequeno e Barra Grande	Antrópicas	12,26%	Baixo grau de degradação	21,34%	Baixo grau de degradação	<i>UHP sem área em UCs de uso sustentável</i>	
	Naturais	87,74%		78,66%			
UHP-5 - Rio Taquari	Antrópicas	3,93%	Baixo grau de degradação	7,82%	Baixo grau de degradação	<i>UHP sem área em UCs de uso sustentável</i>	
	Naturais	96,07%		92,18%			
UHP-6 - Rio Mambucaba	Antrópicas	5,87%	Baixo grau de degradação	23,38%	Baixo grau de degradação	15,88%	Baixo grau de degradação
	Naturais	94,13%		76,62%		84,12%	
UHP-7 - Rios Grataú e do Frade	Antrópicas	14,99%	Baixo grau de degradação	26,38%	Moderado grau de degradação	57,61%	Alto grau de degradação
	Naturais	85,01%		73,62%		42,39%	
UHP-8 - Rio Bracuí	Antrópicas	7,70%	Baixo grau de degradação	3,72%	Baixo grau de degradação	49,03%	Moderado grau de degradação
	Naturais	92,30%		96,28%		50,97%	
UHP-9 - Rio Ariró	Antrópicas	18,73%	Baixo grau de degradação	23,12%	Baixo grau de degradação	10,74%	Baixo grau de degradação
	Naturais	81,27%		76,88%		89,26%	
UHP-10 - Rio do Meio (Japuíba)	Antrópicas	25,38%	Moderado grau de degradação	49,24%	Moderado grau de degradação	19,92%	Moderado grau de degradação
	Naturais	74,62%		50,76%		80,08%	
UHP-11 - Rio Jacuecanga	Antrópicas	20,30%	Baixo grau de degradação	23,59%	Baixo grau de degradação	63,52%	Alto grau de degradação
	Naturais	79,70%		76,41%		36,48%	
UHP-12 - Rio Jacareí	Antrópicas	14,72%	Baixo grau de degradação	28,09%	Baixo grau de degradação	12,57%	Baixo grau de degradação
	Naturais	85,28%		71,91%		87,43%	
UHP-13 - Bacias da Ilha Grande	Antrópicas	2,33%	Baixo grau de degradação	<i>UHP completamente inserida em Ucs</i>		13,93%	Baixo grau de degradação
	Naturais	97,67%				86,07%	
UHP-14 - Ilhas	Antrópicas	0,00%	Baixo grau de degradação	<i>UHP completamente inserida em Ucs</i>		4,18%	Baixo grau de degradação
	Naturais	100,00%				95,82%	

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Observa-se, que os resultados para as áreas contidas em UCs de Uso Sustentável de devem às áreas urbanas e periurbanas que estão inseridas na APA de Tamoios, o que reforça a necessidade de estabelecer mecanismos de proteção à essas áreas.



Estão destacadas no quadro as UHPs que apresentaram resultados mais críticos quanto ao balanço hídrico e que possuem quantitativos populacionais relevantes na RH-I. Como pode ser observado, a UHP-10 – Rio do Meio (Japuíba) é a que apresenta os piores resultados, o que, junto aos dados já destacados neste capítulo, torna a bacia dos rios Cabo Severino, Japuíba da Banqueta e Japuíba prioritária para ações de recomposição de APPs.

Também devem ser priorizadas, mesmo que em menor grau, as UHPs 3 – Rio Perequê-Açú e 11 – Rio Jacuecanga, especialmente as áreas no entorno corpos hídricos principais dessas UHPs, a saber: rio Perequê-Açú, rio Mateus Nunes e rio Jacuecanga. Também merecem destaque as áreas da UHP-7 – Rios Grataú de do Frade em que merecem atenção as áreas da bacia do Rio do Frade, do Rio do Ambrósio e do Córrego Sacher.

8.3. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Quanto à gestão de recursos hídricos, os principais pontos levantados no diagnóstico são as lacunas de informações existentes e o estado de implementação dos instrumentos.

8.3.1. Lacunas de informações

As principais lacunas de informações identificadas no diagnóstico do PRH-BIG são:

- Usos da água no setor industrial: as informações existentes nos cadastros não foram suficientes para que fosse realizado o diagnóstico da demanda industrial da região;
- Usos da água no setor de mineração: as informações existentes nos cadastros não foram suficientes para que fosse realizado o diagnóstico da demanda da mineração na região;
- Usos da água na aquicultura: as informações existentes nos cadastros não foram suficientes para que fosse realizado o diagnóstico da demanda da aquicultura na região;
- Uso da água subterrânea: as informações existentes nos cadastros são muito aquém do relatado nos processos de contribuição do PRH-BIG;
- Uso da água no saneamento: não existem informações em quantidade suficiente para que se faça um diagnóstico robusto do setor na RH-I. De forma geral, somente com a realização dos diagnósticos de novos Planos de Saneamento e com a implantação de macro e micromedição na região será possível um diagnóstico consistente.



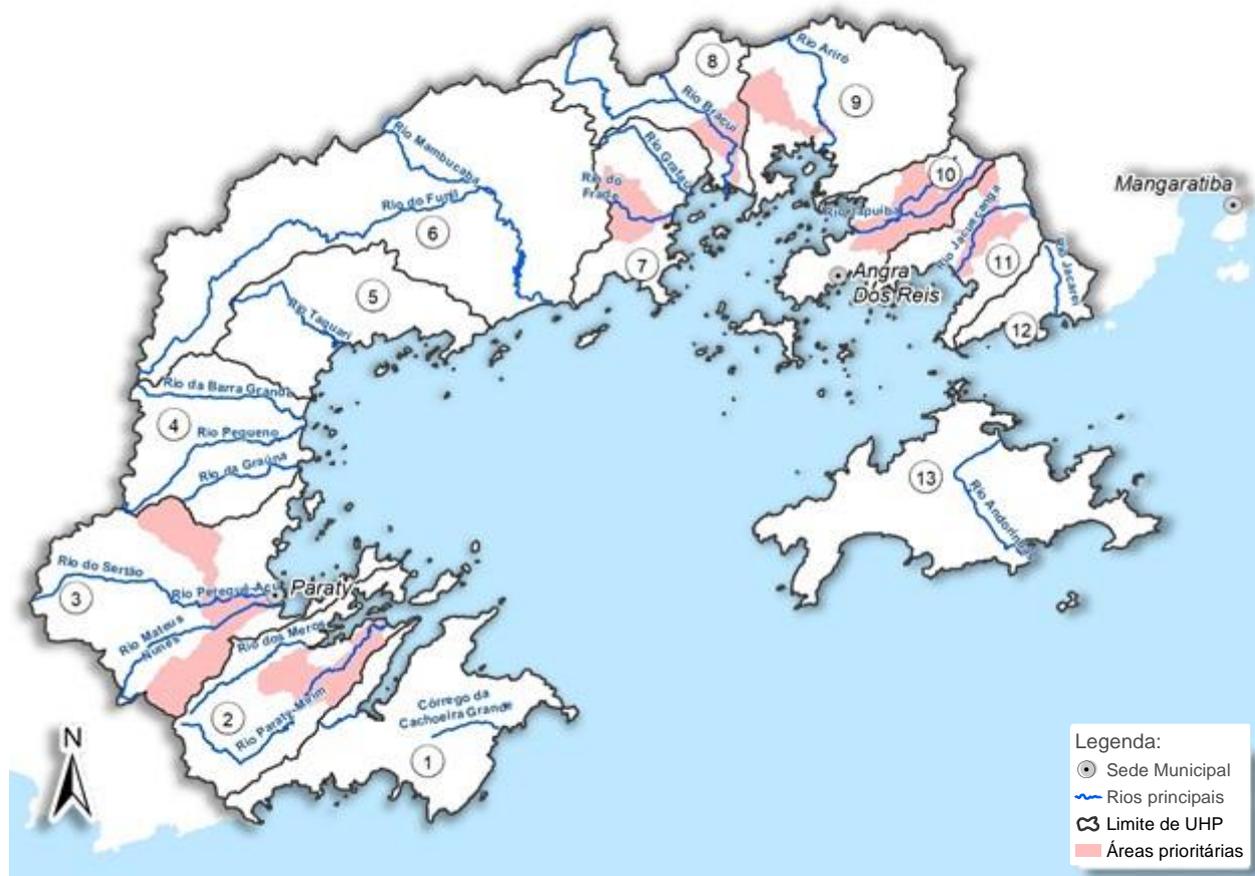
8.3.2. Instrumentos de gestão

Sobre os instrumentos de gestão são destacadas as seguintes conclusões:

- Enquadramento: o enquadramento ainda não está implementado. Tem como principais desafios a implementação do instrumento considerando as questões ligadas ao saneamento básico e a integração com a Gestão Costeira.
- Outorga: o instrumento está implementado, mas carece de aprimoramentos, principalmente quanto ao sistema de concessão e controle e na promoção da regularização dos usuários;
- Cobrança: o instrumento está implementado, inclusive com aumento recente do PPU e tem no CBH-BIG ator relevante de discussão e proposição. Carece de estudos sobre a efetividade do instrumento frente a realidade da região e, havendo alternativa viável, alterações que o adaptem à região;
- Sistema de informações: dos instrumentos implementados é o que merece maior atenção. Tem como desafios a implementação de um sistema de informações local que seja agregador das informações existentes, possua capacidade de gerar informações e que possua capacidade de integrar outros sistemas, especialmente, os ligados ao Gerenciamento Costeiro;
- PROHIDRO/PSA: O PSA não está implementado na região. Tem como principais desafios gerar modelos de PSA que se adaptem a realidade local.

8.4. ÁREAS PRIORITÁRIAS

A partir da reunião dos dados levantados e produzidos ao longo do diagnóstico e apoiados no processo de participação social que acompanhou o processo de elaboração do Diagnóstico do PRH-BIG, foi possível elencar áreas prioritárias para a execução de ações do PRH-BIG. Essas áreas são apresentadas na Figura 8.5.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 8.5 – Áreas prioritárias.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto: Referências. Rio de Janeiro, 1986.

ABREU, C.V. Urbanização, Apropriação do Espaço, Conflitos e Turismo: Um Estudo de Caso de Angra dos Reis. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

AGEVAP. ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Contrato de Gestão INEA nº 02/2017. 2017. Disponível em: <http://agevap.org.br/downloads/cg-big.pdf>. Acesso em 5 fev. 2018.

ÁGUAS DE PARATY. A CONCESSIONARIA. Disponível em: <http://www.grupoaguasdobrasil.com.br/paraty/a-concessionaria/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

AMBIENTESP. Sistema Ambiental Paulista. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Mapa de Cobertura da Terra do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <https://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-de-cobertura-da-terra-do-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

AMBIG. Pesca sustentável. Disponível em: <http://pescamaissustentavel.org.br/reservas-extrativistas/associacao-de-maricultores-da-baia-da-ilha-grande-ambig-rj/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2017. 86 p. Atividades de Uso Consuntivo da Água nas principais Bacias do Sistema Interligado

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx> Acesso em: junho de 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas de Vulnerabilidade à Inundação. Brasília. ANA, 2014. 15 p. il. ISBN: 978-85-8210-025, 2014.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Esgotos da ANA, 2013. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br/> Acesso em: junho de 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília - DF. 2005. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>



ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Geonetwok - O portal para informações e dados espaciais. Disponível em <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home> Acesso em: novembro de 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. HidroWeb: Sistemas de informações hidrológicas. 2018. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acessado em 09 out. 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Lista de termos para o thessauros de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf. Acesso em 20 jun. 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Brasília: 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/MANUALDEProcedimentosTecnicoeAdministrativosdeOUTORGAdeDireitodeUsodeRecursosHidricosdaANA.pdf>. Acesso em 19 jun. 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Organograma. 2018. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/ana/Organograma_INTERNET.pdf. Acesso em: 23 jan. 2018.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017. 2017c. Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 30 out. 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 1934, de 30 de outubro de 2017. 2017a. Aprova o Regimento Interno e o Quadro Demonstrativo de Cargos em Comissão da Agência Nacional de Águas - ANA. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 30 out. 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 1940, de 30 de outubro de 2017. 2017d. Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 30 out. 2017.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 219, de 6 de junho de 2005. Diretrizes para análise e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 6 jun. 2005.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 223, de 26 de abril de 2004. Define a adoção do disposto na Deliberação CEIVAP nº 25, de 31 de março de 2004, para fins



de aplicação de recursos oriundos da arrecadação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 26 abr. 2004.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 308, de 6 de agosto de 2007. Dispõe sobre os procedimentos para arrecadação das receitas oriundas da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 6 ago. 2007.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003. Institui o Cadastro Nacional de Recursos Hídricos - CNARH. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 26 ago. 2003.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 597, de 27 de dezembro de 2006. Dá diretrizes para o acesso aos dados registrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 27 dez. 2006.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 601, de 08 de outubro de 2012. Aprovar os atos relacionados com outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, devidamente registrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 out. 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 823, de 19 de dezembro de 2012. Aprova os atos relacionados com outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, devidamente registrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 dez. 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 833, de 5 de dezembro de 2011. Estabelece as condições gerais para os atos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União emitidos pela Agência Nacional de Águas - ANA. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 5 dez. 2011.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução Conjunta ANA/Serla nº 650, de 30 de setembro de 2008. Dispõe sobre a integração, entre a ANA e Serla/RJ, das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos, prioritariamente nas bacias em que a cobrança pelo uso de recursos hídricos estiver implementada. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 30 set. 2008.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 1041 de 19 de agosto de 2013. Define os critérios para análise de balanço hídrico em pedidos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos para captação de água e lançamento de efluentes com fins de



diluição, bem como para prazos de validade das outorgas de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 ago. 2013.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004. Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 dez. 2004.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água no documento “Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos”. Brasília, 2003.

ANA. ANAGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília, 2017b. 168 p. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf. Acesso em: 20 jun. 2018.

ANA. ANAGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. HidroWeb: Sistemas de informações hidrológicas. 2018. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acessado em 04 jan. 2018.

ANA. ANAGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Massas d'Água (Espelhos d'Água). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acessado em 04 jan. 2018.

ANGRA AEROPORTOS LTDA. Disponível em: <http://angraerportos.com.br/> Acesso em: fevereiro de 2018

ASSOCIAÇÃO CAIRUCU. QUEM SOMOS. Disponível em: <http://www.cairucu.org.br/associacao/quem-somos/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BARBOSA NETO, M. V. et al. Estimativa da Susceptibilidade à Erosão Hídrica dos Solos do Município do Cabo de Santo Agostinho - PE, Utilizando Geoprocessamento, 2008.

BARRETO, A. B. C.; MONSORES, A. L. M.; LEAL, A. S. Diagnóstico Geoambiental Do Estado Do Rio De Janeiro: Hidrogeologia Do Estado Do Rio De Janeiro, Brasília, DF: CPRM/DRM, 2000. + mapas.

BARRETO, A.; MONSORES, A.; LEAL, A. D. S.; PIMENTEL, J. Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro - Texto explicativo do Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 2001.

BEGOSSI, A.; LOPES, P. F.; OLIVEIRA, L. E. C.; NAKANO, H. Ecologia de Pescadores Artesanais da Baía de Ilha Grande. São Paulo, SP: Ag. FAPESP/Ed. Rima, 2009. 298p.



BRASIL. Constituição Federal. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Senado Federal. Brasília, DF. 1988a.

BRASIL. Decreto nº 4.887, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília, DF. 2003

BRASIL. Decreto nº 8.629/2015, de 5 de janeiro de 2007. Altera o Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 05 jan. 2007.

BRASIL. Decreto nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a instalação, aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos Comissionados e dos Cargos Comissionados Técnicos da Agência Nacional de Águas - ANA, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 dez. 2000b.

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 11 jul. 2002.

BRASIL. Decreto nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005. Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5377.htm. Acesso em: 19 abr. 2018.

BRASIL. Decreto nº 8.975, de 24 de janeiro de 2017. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Meio Ambiente, remaneja cargos em comissão e substitui cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS por Funções Comissionadas do Poder Executivo - FCPE. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 25 jan. 2017b.

BRASIL. Decreto nº 84.973, de 29 de julho de 1980. Dispõe sobre a co-localização de Estações Ecológicas e Usinas Nucleares. Brasília, em 29 de julho de 1980. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1980. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-84973-29-julho-1980-434478-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acessado em 04 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 05 jan. 2007.



BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 02 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Brasília, DF. 1973. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6001.htm Acesso em: fevereiro de 2018

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 18 mai. 1988b.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 17 jul. 2000a.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Congresso Nacional. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei nº 10.881, de 09 de junho de 2004. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 11 jun. 2004.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e



7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União, 28 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 23 fev. 2018.

BRASIL. Lei nº 13.502, de 1º de novembro de 2017. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios; altera a Lei no 13.334, de 13 de setembro de 2016; e revoga a Lei no 10.683, de 28 de maio de 2003, e a Medida Provisória no 768, de 2 de fevereiro de 2017. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 03 nov. 2017a.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 02 set. 1981.

BRASIL. Portaria IBAMA nº 43-N (1994). Regulamentação da pesca de arrasto de portas. Brasília, DF: Instituto Nacional do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 1994.

BRASIL. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 12 dez. 2011.

BRASIL. Portaria SUDEPE nº 35-N (1988). Regulamentação da pesca da pesca no entorno de alguns acidentes geográficos no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF: Superintendência Nacional para o Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), 1988.

BRIONES, T. G. Estudo Hidrogeológico da porção emersa da Bacia de Campos. Rio de Janeiro, RJ. 2011.

BRITO, F.A. Estudo das Transformações Sócio-ambientais na Ilha Grande/RJ: Uma abordagem sobre o turismo. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2001.

CAMARGO, C.P.M.P Populações Caiçaras frente à Proteção Ambiental e ao Crescimento do Turismo. VI Encontro Nacional da ANPPAS 18 a 21 de setembro de 2012, Belém - PA - Brasil.

CAPUCCI, E., MARTINS, A. M., MANSUR, K. L., & MONSORES, A. L. M. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

CAPY. ÁGUAS DE PARATY - GRUPO ÁGUAS DO BRASIL. Estações de tratamento de água. Disponível em: www.grupoaguasdobrasil.com.br/paraty. Acesso em: junho de 2018.



CARDOSO, F. B.F.; OLIVEIRA, F. R.; NASCIMENTO, F.S.; NETO, P.V.; FLORES, P.M. Poços Tubulares construídos no Brasil. In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVI Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Natal, Rio Grande do Norte. 2008.

CARVALHO, J. F. O espaço da energia nuclear no Brasil. Estudos Avançados 26 (74), 2012. p. 292-308.

CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A.; MIRANDA, L.B. Estrutura Termohalina e Circulação na Região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Em: ROSSI-ONGTCHOWSKI, C.L.D.B.; MADUREIRA, L.S.P (Orgs.): O ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul Brasileira, São Paulo, SP: EDUSP, 2006. p. 11 - 120.

CBH-BIG. COMITE DE BACIA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE. Resolução do CBH-BIG nº 13, de 12 de dezembro de 2016. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Legislacao/Resolucao_CBH-BIG_n_013-2016.pdf. Acesso em: 14 jun. 2018.

CEDAE. COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO DE JANEIRO. Apresentação. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/apresentacao>. Acesso em: 06 fev. 2018.

CEFET/RJ. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA. APRESENTAÇÃO. 2018a. Disponível em: <http://www.cefet-rj.br/index.php/apresentacao>. Acesso em: 06 fev. 2018.

CEMADEN. CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. Principais Tipo de Ameaças Naturais no Brasil. 2016. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/categoria/ameacas-naturais/>. Acesso em Janeiro de 2018.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI N°18 de 8 de novembro de 2016. Rio de Janeiro, RJ. 2016. Disponível em: <http://www.comiteguandu.org.br/legislacoes/ResolucoesCERHI/Resolucao-CERHI-018.pdf> Acesso em: fevereiro de 2018.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO; INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 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. Laboratório de Hidrologia e Estudos Ambientais (LabHid). Rio de Janeiro: LabHid, 2014.



CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 05 de 25 de setembro de 2002. Estabelece diretrizes para a formação, organização e funcionamento de Comitê de Bacia Hidrográfica, de forma a implementar o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 25 set. 2002.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 09 de 13 de novembro de 2003. Estabelece critérios gerais sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 13 nov. 2003.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 58, de 16 de março de 2011. Aprova nova definição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 21 mar. 2011.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 107, de 22 de maio de 2013. Aprova a instituição do Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Ilha Grande, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 12 jun. 2013.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 117, de 19 de fevereiro de 2014. Dispõe sobre a aprovação do plano estadual de recursos hídricos do estado do rio de janeiro (PERHI-RJ). Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 19 fev. 2014.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 131, de 22 de dezembro de 2014. Dispõe sobre a participação de usuários inadimplentes com o pagamento da cobrança pelo uso de Recursos Hídricos em todas as instâncias colegiadas do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 22 dez. 2014.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. 2016. REGIMENTO INTERNO DO CERHI-RJ. Disponível em http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_digat_geagua/documents/document/zwew/mtm1/~edisp/inea0135822.pdf. Acesso em janeiro de 2018.



CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 13 de 12 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a atualização do preço único unitário - PPU da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica Baía de Ilha Grande. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 12 dez. 2016.

CERHI-RJ. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Resolução CERHI-RJ nº 165 de 14 de dezembro de 2016 Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. Dispõe sobre a atualização do preço público unitário - PPU da metodologia da cobrança pelo uso dos recursos hídricos região hidrográfica I - Comitê Baía de Ilha Grande. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 14 dez. 2016.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2018a. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. Disponível em:

http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1. Acesso em 24 jan. 2018.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2018b. Formas de Deliberação.

Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12.

Acesso em 24 jan. 2018.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2018c. Câmaras Técnicas.

Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13.

Acesso em 24 jan. 2018.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2018d. CTCOST. Disponível em:

http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=104.

Acesso em 24 jan. 2018.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2018e. CTIL. Disponível em:

http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=300&Itemid=9

Acesso em: 19 mar. 2018.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 07, de 21

de junho de 2000. Institui a Câmara Técnica Permanente de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 jun. 2000.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 16, de 08

de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 mai. 2001.



CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 135, de 14 de dezembro de 2011. Aprova o documento “Plano Nacional de Recursos Hídricos-PNRH: Prioridades 2012-2015”, como resultado da primeira revisão do PNRH, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 14 dez. 2011.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 12 dez. 2012a.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 141, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 10 jul. 2012b.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 140, de 21 de março de 2012. Estabelecer critério gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 mar. 2012.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 146, de 13 de dezembro de 2012. Estabelece composição e define suplências para a Câmara Técnica de Análise de Projeto - CTAP, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas - CTAS, Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia - CTCT, Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos Transfronteiriços - CTGRHT e Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras - CTPOAR, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 13 dez. 2012.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 164, de 15 de dezembro de 2014. Estabelece composição e define suplências para a Câmara Técnica de Análise de Projeto-CTAP; Câmara Técnica de Águas Subterrâneas-CTAS; Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia-CTCT; Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos Transfronteiriços-CTGRHT; e Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras-CTPOAR; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 15 dez. 2014.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 166, de 29 de junho de 2015. Estabelece as prioridades para aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, referidos no inciso II, do § 1º do art. 17, da Lei no



9.648, de 1998, com a redação dada pelo art. 28, da Lei no 9.984, de 2000, para os exercícios orçamentários de 2016 e 2017. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 29 jun. 2015.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 174, de 09 de dezembro de 2015. Aprova os critérios para estabelecimento de derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, considerados insignificantes, para isenção da obrigatoriedade da outorga de direito de uso de recursos hídricos nos corpos d'água de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 09 dez. 2015.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 181, de 07 de dezembro de 2016. Aprova as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 07 dez. 2016.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 182, de 08 de dezembro de 2016. Estabelece composição e define suplências para a Câmara Técnica de Análise de Projeto - CTAP; Câmara Técnica de Águas Subterrâneas - CTAS; Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia - CTCT; Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos Transfronteiriços - CTGRHT; e Câmara Técnica de Integração de Procedimentos, Ações de Outorga e Ações Reguladoras - CTPOAR; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 08 dez. 2016.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 184, de 07 de dezembro de 2016. Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 07 dez. 2016.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 22, de 24 de maio de 2002. Dispõe sobre os Planos de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 24 mai. 2002.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 29, de 11 de dezembro de 2002. Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 11 dez. 2002.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 37, de 26 de março de 2004. Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a



implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 26 mar. 2004.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 48, de 21 de março de 2005. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 21 mar. 2005.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 58, de 30 de janeiro de 2006. Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 30 jan. 2006.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 65, de 07 de dezembro de 2006. Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 07 dez. 2006.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 67, de 07 de dezembro de 2006. Aprova o documento denominado Estratégia de Implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 07 dez. 2006.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 69, de 19 de março de 2007. Aprova a proposta do Sistema de Gerenciamento Orientado para os Resultados do Plano Nacional de Recursos Hídricos-SIGEOR. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 mar. 2007.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 70, de 19 de março de 2007. Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, referidos no inc. II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648, de 1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984, de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 19 mar. 2007.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 05 nov. 2008.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 97, de 17 de dezembro de 2008. Altera a Resolução CNRH nº 70, de 19 de março de 2007, que "Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, referidos no



inciso II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984, de 17 de junho de 2000." Diário Oficial da União. Brasília, DF. 17 dez. 2008.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 98, de 26 de março de 2009. Estabelece princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 26 mar. 2009.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2003. Acesso em: fevereiro de 2018

COLLISCHONN, W. Simulação hidrológica em grandes bacias. Porto Alegre, 2001. 194p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. "Hidrologia Para Engenharia e Ciências Ambientais". Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, Porto Alegre, 2013.

COLLISCHONN, W.; FAN, F. M. Defining Parameters for Eckhardt's Digital Baseflow Filter. Hydrological Process, n. 27, p. 2614 - 2622, 2013.

COMITÊ GUANDU. COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM. Enquadramento. Disponível em: <http://www.comiteguandu.org.br/enquadramento.php>. Acesso em: 27 jul. 2018.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como condições e padrões para o lançamento de efluentes. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, 2005c.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem



como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008.

CONEMA. CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. Resolução CONEMA nº 42, de 28 de agosto de 2012. Dispõe sobre as atividades que causam ou possam causar impacto ambiental local, fixa normas gerais de cooperação federativa nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente e ao combate à poluição em qualquer de suas formas, conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 28 ago. 2012.

CONTI, B.R.; ANTUNES, D.C. Conflitos na gestão do Parque Nacional da Serra da Bocaina: entraves ao desenvolvimento local na vila de Trindade (Paraty, RJ). Interações, Campo Grande, v. 13, n. 2, p.213-223, jul./dez. 2012.

COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa de cobertura da terra do Estado de São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www2.ambiente.sp.gov.br/cpla/mapa-de-cobertura-da-terra-do-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em ago/2018.

COSTA, W.D. Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, SP.1998.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro: Dignóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF. 2000. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17229/14/rel_proj_rj_geoambiental.pdf. Acesso em: 08 jan. 2018.

CPRM. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Atlas Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo. Folha SF.23 Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Folha-SF-23-Rio-de-Janeiro--Atlas-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-4281.html>.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html>. Acesso em: junho de 2018



- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Setorização de Riscos Geológicos, 2011. Disponível em: <http://cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>. Acesso em fev. 2018.
- CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS. 2018. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/> Acesso em: setembro de 2018.
- CTI. CENTRO DE TRABALHO INDIGENISTA. IPHAN. INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Projeto Mapa Yvyrupa: Cartografia digital do Território Guarani. Convênio nº 811204/2014 entre CTI e IPHAN. 2014.
- DATASUS. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS). Portal da Saúde. Rio de Janeiro, RJ. 2016. Disponível em: <http://sihd.datasus.gov.br/principal/index.php>
- DAVIS, E.G.; NAGHETTINI, M.C. Estudo de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro. Em: M.E. DANTAS (Org.): Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2001. 19 p.
- DEFESA CIVIL. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em abril de 2019.
- DGDEC. DEPARTAMENTO GERAL DA DEFESA CIVIL. Mapa de Ameaças. 2016. Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/>. Acesso em Janeiro de 2018.
- DNPM. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Cadastro mineiro. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/SCM/extra/site/admin/Default.aspx> Acesso em: Junho de 2015.
- DRM-RJ. DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS – RIO DE JANEIRO. Sinopse Geológica do Estado do Rio de Janeiro, na Escala 1:400.000. 1996.
- DRZ. DRZ GEOTECNIA E CONSULTORIA LTDA. Plano Municipal do Saneamento Básico nas Modalidades Água, Esgoto e Drenagem Urbana. Produto 9 - Versão Preliminar do PMSB. Angra dos Reis, RJ. 2014.
- ECKHARDT, K. How to construct recursive digital filters for baseflow separation. Hydrological Process, n. 19, p. 507-515, 2005.
- ECOX AMBIENTAL. ECO X CONSULTORIA AMBIENTAL E EMPRESARIAL LTDA ME. Plano Municipal do Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Paraty, RJ. 2015.



ELETRONUCLEAR. ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR. Relatórios de Sustentabilidade Ambiental. 2017. Disponível em: http://www.eletronuclear.gov.br/Quem-Somos/Governanca/Documents/Relat%C3%B3rios%20e%20Balan%C3%A7os/Relat%C3%B3rios%20de%20Sustentabilidade/RelSustentabilidade2017_Completo_DE_REV5.pdf Acesso em: Novembro de 2018.

ELETRONUCLEAR. ELETROBRÁS ELETRONUCLEAR. Central Nuclear de Angra dos Reis. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Aempresa/CentralNuclear.aspx>. Acesso em: 06 fev. 2018.

EMATER. EMPRESA DE ASSISTENCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Emater. Disponível em: http://www.emater.rj.gov.br/default_novo.asp. Acesso em: 06 fev. 2018.

EMATER. SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA, PESCA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA. 2017.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Rio de Janeiro. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF. 2000.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Comunicado Técnico 102 - 1ª edição on-line. (2013). São Carlos, SP. Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principaL/publicacao/Comunicado102.pdf> Acesso em: Junho de 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Suínos e Aves (2009) - Uso racional da água na suínocultura. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_e1u76v6p.pdf Acesso em: junho de 2018.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Solos do Brasil. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil>. Acesso em Janeiro de 2018.

FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. Outros sistemas de cultivo em piscicultura, item 8.1.2.1 Escolha do local para construção de tanques e viveiros de piscicultura. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB486P/AB486P08.htm> Acesso em: novembro de 2018.



- FEITOSA, F. A. C., MANOEL FILHO, J., FEITOSA, E. C., & DEMÉTRIO, J. G. A. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3ª. Ed. CPRM, Rio de Janeiro, 812pp, 2008.
- FERNANDES L. S., DA SILVA S. M., ACSELRAD M. V., JOHNSON R. M. F., MACHADO L. P. O enquadramento de corpos hídricos no estado do Rio de Janeiro: cenário atual e desafios. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília. 2015.
- FERNANDES N. F et al. Condicionantes Geomorfológicas dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. Brasília, DF: Revista Brasileira de Geomorfologia. 2001.
- FFCBH. FÓRUM FLUMINENSE DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Composição. 2018a. Disponível em: <http://forumfluminensecbh.eco.br/site/quem-somos/composicao/>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- FFCBH. FÓRUM FLUMINENSE DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. 2018b. Disponível em: <http://forumfluminensecbh.eco.br/site/quem-somos/carta-de-principios/>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- FFCBH. FÓRUM FLUMINENSE DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Regimento Interno. 2018c. Disponível em: <http://forumfluminensecbh.eco.br/site/quem-somos/regimento-interno/>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- FICK, S.E.; HIJMANS, R.J. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. 2017. Disponível em: <http://worldclim.org/version2>
- FIFO. ASSOCIAÇÃO PARA PESCA, DIVERSIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR. Ecologia de pescadores artesanais na Baía da Ilha Grande. 2009. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/fisheriesandfood/pdf/2009/2009-eco.pdf> Acesso em: novembro de 2018.
- FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. História, 2018a. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/historia>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Seminário sobre territórios saudáveis e sustentáveis acontece em 23/2 na Fiocruz, 2018b. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/seminario-sobre-territorios-saudaveis-e-sustentaveis-acontece-em-232-na-fiocruz>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- FIPERJ. FUNDAÇÃO INSTITUTO DA PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. 2015. Relatório Final de Pesca.



FIPERJ. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Boletim Estatístico da Pesca do Estado do Rio de Janeiro – Anos 2011 e 2012 / Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. – Niterói, 2013. 93f. : il. MMA/IBAMA. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. Rio de Janeiro, RJ: 243 p. + Anexos, 2006.

FIPERJ. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Dados de pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.fiperj.rj.gov.br/>. Acesso em: maio de 2018.

FIPERJ. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.

Informações sobre Pesca - Defesos e Moratórias. Disponível em:

<http://www.fiperj.rj.gov.br/index.php/main/defeso>. Acesso em: outubro de 2019.

FIPERJ. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Conheça a FIPERJ. Disponível em: <http://www.fiperj.rj.gov.br/index.php/main/escritorios>. Acesso em: 06 fev. 2018.

FIRJAN. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. FIRJAN: A indústria é o motor do país. 2018. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/firjan/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

FRAGOSO, M.R.; LORENZZETTI, J.A. Estudo numérico da circulação marinha da região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, São Paulo, 1999).

FRANCISCO, C. N. Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal - O caso de Angra dos Reis, RJ. Tese de Doutorado em Geociências, UFF, 2004.

FUNAI. FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Terras Indígenas: FUNAI. Polígonos e Pontos das terras indígenas brasileiras. Situação em agosto de 2017. 2017. Disponível em:

<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>. Acesso em: agosto de 2018

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/IBAMA. Plano de Manejo da APA de CAIRUÇU. São Paulo. 2004.

GOTTSCHALK, L; MOTOVILOV, Y. Macro-scale hydrological modelling - a Scandinavian experience. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON: "CAN SCIENCE AND SOCIETY SAVE THE WATER CRISIS IN THE 21 CENTURY - REPORTS FROM THE WORLD". Japan Society of Hydrology and Water Resources. Tokyo, 2000

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 7.987 de 13 de junho de 2018.

Estabelece o Uso eficiente da água nos estaleiros e nas edificações que especifica situadas no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Diário Oficial do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ. 15 de junho de 2018.



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. ZEE-RJ - R07 - parte 1 - Caracterização da base física do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: 2016.

HGE. HIDROLOGIA EM GRANDE ESCALA. WARM-GIS Tools. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/warmgis-tools/>. Acesso em: 20 mai. 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Coordenação de Contas Nacionais. Contas econômicas ambientais da água: Brasil 2013-2015. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/20207-contas-economicas-ambientais-da-agua-brasil.html> Acesso em: dezembro de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2015>. Acesso em: fevereiro de 2018

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000 (BC25_RJ versão 2018). 2018. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc25/rj/. Acesso em: 05 dez. 2017

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário, 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006b. Disponível em: www.ibge.gov.br.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico, 2010, Rio de Janeiro/RJ, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estado do Rio de Janeiro - 1:25.000: Base Cartográfica Contínua da Unidade da Federação do Rio de Janeiro na escala de 1:25 000. 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15807-estados.html?edicao=16037>. Acesso em: 05 dez. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas de População. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=notas-tecnicas>. Acesso em: setembro de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. 2006. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=33&search=rio-de-janeiro>. Acesso em: fevereiro de 2018

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências, n 1. 2012



IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil (Escala 1:250.000). Documentação Técnica Geral. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Agrícola Municipal - PAM: Área plantada e área colhida das lavouras temporárias e permanentes. 2017b. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/>. Série Histórica.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000. CDROM. RIO DE JANEIRO. 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2008. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=resultados> Acesso em: setembro de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Pecuária Municipal - PPM: efetivo de rebanhos: Série Histórica. 2017a. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/>.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=P15&uf=00> Acesso em: setembro de 2018.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Área de Proteção Ambiental de Cairucu. 2018a. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cairucu/>. Acesso em: 23 fev. 2018.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Estação Ecológica de Tamoios. 2018b. Disponível em: www.icmbio.gov.br/esectamoios/. Acesso em: 23 fev. 2018.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Parque Nacional da Serra da Bocaina. 2018c. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/> Acesso em: 23 fev. 2018.



ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Termo de Compromisso beneficia pescadores. 2017. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/9297-termo-de-compromisso-beneficia-pescadores>. Acesso em: abril de 2019.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2018. O Instituto. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/oinstituio>. Acesso em: 06 fev. 2018.

IEAR/UFF. INSTITUTO DE EDUCAÇÃO DE ANGRA DOS REIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. HISTÓRICO DO INSTITUTO. Disponível em: <http://www.iear.uff.br/historico-do-instituto>. Acesso em: 06 fev. 2018.

IKEDA, Y.; STEVENSON, M. Determination Of Circulation And Short Period Fluctuation In Ilha Grande Bay, Brazil. Bolm. Inst. Oceanogr., S Paulo, v. 29, p. 89-98,1980.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Acervo Fundiário. 2018. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/geodownload/geodados.php>. Acesso em agosto de 2018.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA; CGPCT. COORDENAÇÃO GERAL DE POLÍTICAS PARA POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS; NEAD. NÚCLEO DE ESTUDOS AGRÁRIOS E DESENVOLVIMENTO RURAL. Comunidade Quilombola Alto da Serra do Mar. Belo Horizonte, MG. 2016. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/terras_de_quilombos_alto_da_serra-rj.pdf. Acesso em: setembro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2014. Resolução INEA nº 84 de 28 de janeiro de 2014. Aprova os critérios que estabelecem a concessão de inexigibilidade de documentos de uso de insignificante de recursos hídricos. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde1/~edisp/inea0015848.pdf> Acesso em: 19 mar. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2017a. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro - CERHI-RJ. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/RECURSOSHIDRICOS/Conselhoestadual/index.htm>. Acesso em: 14 mai. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Base legal para a gestão das águas do Estado do Rio de Janeiro (1997-2016) (online), ed. 3, 662 p. 2017b.



INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2017d. Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNDRHI. Disponível em

<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/RECURSOSHIDRICOS/FUNDRHI/AGENDAAZUL/index.htm&lang=PT-BR>. Acesso em janeiro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH). 2017f. Disponível em:

<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/CadastrodeUsuariosdaAgua/index.htm&lang=PT-BR>

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Arquivo vetorial com as Áreas de Preservação Permanente de Declividade e Topo de Morro. 2017 . Recebido por email.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2018a. Cadastro de usuários de captação e lançamento. Recebido por: Setor de Cadastro do INEA.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2018b. Cadastro de usuários de captação e lançamento. Utilizando como filtro para Tipo de Licença: "OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS - OUT". Disponível em:

<http://200.20.53.7/listalicencas/views/pages/lista.aspx>. Acesso em: novembro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2018c. Cadastro de usuários de captação e lançamento. Utilizando como filtro para Tipo de Licença: "CERTIDÃO AMBIENTAL - CA".

Disponível em: <http://200.20.53.7/listalicencas/views/pages/lista.aspx>. Acesso em: novembro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. APA de Tamoios. 2018a. Disponível em:

http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008608#/Informacoesuteis. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Cobrança pelo uso de recursos hídricos. 2020.

Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/cobranca/>. Acesso em: 07 fev. 2020.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Detalhamento das Subcontas do FUNDRHI. 2020b. Disponível em:

http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/CobrancapeloUsodaAgua/DetailhamentodasSubcontas/index.htm?ssUserText=&assunto=&status=&trimestre=&data_ini=&data_fim=&fragment13_NextRow=7&lang=PT-BR. Acesso em janeiro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Diagnóstico do Setor Costeiro da Baía da Ilha Grande Subsídios à Elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC).



Volume I. Rio de Janeiro, RJ: Governo do Estado do Rio de Janeiro/INEA, 2015. Disponível em:

<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdcz/~edisp/inea0073532.pdf> Acesso em: fevereiro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Enquadramento. 2018c Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/Enquadramento/index.htm&lang=PT-BR#ad-image-0>. Acesso em: 14 mai. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Nota para o site do CERHI-RJ. 2017c. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mtm0/~edisp/inea0134130.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Para licenciamento nos órgãos ambientais municipais. 2018a. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/LicenciamentoAmbiental/licenciamento-ambiental/End-para-licenciamento/Endereos-para-licenciamento/index.htm&lang=PT-BR>. Acesso em: 14 jun. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Parque Estadual da Ilha Grande. 2018c. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008595. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Plano De Manejo (Fase 1) Área de Proteção Ambiental Estadual de Mangaratiba - APAMAN. Governo do Estado do Rio de Janeiro/INEA, 2015c.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Plano De Manejo (Fase 1) Parque Estadual Cunhambebe - PEC. Governo do Estado do Rio de Janeiro/INEA, 2015b.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Plano De Manejo (Fase 2) Parque Estadual Da Ilha Grande - PEIG. Governo do Estado do Rio de Janeiro/INEA, 2011.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Prestação de contas 2017. Região Hidrográfica - I. Baía da Ilha Grande. 2018d. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mtm2/~edisp/inea0136648.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Procedimentos Operacionais de Outorga no ERJ. 2017. Disponível em:



<http://www.comiteguandu.org.br/downloads/ARTIGOS%20E%20OUTROS/Apresentacao-SEORH-Guandu-06-2017.pdf>. Acesso em: outubro de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos - PROHIDRO. 2018b. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRechid/PROHIDRO/index.htm&lang=>. Acesso em: 14 jun. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul. 2018b. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008602#/Informacoesuteis. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro. 2018f. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA0047361>. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Reserva Ecológica Estadual da Juatinga. 2018d. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008605. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Situação dos recursos do FUNDRHI. 2020a. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/10/01_Baia_da_Ilha_Grande_25_09_2019.pdf. Acesso em: 07 fev. 2020.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Sobre o Parque. 2018e. Disponível em: http://www.dapweb.org/inea/reej_s.php. Acesso em: 23 fev. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; DISEQ. DIRETORIA DE SEGURANÇA HÍDRICA E QUALIDADE AMBIENTAL; GETEG. GERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistido, com tamanho de célula de 10 m. 2015a. Enviado por Inea.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Manual de Especificação dos Dados Espaciais. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: sidnei.agra@profill.com.br. Acesso em: 24 nov. 2017.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Brasília, DF. 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.



INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Brasília, DF. 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>).

JARDIM, Pedro Frediani et al. MANUAL DE EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MODELO MGB-IPH 2017 UTILIZANDO O IPH-Hydro Tools. Porto Alegre: IPH-UFRGS, 2017. 90 p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/hge/wp-content/uploads/2017/01/manual_MGB.20.02.pdf. Acesso em: 19 mar. 2019.

JAXA. JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. ALOS PALSAR L1.0. Fairbanks, Alaska: Americas ALOS Data Node. 2007. Disponível em: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 05 set. 2018.

JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; BERNACCI, L. C.. Myrsinaceae da APA de Cairuçu, Paraty (Rio de Janeiro, Brasil). Rodriguésia, 52(81): 49 - 64, 2001. Disponível em: https://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/Rodrig52_81/4-mend-1.pdf. Acesso em: 08 jan. 2018.

KAYSER, Rafael; COLLISCHONN, Walter. MANUAL TEÓRICO-PRÁTICO DA FERRAMENTA WARM-GIS Tools: Exemplo de aplicação na Bacia do Rio das Almas. Porto Alegre: Ufrgs, 2017. 39 p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/hge/wp-content/uploads/2013/06/Manual_WARMGIS_Almas.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

KEPPEL OFFSHORE & MARINE. Keppel FELS Brasil - About Us. 2010. Disponível em: <http://www.keppelom.com/en/content.aspx?sid=2771>. Acesso em: 06 fev. 2018.

KOUTSOUKOS, V. S. Descrição da estrutura de comunidades bentônicas de ilhas da estação ecológica de Tamoios, baía da Ilha Grande, RJ. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, 2012.

LONGHI, E.H.; FORMIGA, K. T. M. Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. Revista Brasileira de Ciências Ambientais - Número 20 - Junho de 2011.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9/07. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (Série Biodiversidade, 31). Brasília, DF. MMA, 2007.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil. 2011. Disponível em:



http://mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf. Acesso em: junho de 2018.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Informe sobre espécies exóticas invasoras matinhas no Brasil. 2009. Brasília – DF. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_publicacao/147_publicacao07072011012531.pdf. Acesso em: abril de 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Saneamento Básico. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf. Acesso em: 23 jan. 2018.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/sistema-nacional-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 23 jan. 2018.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da APA de Cairuçu. Brasília, DF: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo/Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP)

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da APA de Cairuçu. Brasília, DF: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo/Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP), 2004

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. Hugo Barbosa Amorim e Wilson Higa Nunes, Coordenadores. Brasília, 2006 . Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2254-esec-de-tamoios>. Acesso em: 19 out. 2018.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. Rio de Janeiro, RJ: 243 p. + Anexos, 2006.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina - Fase 2. Diretoria de Ecossistemas - DIREC/IBAMA, Coordenação. Brasília, 2002



MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SBF. SECRETARIA NACIONAL DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. Biodiversidade Marinha Da Baía Da Ilha Grande / Joel C. Creed, Débora O. Pires e Marcia A. de O. Figueiredo, organizadores. - Brasília. MMA /SBF, 2007

MMA. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. 2006. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/esectamoios/destaques/16-plano-de-manejo/48-plano-de-manejo.html> . Acesso em: ago. 2018.

MMA. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios - Fase 1. Rio de Janeiro, RJ: 243 p. + Anexos, 2006.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SBF. SECRETARIA NACIONAL DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. Biodiversidade Marinha Da Baía Da Ilha Grande / Joel C. Creed, Débora O. Pires e Marcia A. de O. Figueiredo, organizadores. - Brasília. MMA /SBF, 2007.

MOSCHEN, F. V. A. Cultivo de moluscos bivalves em sistema familiar na Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, R.J. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Tese de doutorado em Aquicultura, 2007. 109 p.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. 2013. Brasil.

MPF. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. MPF oficia Funai para retomada de processo de demarcação de Terra Indígena Arandú-Mirim, em Paraty (RJ). Paraty, RJ. 2018. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/rj/sala-de-imprensa/noticias-rj/mpf-oficia-funai-para-retomada-de-processo-de-demarcacao-de-terra-indigena-arandu-mirim-em-paraty>. Acesso em: setembro de 2018.

MRS. MRS ESTUDOS AMBIENTAIS LTDA. Eia-rama da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA (Angra 3). 2005. Disponível em: <http://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Documents/EIA/index.html>. Acesso em: outubro de 2019.

O GLOBO. Em foco: As imagens da tragédia em Angra dos Reis. Crédito: Custódio Coimbra. Foto registrada em 01/01/2010. 2010. Disponível em:



<https://acervo.oglobo.globo.com/fotogalerias/as-imagens-da-tragedia-em-angra-dos-reis-9412418>. Acesso em: 15 set. 2018.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Estimativas das Vazões para as Nacional – SIN. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 2005.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI J. R.; SOTO, D. (Editores). ESTUDO SETORIAL PARA CONSOLIDAÇÃO DE UMA AQUICULTURA SUSTENTÁVEL NO BRASIL. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA). CURITIBA, 2007. 279 P. IL.

PARATY. Plano Diretor de Desenvolvimento Turístico do Município de Paraty: Inventário Turístico - Volume I - Aspectos Gerais. Prefeitura Municipal de Paraty, 2003a.

PARATY. Prefeitura Municipal de Paraty. Homepage do Facebook. 2018. Disponível em: <https://www.facebook.com/prefeituradeparaty/photos/a.411488802313055.1073742089.266149006847036/1566825316779392/?type=3&theater>. Acesso em: outubro de 2018.

PETROBRAS. Projeto de Avaliação de Impactos Cumulativos - PAIC. Relatório Técnico Final (Fase de Escopo) - Litoral Sul Fluminense/RJ. Volume 1. Julho de 2018.

PETROBRAS. Projeto de Monitoramento da atividade pesqueira no estado do Rio de Janeiro. PMAP-RJ. Relatório Técnico semestral – RTS-01. Maio/2018. 256p. Disponível em: <http://pescarj.fundepag.br:81/sistema.html?id=5bb4f380af67bea152a7a518> Acesso em: novembro de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. 2017. Disponível em: http://www.angra.rj.gov.br/downloads/servicopublico/PMGIRS-de-Angra_revisado_15-09-2017.pdf. Acesso em : fevereiro de 2020.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Conheça a coleta seletiva em Angra. Disponível em: www.angra.rj.gov.br. Acesso em: junho de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Leis urbanísticas. Zoneamento municipal. 2018. Disponível em: <https://www.angra.rj.gov.br/sma-leis-urbanisticas.asp?IndexSigla=SEMAM&vNomeLink=Legisla%E7%E3o%20Territorial%20/%20Licenciamento>. Acesso em: setembro de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Pesca Industrial Praticada na Baía da Ilha Grande. 2018a. Disponível em: <https://www.angra.rj.gov.br/spe-principaisartes.asp?IndexSigla=SEAAP&vNomeLink=Pesca%20Industrial>. Acesso em novembro de 2018.



PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Pesca na Baía da Ilha Grande. 2018b. Disponível em: <https://www.angra.rj.gov.br/spe-apesca.asp?IndexSigla=SEAAP&vNomeLink=A%20Pesca%20na%20baia%20da%20Ilha%20Grande>. Acesso em novembro de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Plano de Mobilidade Sustentável. Angra dos Reis, RJ. 2015. Disponível em: <http://www.angra.rj.gov.br/downloads/SMA/mobilidade/O%20que%20e%20o%20Plano%20de%20Mobilidade.pdf> Acesso em: fevereiro de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Plano Municipal de Gestão Integrada da Resíduos Sólidos de Angra dos Reis. RJ, 2017.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS. Projeto de Ordenamento de Turismo Náutico. 2018c. Disponível em: <https://www.angra.rj.gov.br/tur-ordenamento-nautico.asp?IndexSigla=FTAR&vNomeLink=Projeto%20de%20Ordenamento%20do%20Turismo%20Nautico>. Acesso em novembro de 2018.

PMAR. PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS; TURISANGRA. FUNDAÇÃO DE TURISMO. Inventário Turístico de Angra dos Reis. Angra dos Reis, RJ. 2006. Disponível em: <http://www.angra.rj.gov.br/>

PMM. PREFEITURA MUNICIPAL DE MANGARATIBA. Mangaratiba implementa Coleta Seletiva Solidária. Disponível em: www.mangaratiba.rj.gov.br. Acesso em: junho de 2018.

PMM. PREFEITURA MUNICIPAL DE MANGARATIBA. Plano Municipal do Serviço Público de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Relatório Base. Mangaratiba, RJ. 2013.

PNUD. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Rio de Janeiro, RJ. 2013. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/>

PORTAL PRAIAS 360. Disponível em www.praias-360.com.br/rio-de-janeiro/paraty. Acesso em 29 jun. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARATY. Lançamento da Coleta Seletiva no Município de Paraty. Disponível em: www.paraty.com.br. Acesso em: junho de 2018.

PRODETUR-RJ. PROGRAMA NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DO TURISMO - RJ. Elaboração de uma avaliação ambiental estratégica nos polos turísticos do Estado do Rio de Janeiro - Meta 3 (Produto 3) - Polo Litoral. Rio de Janeiro, RJ: PRODETUR-RJ, CONVÊNIO MTUR/SEOBAS/RJ Nº 702738/2008 Relatório de Diagnóstico Integrado, 2008. 146 p.



PRODETUR-RJ. PROGRAMA NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DO TURISMO - RJ. Manual de Operações do Programa (MOP). RJ: PRODETUR-RJ, 2012. 86 p.

RAMOS, D. P.; REGO FILHO, L. de M.; PIMENTA, F. Estudos de favorabilidade das terras do Estado do Rio de Janeiro a múltiplos usos na escala de 1:100.000. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

REIS, J. B. C.; CORDEIRO, T. L.; LOPES, E. S. S. Utilização do Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais aplicado a situações de escorregamentos - caso de Angra dos Reis. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 14., 2011, Dourados, MS. Anais. 2011.

RIBEIRO, A. M. A Dinâmica Populacional de Angra dos Reis e seus Impactos nas Ocupações Irregulares e em Áreas de Risco. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01-2014, p. 6-11, 2014.

RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v. 11, n. 6, pp. 628-636, 2007.

RIO DE JANEIRO. Constituição Estadual. Constituição do Estado do Rio de Janeiro. Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 1989.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 35.724, de 18 de junho de 2004. Dispõe sobre a regulamentação do art. 47 da lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, que autoriza o poder executivo a instituir o fundo estadual de recursos hídricos - FUNDRHI, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 18 de jun. 2004.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 27.208 de 02 de outubro de 2000. Dispõe sobre o conselho estadual de recursos hídricos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 02 out.2000.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 41.628 de 12 de janeiro de 2009. Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - INEA, criado pela Lei nº. 5101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 12 jan. 2009.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 43.226, de 07 de outubro de 2011. Institui o Comitê de Bacia da Região hidrográfica da Baía da Ilha Grande, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 11 out. 2011.



RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 44.115, de 13 de março de 2013. Dá nova redação ao decreto nº 41.039, de 29 de novembro de 2007, que dispõe sobre o conselho estadual de recursos hídricos do estado do rio de janeiro, instituído pela lei estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, e determina outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 14 mar. 2013.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 46.037, de 05 de julho de 2017. Altera o Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009, que estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - Inea, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, RJ. 06 de jul. 2017.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 46.479, de 26 de outubro de 2018. Altera o Decreto nº 45.291 de 19 de junho de 2015, que dispõe sobre a estrutura organizacional da Secretaria de Estado do Ambiente - SEA, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, RJ. 27 de out. 2018.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 46.619, de 02 de abril de 2019. Altera o Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009, que estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - Inea, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, RJ. 03 de abr. 2019.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 45.430, de 27 de outubro de 2015. Altera o Decreto nº 41.628, de 12.01.2009, e dispõe sobre a nova estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - Inea e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 27 out, 2015a. Disponível em:

http://www.silep.planejamento.rj.gov.br/decreto_45_430_-_27102015_-_al.htm. Acesso em: 6 fev. 2018.

RIO DE JANEIRO. Decreto Estadual nº 45.496, de 10 de dezembro de 2015. Altera o Decreto nº 41.628, de 12/01/2009, e suas alterações, e dispõe sobre cargos em comissão do Instituto Estadual do Ambiente - Inea, e dá outras providências. Diário Oficial do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 10 dez. 2015b

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 45.585, de 22 de fevereiro de 2016. Altera o Decreto Nº 41.628, de 12.01.2009, e dispõe sobre a nova estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - Inea, e dá outras providências. Diário Oficial do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 22 de fev. 2016

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a política estadual de recursos hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos;



regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 03 ago. 1999.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 4.191, de 30 de setembro de 2003. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 30 set. 2003.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 4.247 de 16 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 16 dez. 2003.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 5.101 de 04 de outubro de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente - INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 04 out. 2007.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 5.234, de 05 de maio de 2008. Altera a lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 05 mai. 2008.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os contratos de gestão entre o órgão gestor e executor da Política Estadual de Recursos Hídricos e entidades delegatárias de funções de Agência de Água relativos à gestão de recursos hídricos de domínio do estado, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 06 jan. 2010.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 6.793, de 28 de maio de 2014. Dispõe sobre a criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Resultante da Redução do Limite da Reserva Biológica Estadual da Praia Sul e da recategorização do Parque Estadual Marinho do Aventureiro, e dá outras providências.

Disponível em:

<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/bc008ecb13dcfc6e03256827006dbbf5/f94d7ff149d03e0783257cef006bc72e?OpenDocument>. Acesso em: 04 jan. 2018.

ROSSI, M. 2017. MAPA PEDOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO: REVISADO E AMPLIADO. Disponível em: <http://iflorestal.sp.gov.br/2017/09/26/mapa-pedologico-do-estado-de-sao-paulo-revisado-e-ampliado/>. Acesso em ago/2018.



SAAE. SERVIÇO AUTÔNOMO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E CAPTAÇÃO DE ESGOTO. O SAAE. Disponível em: http://www.saaeangra.com.br/php/o_saae.php. Acesso em: 06 fev. 2018.

SALAMENE, S.; FRANCELINO, M.R.; VALCARCEL, R.; LANI, J.L.; SÁ, M.M.F. Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do Rio Guandu/RJ. Revista *Árvore*. 2011; 35(2): 221-231.

SARMENTO, R. Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo. UNESCO/ANA/CBHSF, 2007.

SCALON, B. R.; HEALY, R. W.; COOK, P. G. Choosing Appropriate Techniques for Quantifying Groundwater Recharge. *Hydrogeology Journal*, n 10, p 18 - 39, 2002.

SEBRAE. SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Diagnóstico da Cadeia Aquícola para o Desenvolvimento da Atividade no Estado do Rio de Janeiro. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Estado do Rio de Janeiro. RJ. 2002. Abril. 225p

SEBRAE. SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Maricultura na Costa Verde - Projeto Aquicultura e Pesca no Estado do Rio de Janeiro - SEBRAE/RJ2010. Rio de Janeiro, RJ: SEBRAE/RJ, 2010. 34 p.

SEDEC. SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID. Desenvolvido por CEPED UFSC. Ministério da Integração Nacional. Brasília, DF. 2018. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br>. Acesso em: 07 set. 2018.

SEMA. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS AMBIENTAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Programa de gestão para o desenvolvimento sustentável da Bacia contribuinte à Baía da Ilha Grande: Volume I - Diagnóstico ambiental da Baía da Ilha Grande. Rio de Janeiro, RJ: SEMA. 215p. 1997.

SEP. SECRETARIA DOS PORTOS DO GOVERNO FEDERAL; UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA; LABTRANS. LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA. Plano Mestre do Porto de Angra dos Reis. Cooperação Técnica para apoio à Sep/Pr no Planejamento do Setor Portuário Brasileiro e na Implantação dos Projetos de Inteligência Logística. Florianópolis, SC. 2015. Disponível em: http://www.transportes.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/planos_mestres/versao_completa/pm01.pdf

SERLA. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS. Portaria Serla nº 567, de 7 de maio de 2007. Estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para cadastro, requerimento e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio



do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. 2007a. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mdew/~edisp/inea_010198.pdf. Acesso em: 11 mai. 2018.

SERLA. SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS. Portaria Serla nº 591, de 14 de agosto de 2007. Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga para uso de potencial de energia hidráulica para aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio do Estado do Rio de Janeiro. 2007b. Disponível em:

http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zwff/mdew/~edisp/inea_010207.pdf. Acesso em: 11 mai. 2018.

SIGNORINI, S.R. A Study Of The Circulation In Bay Of Ilha Grande And Bay Of Sepetiba. Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo, v. 29, p. 41-68. 1980

SILVA PIMENTEL, M. A.; RIBEIRO, W. C. Populações tradicionais e conflitos em áreas protegidas. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 2, p. 224-237, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

SILVA, G. A. Usina e o Frade: Notas para uma antropologia do sofrimento. As Ciências Sociais nos Espaços de Língua Portuguesa: Balanços e Desafios. Faculdade de Letras - Universidade do Porto. Actas, vol. 2, 2002, p. 101-110.

SILVA, L. D., & CUNHA, H. Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Brasília, Brasil. 2001.

SILVA, T. A. D. Aquíferos do Estado do Rio de Janeiro: Levantamento e Organização dos Dados, Análises Hidrodinâmicas e Hidrogeoquímicas. Rio de Janeiro. 2012.

SIQUEIRA, V. A. et al. Supplement of Toward continental hydrologic – hydrodynamic modeling in South America. Hydrol. Earth Syst. Sci, [s. l.], p. 4815–4842, 2018.

SIQUEIRA, V. A., FLEISCHMANN, A., JARDIM, P. F., FAN, F. M., AND COLLISCHONN, W.: IPH-Hydro Tools: A GIS coupled tool for watershed topology acquisition in an open-source environment, RBRH, 21, 274–287, <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n1.p274-287>, 2016.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2016. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: junho de 2018.



SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Indicadores e Informações sobre Saneamento 2011 a 2016. Disponível em www.snis.gov.br/ Acesso em: junho de 2018.

SNPT/MTur. SECRETARIA NACIONAL DE POLÍTICAS DE TURISMO; MINISTÉRIO DO TURISMO. Anuário Estatístico de Turismo - 2013 - Volume 40 - Ano base 2012, Brasília, DF: Ministério do Turismo, 2013. 223 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. Fundo apoiará APA de Cairuçu e Reserva de Juatinga, em Paraty. 2013. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/15612/fundo-apoiara-apa-de-cairucu-e-reserva-de-juatinga-em-paraty/>. Acesso em 07 jan. 2018.

SOUZA, L. B. Chuvas e Escorregamentos na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora - MG: Uma Abordagem Genética em Climatologia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. 2003.

SOUZA, P.A.V. Os impactos dos grandes empreendimentos na estrutura demográfica de Angra dos Reis (RJ) 1940-2000. Revista geo-paisagem (on line). Ano 2, nº 3, 2003. Janeiro/Junho de 2003.

MT. MINISTÉRIO DO TRABALHO. Bases Estatísticas RAIS e CAGED. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/inicial.php>. Acessado em: outubro de 2018.

TOPPER, R., K. L. SPRAY, W. H. BELLIS, J. L. HAMILTON, AND P. E. BARKMANN. SP-53 Ground Water Atlas of Colorado. Special Publications, SP-53. Denver, CO: Colorado Geological Survey, Division of Minerals and Geology, Department of Natural Resources, 2003.

TRANSPETRO. PETROBRAS TRANSPORTE S.A. TERMINAIS Aquaviários. Disponível em: http://www.transpetro.com.br/pt_br/areas-de-negocios/terminais-e-oleodutos/terminais-aquaviarios.html. Acesso em: 06 fev. 2018.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. REGA: Revista de Gestão de Água da América Latina, 1(1): 59-73. 2004.

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

TURISANGRA. FUNDAÇÃO DE TURISMO. Quantidade estimada de turistas 2017. Documento enviado por e-mail no mês de fevereiro de 2018. Angra dos Reis, RJ. 2017

UERJ. UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Relatório de Controle Ambiental - RCA da Estrada Parque Paraty - Cunha/RJ 165. Rio de Janeiro, 2010.



UFRRJ. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. Plano Diretor do Parque Estadual da Ilha Grande. Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Florestas da UFRRJ. 1992.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012 - Volume Rio de Janeiro. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - CEPED. Florianópolis, SC. 2013

UNACOOOP. União das Associações e Cooperativas Usuárias do Pavilhão 30. Diagnóstico Territorial - Território Baía Da Ilha Grande – Rio De Janeiro. 2011. Disponível em: <http://unacoop.org.br/unac/wp-content/uploads/2014/02/diagterritorial.pdf> Acesso em: dezembro de 2018.

UNACOOOP. UNIÃO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS USUÁRIOS DO PAVILHÃO 30. Diagnóstico Territorial do Território da Baía da Ilha Grande - Rio de Janeiro. Secretaria de Desenvolvimento Territorial, Ministério do Desenvolvimento Agrário. Rio de Janeiro, RJ. 2011. Disponível em: <http://unacoop.org.br/unac/wp-content/uploads/2014/02/diagterritorial.pdf>. Acesso em: dezembro de 2018.

VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; 2005.

WIKIPARQUES. Com a palavra: Rodrigo Rocha, gestor da Reserva Ecológica Estadual da Juatinga. 2016. Disponível em: <https://www.wikiparques.org/com-a-palavra-rodrigo-rocha-gestor-da-reserva-ecologica-estadual-da-juatinga/>. Acesso em: 15 jan. 2019.



APÊNDICES



APÊNDICE 1 - ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DA ESTAÇÃO PARATI

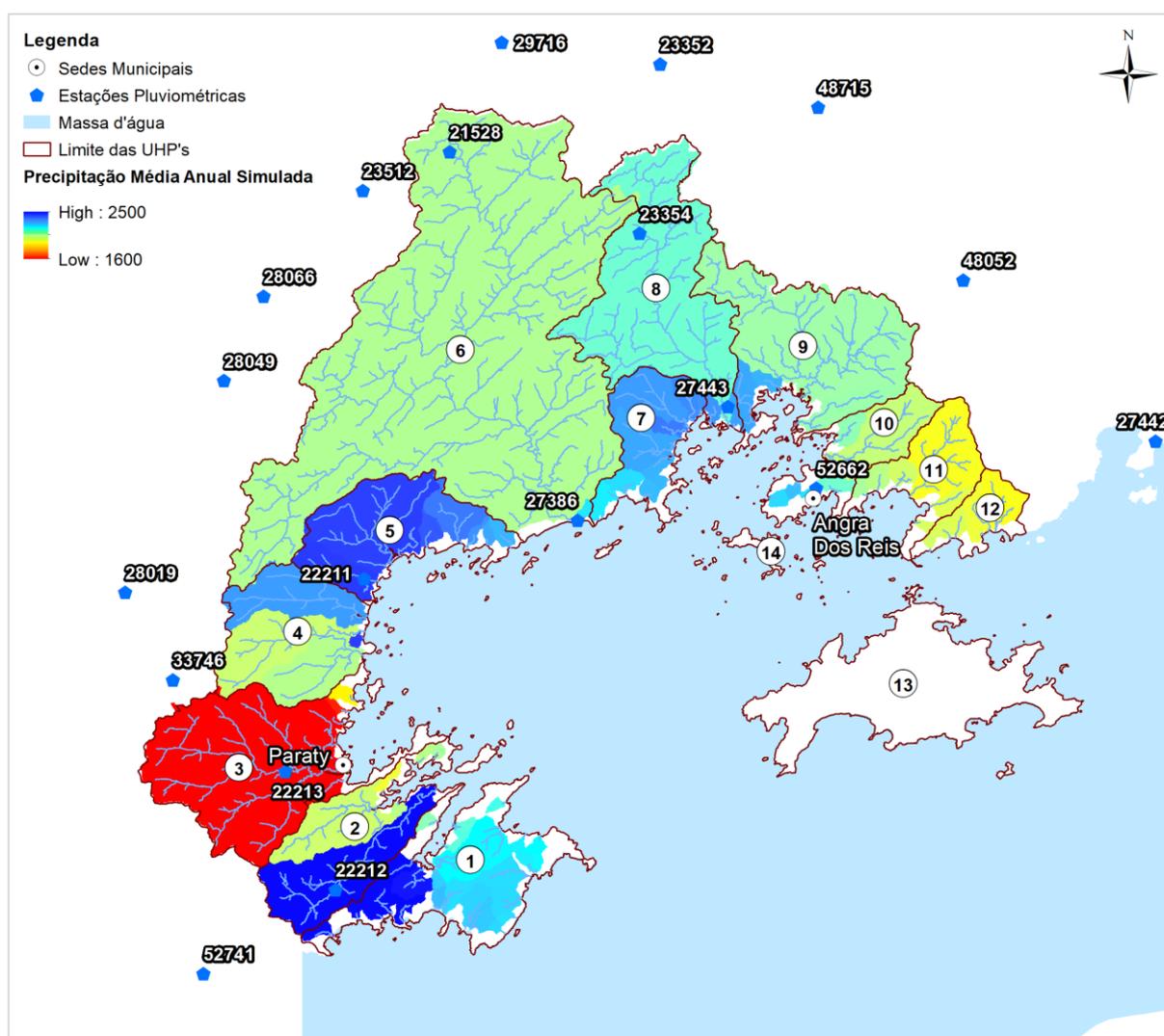


1. ANTECEDENTES

Na avaliação dos insumos utilizados para a modelagem da disponibilidade hídrica foi questionado o resultado obtido para a pluviosidade da UHP-3, onde encontra-se o centro de Paraty e a captação mais relevante da RH-I.

Entendo a importância do esclarecimento quando as dúvidas que surgem a partir dos resultados foram realizadas pesquisas visando a arguir sobre a manutenção dos dados utilizados e, por consequência, dos resultados obtidos, ou, concluindo que há necessidade por alguma incongruência, retirar dos insumos do modelo a estação de código 2344007, por esta apresentar indícios de problemas.

Os dados que suscitaram dúvidas sobre o quão realístico é o resultado apresentado na primeira versão do RD07 - Relatório de Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas, são apresentados na Figura 6.11.

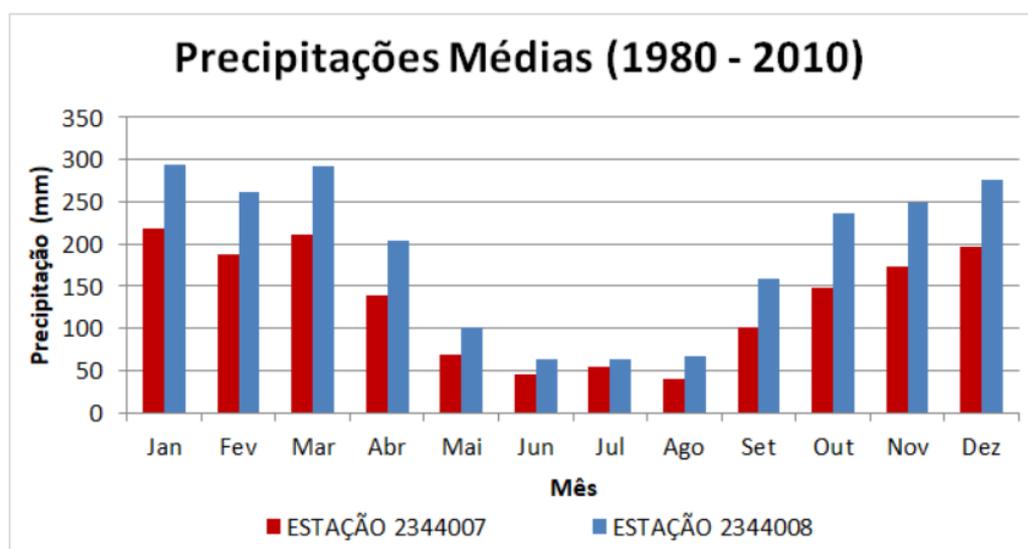


Fonte: Elaboração própria

Figura 1.1 – Chuvas Médias Anuais simuladas para diferentes áreas da Baía da Ilha Grande



Como pode ser observado, o resultado para Chuvas Médias Anuais para a região do centro de Paraty é da ordem de 1600 mm/ano, número abaixo das demais regiões da RH-I. As séries de chuvas diárias, obtidas através do Hidroweb (ANA, 2018), utilizadas para a geração do resultado apresentado na Figura 6.11, apresentam para a Estação Parati (2344007), volumes baixos, mesmo comparados com estações próximas, como a São Roque (2344008), como pode ser observado na Figura 6.10.



Fonte: Adaptado de ANA (2018)

Figura 1.2 – Diferença entre precipitações médias mensais nas Estações 2344007 e 2344008

Dado o exposto, buscou-se novos subsídios que esclarecessem os resultados encontrados a partir de uma série de dados de 30 anos, que se utilizou de informações fornecidas pela Agência Nacional de Águas.

2. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Com foco na avaliação dos resultados obtidos para a Estação Parati (2344007), foram realizados três processos: (i) nova aquisição dos dados através do portal Hidroweb (ANA, 2018) para a avaliação dos dados originais; (ii) avaliação de consistência da Estação Parati através do método proposto por Tucci (1997); e (iii) comparação com o Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM, 2011).

2.1. NOVA AQUISIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DADOS DE SÉRIES DIÁRIAS

Com o objetivo de eliminar qualquer contaminação da análise com erros grosseiros cometidos na aquisição dos resultados analisados neste documento e apresentado no capítulo anterior, como antecedentes, todos os dados analisados foram obtidos novamente da fonte original, o Portal Hidroweb da Agência nacional de Águas.



Para a análise foi realizado o download das séries históricas de 19 estações de monitoramento, apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Lista de estações pluviométricas consideradas

Código da Estação	Nome da Estação	Período de disponibilidade de dados	Período de disponibilidade de dados consistidos
02244006	SÃO JOSÉ DO BARREIRO	1943 a 2002	-
02244009	ARAPEI	1969 a 1996	-
02244014	CAPETINGA	1969 a 1996	-
02244015	CAMPOS DE CUNHA	1960 a 1991	-
02244022	BANANAL	1961 a 1970	-
02244025	FAZENDA SANTA ISABEL	1973 a 1987	-
02244099	UHE NILO PEÇANHA LÍDICE	1954 a 2012	1998 a 2012
02244135	FAZENDA DAS GARRAFAS	1981 a 2018	1981 a 2005
02244136	BOCAINA	1982 a 2008	-
02244148	IBICUÍ	1989 a 2018	1989 a 2005
02244149	BRACUI	1990 a 2018	1990 a 2005
02344001	FAZENDA DO CUME	1939 a 2006	-
02344005	PICINGUABA	1944 a 2000	-
02344006	PATRIMÔNIO	1967 a 2018	1967 a 2005
02344007	PARATI	1962 a 2018	1962 a 2005
02344008	SÃO ROQUE	1967 a 2018	1967 a 2005
02344009	ALTO S. DO MAR - B. MATO LIMPO	1967 a 2018	1982 a 2005
02344013	ANGRA DOS REIS	1961 a 1998	-
02344016	VILA MAMBUCABA	1982 a 2018	1982 a 2005

Fonte: adaptado de ANA (2019)

O banco de dados elaborado a partir da nova aquisição de dados foi comparado com os resultados já obtidos e apresentado na primeira versão do RD07. Nessa comparação não foram encontradas divergências, o que possibilita a conclusão que não há diverge/-encia ou alteração nos dados obtidos do Portal Hidroweb.

2.2. AVALIAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DA ESTAÇÃO PARATI

A partir do banco de dados montado com séries diárias, como descrito no item anterior, foi possível o cálculo dos acumulados médios para as estações do entorno regional da Estação Parati. Com esses acumulados foi possível a análise da consistência das séries dessa Estação.

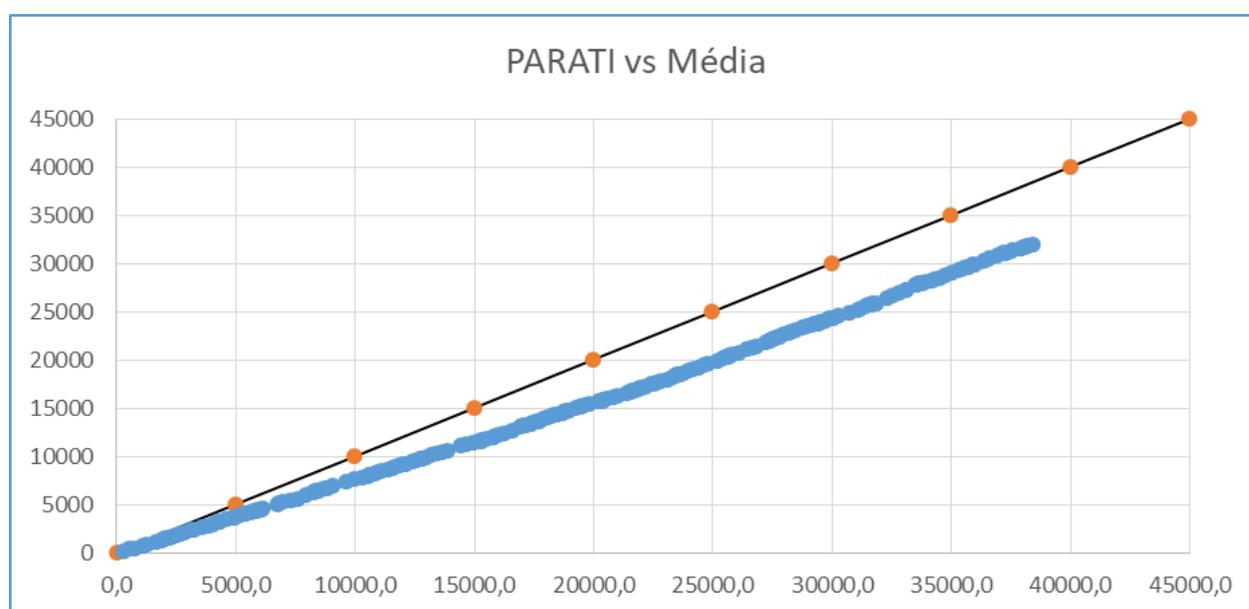
A avaliação de consistência de séries pluviométricas, na metodologia proposta Tucci (1997), do Método da Dupla Massa, desenvolvido pelo *Geology Survey* (EUA), no qual se comparam as series históricas de estação com as médias acumuladas de estação da mesma região buscando-se encontrara inconsistências ou mudanças de tendência. Tucci (1997) sugere quatro resultados típicos da avaliação, dos quais foram encontrados dois.

As estações Parati (Figura 2.1), São Roque (Figura 2.2) e Patrimônio (Figura 2.3), se enquadram no caso típico que indica a não existência de inconsistência na série analisada, já



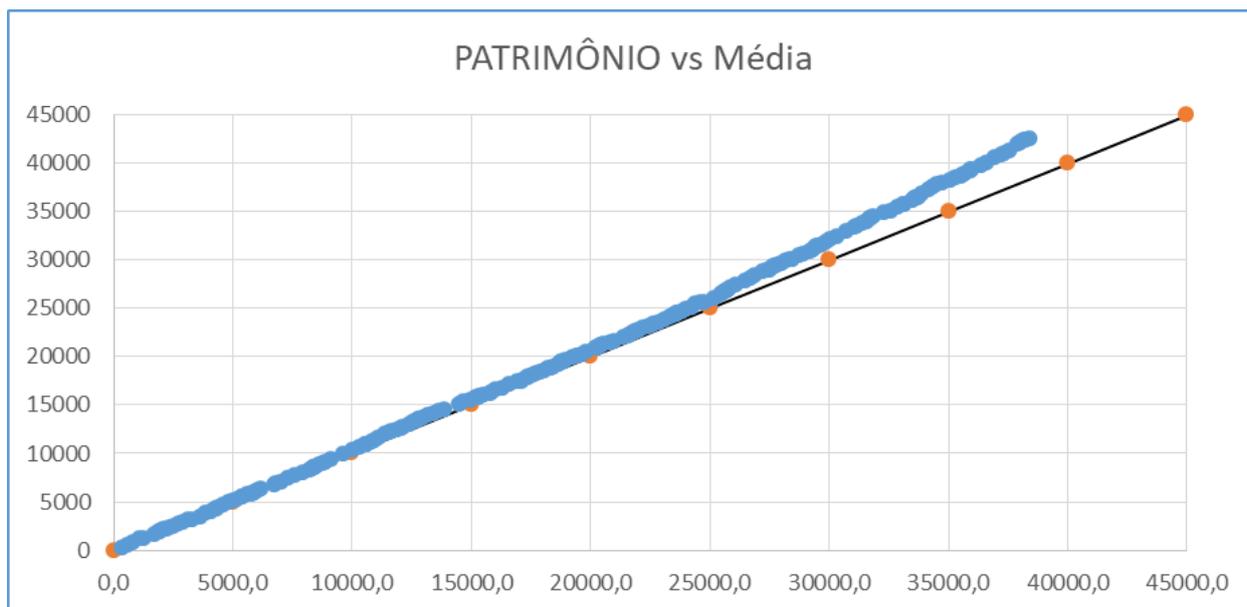
que não há inflexões relevantes, quebras no alinhamento da plotagem dos dados ou mesmo dispersão dos pontos. A Estação de Parati é, da quatro analisadas, a única que mantém seus valores abaixo da média, o que não indica a ocorrência de qualquer tipo de erro, mas sim que possui um regime pluviométrico menor que as demais, mas coerente com a região.

A Estação Alto da Serra do Mar (Figura 2.4) apresenta uma inflexão, o que indica uma mudança de tendência. Tucci (1997) apresenta duas suposições para a causa desse comportamento, ou trata-se de comportamento decorrente de erros sistemáticos, ou trata-se de comportamento causado por uma mudança física que de fato tenha alterado regime de precipitação.



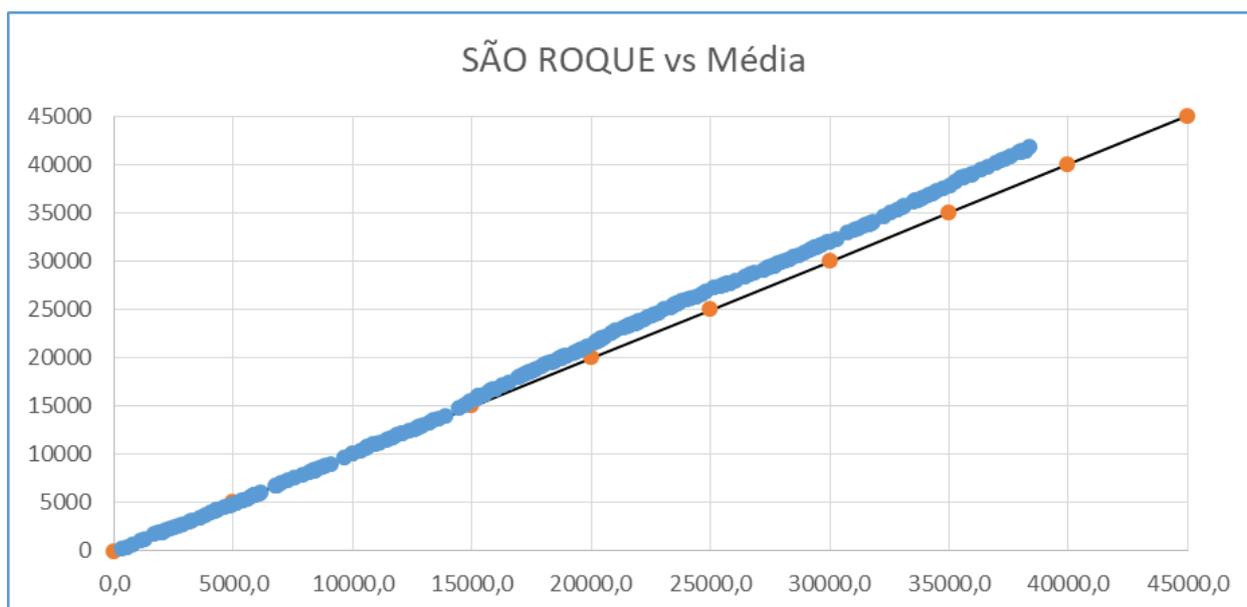
Fonte: adaptado de ANA (2019)

Figura 2.1 - Comportamento da Estação Parati na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, São Roque e Alto da Serra do Mar



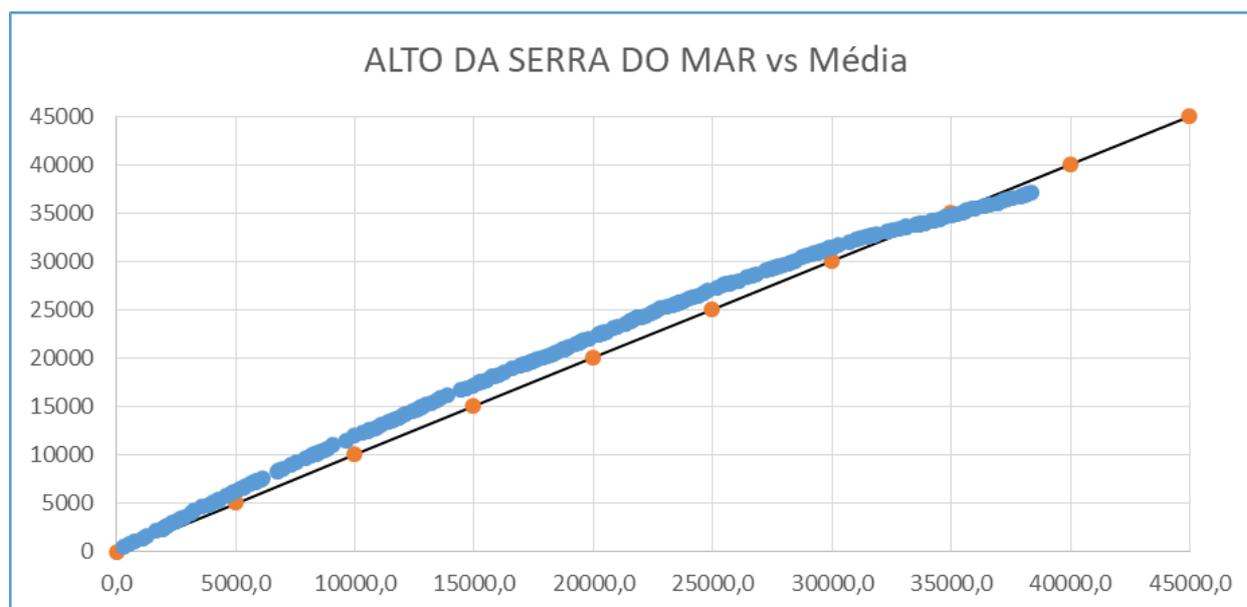
Fonte: adaptado de ANA (2019)

Figura 2.2 - Comportamento da Estação Patrimônio na comparação à média dos acumulados das estações Parati, São Roque e Alto da Serra do Mar



Fonte: adaptado de ANA (2019)

Figura 2.3 - Comportamento da Estação São Roque na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, Parati e Alto da Serra do Mar



Fonte: adaptado de ANA (2019)

Figura 2.4 - Comportamento da Estação Alto da Serra do Mar na comparação à média dos acumulados das estações Patrimônio, São Roque e Parati

Como pode ser observado nas figuras, não motivação, pela análise realizada, para que se suponha qualquer inconsistência dos dados da Estação Parati. O comportamento é coerente com as outras estações da região, diferindo apenas nos valores de pluviosidade menores que a média da região.

2.3. COMPARAÇÃO COM DADOS DO ATLAS PLUVIOMÉTRICO

O Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM, 2011) apresenta as isoietas anuais médias para Paraty (Figura 2.6). Junto as isoietas apresenta gráficos de alturas anuais médias para alguns pontos, entre eles o centro de Paraty e a Ponte Branca, que são locais próximos a Estação Parati.

No total, o Atlas Pluviométrico apresenta alturas de chuva para 8 pontos, dos quais 2 estão acompanhados por * e 2 são estação com seus códigos explícitos na apresentação dos gráficos. As duas estações que são apresentadas são: São Roque (02344008) e Patrimônio (02344006). São demais pontos apresentados são referentes a localidades da região e incluem São Roque, Patrimônio, Paraty-Mirim, Paraty, Ponte Branca e Tarituba.

A mensagem referente a indicação do * é: * Médias mensais estimadas a partir das isoietas de médias mensais.

Então, 6 dos 8 pontos que tem suas médias mensais apresentadas, não tem suas médias de precipitação obtidas a partir de monitoramento, mas sim, a partir de uma estimativa.

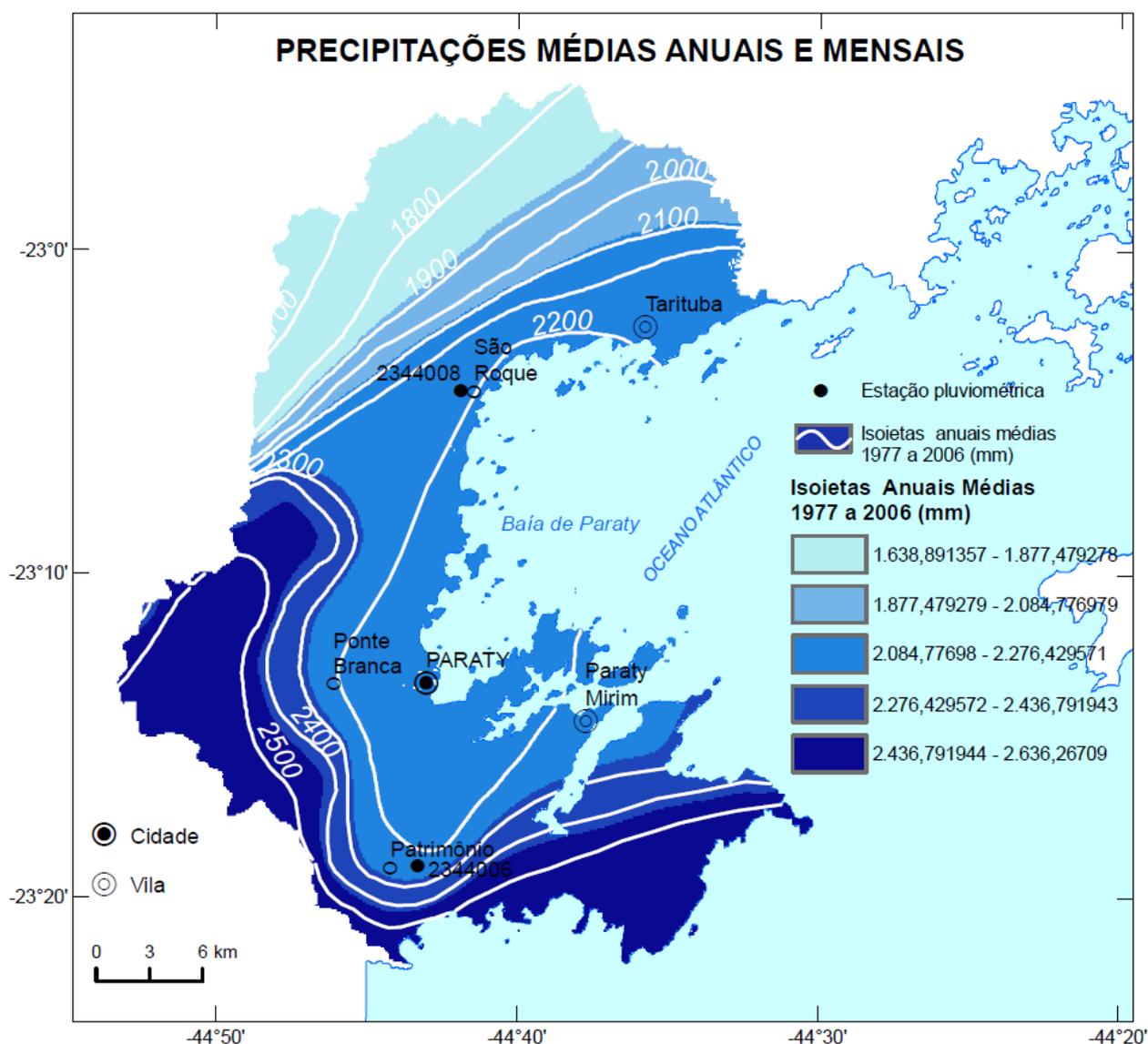
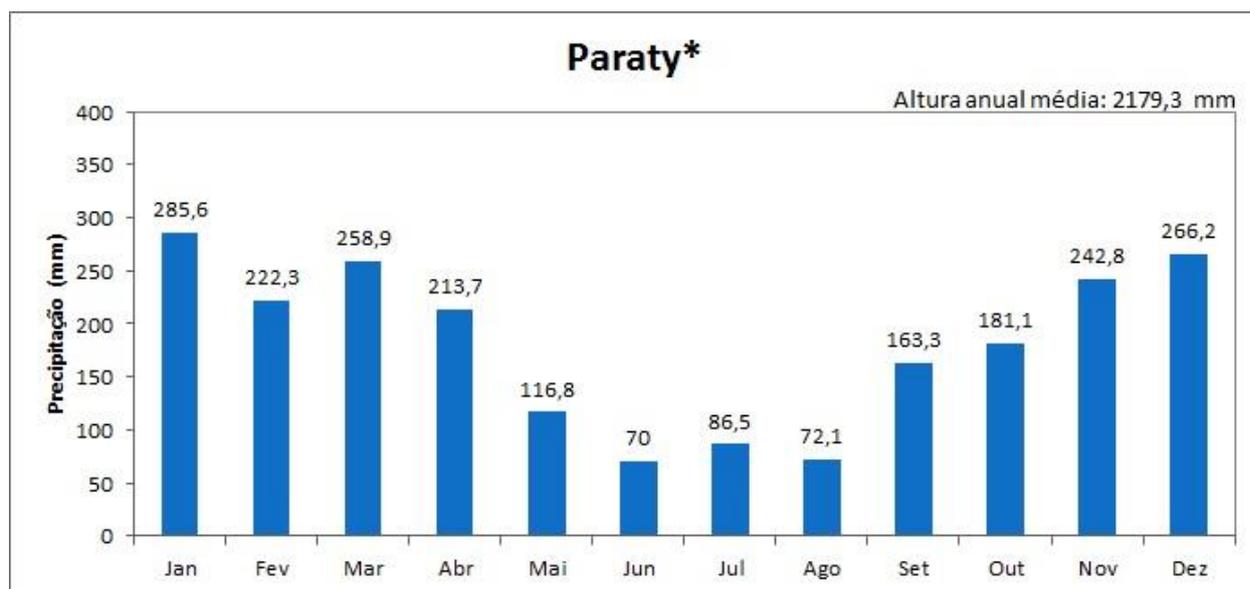
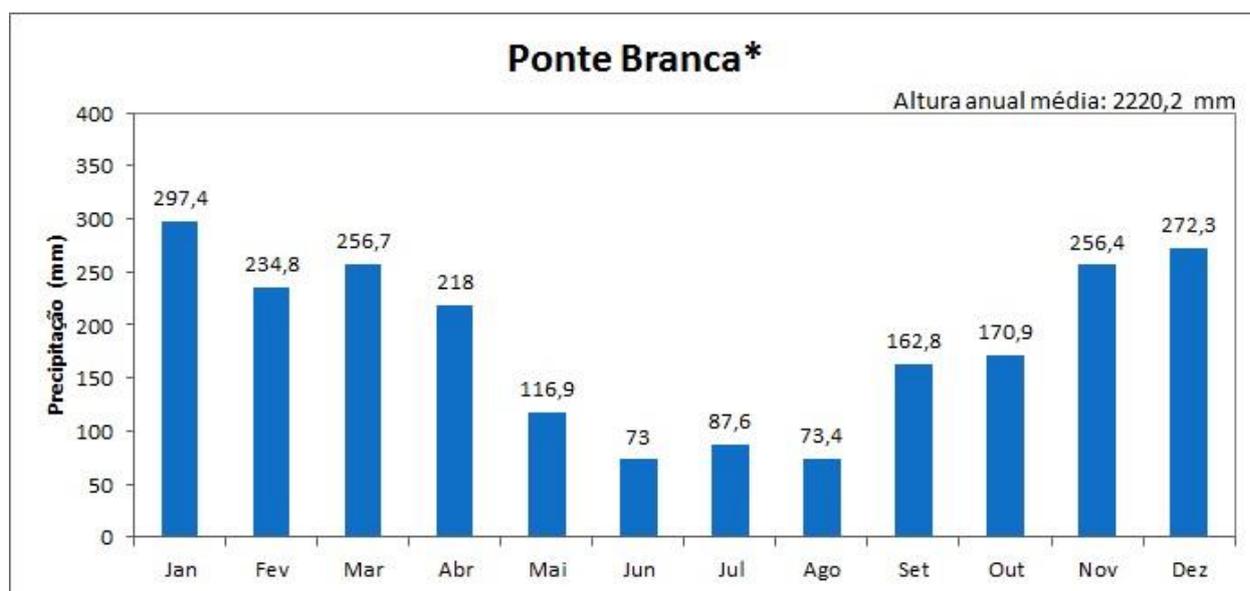


Figura 2.5 - Precipitações médias e isoietas anuais médias para Paraty



Fonte: Atlas do Pluviométrico do Brasil (2011)

Figura 2.6 - Precipitações médias mensais em Paraty



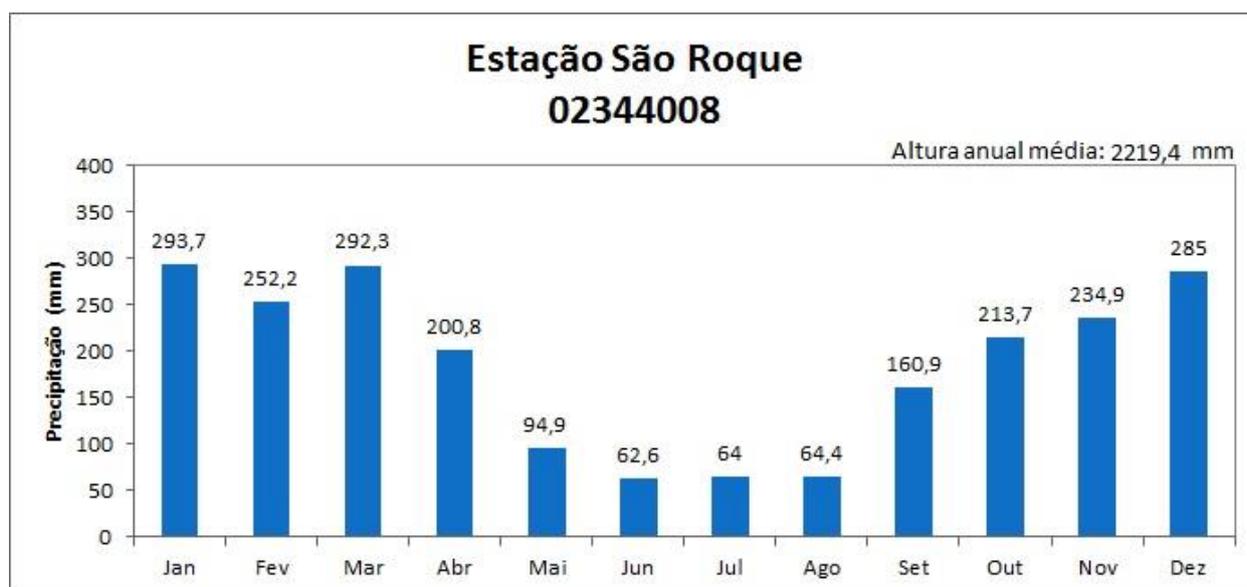
Fonte: Atlas do Pluviométrico do Brasil (2011)

Figura 2.7 - Precipitações médias mensais na Ponte Branca



Fonte: Atlas do Pluviométrico do Brasil (2011)

Figura 2.8 - Precipitações médias mensais na Estação Patrimônio



Fonte: Atlas do Pluviométrico do Brasil (2011)

Figura 2.9 - Precipitações médias mensais na Estação São Roque

Ou seja, as isoietas correspondem a análise realizada a partir de duas estações: Estação Patrimônio (02344006) e Estação São Roque (02344008). Na análise realizada no item 2.2, verificou-se que essas estações possuem regime acima da média regional, contrário à o que ocorre com a Estação Parati, que possui regime abaixo da média regional, de forma que o resultado apresentado para os pontos próximos a Estação Parati, pelo Atlas Pluviométrico apresentam, e só poderiam apresentar, valores anuais acima dos medidos na estação.



3. CONCLUSÕES

Não foram encontrados indicativos de que há alguma anormalidade nos resultados apresentados pela Estação Paraty (2344007). Com isso a utilização dessa estação na rede utilizada para o diagnóstico da disponibilidade é mantida.



**APÊNDICE 2 - ANÁLISE DAS CURVAS
CHAVES DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS
UTILIZADAS**



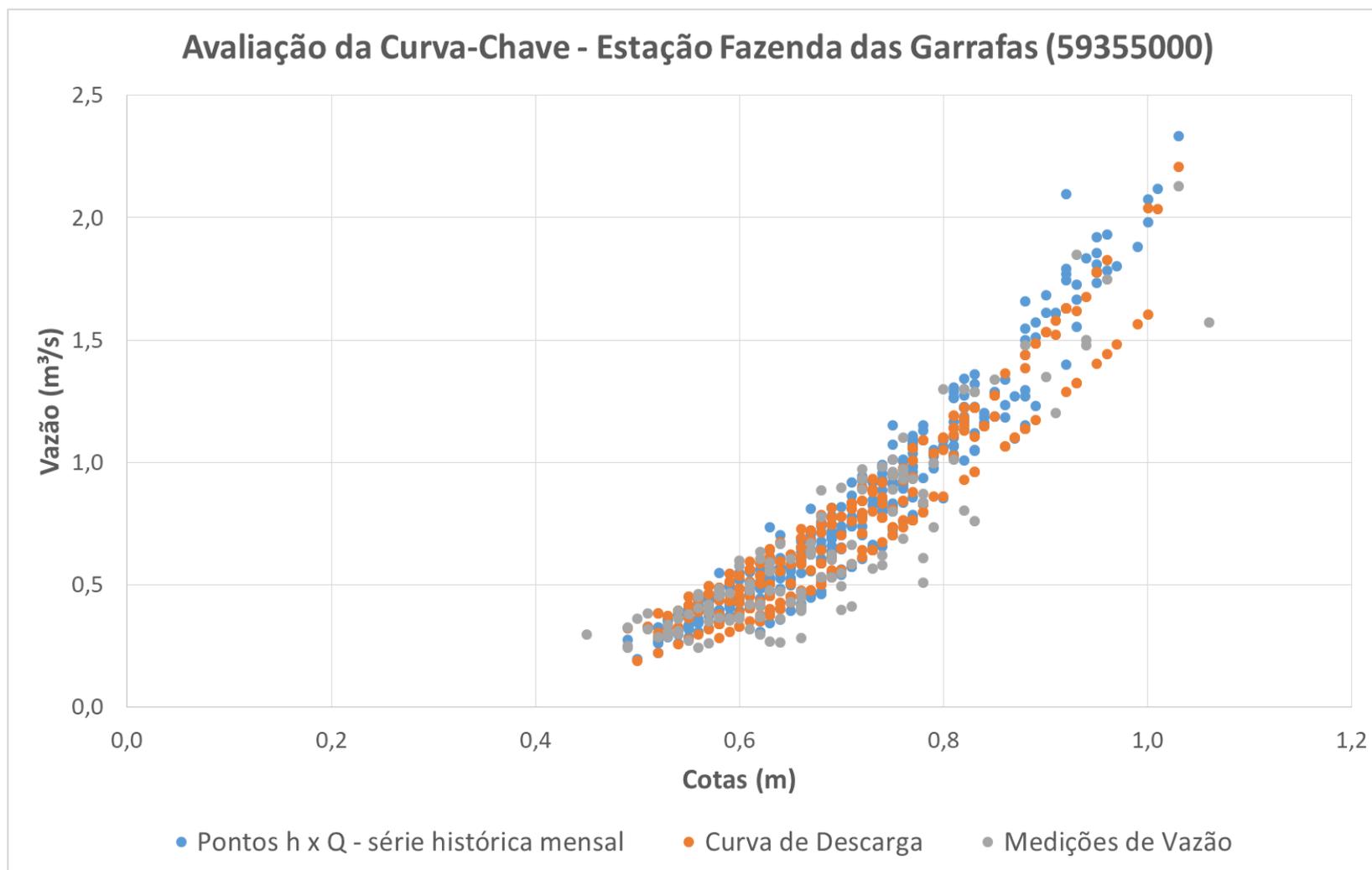
1. AVALIAÇÃO REALIZADA

Para a utilização dos dados das estações fluviométricas foi realizada uma análise de consistência dos dados baseado na aplicação das curvas-chave. Essa avaliação foi realizada utilizando os dados obtidos diretamente do hidroweb (ANA, 2018), especialmente as séries de observações e as equações das curvas-chave para os períodos e intervalos de cota das observações utilizadas.

As figuras a seguir apresentam os resultados obtidos a partir da apresentação dos pontos H (cota) e Q (vazão) da série histórica mensal, dos pontos gerados a partir das curvas de descarga e das medições de vazão.

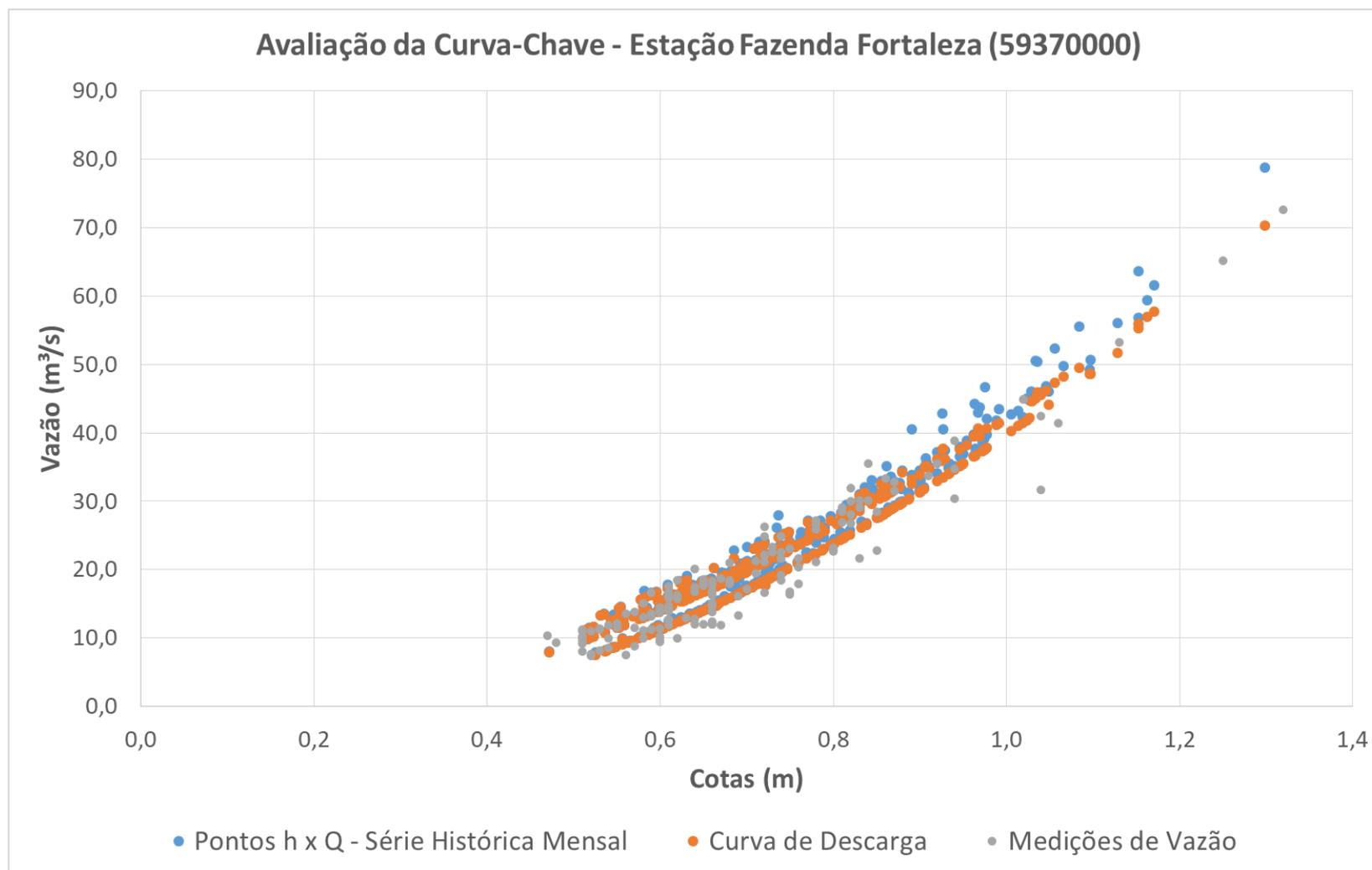
Como pode ser observado, para as três estações os pontos plotados a partir das curvas possuem boa correlação com os pontos das medições. Mesmo na estação Parati, que possui uma variabilidade de observações maior que as demais, as curvas para os períodos e cotas apresentam comportamento bastante semelhante aos dados observados.

Desta forma pode-se concluir que não há qualquer indicação de inconsistência nos dados utilizados.



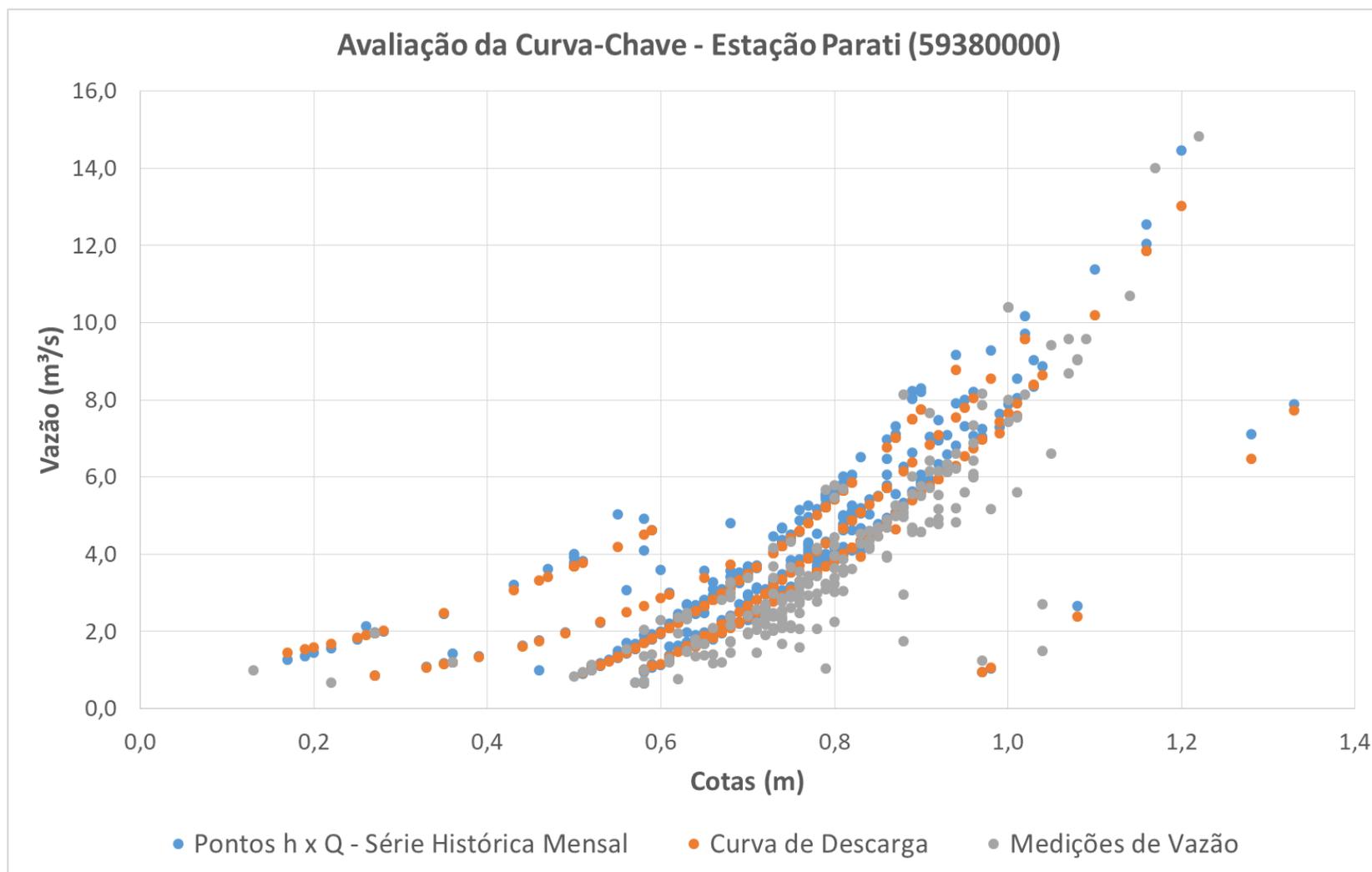
Fonte: Elaboração própria

Figura 1.1 - Avaliação da curva-chave para a estação Fazenda das Garrafas



Fonte: Elaboração própria

Figura 1.2 - Avaliação da curva-chave para a estação Fazenda Fortaleza



Fonte: Elaboração própria

Figura 1.3 - Avaliação da curva-chave para a estação Parati