

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Secretaria Estadual do Ambiente - SEA
Instituto Estadual do Ambiente - INEA



GOVERNO DO
Rio de Janeiro

inea instituto estadual
do ambiente



CONTRATO Nº 56/2011 - INEA

**ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS
HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA
MACAÉ E DAS OSTRAS**

**RELATÓRIO SÍNTESE
E DIAGNÓSTICO INTEGRADO (RS)**

VERSÃO FINAL

Consórcio MACAÉ/OSTRAS:

Fevereiro/2014





inea instituto estadual
do ambiente



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

**Secretaria Estadual do Ambiente - SEA
Instituto Estadual do Ambiente - INEA**

Petróleo Brasileiro S.A.

**Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e
das Ostras**

Contrato Nº 56/2011 - INEA

ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA MACAÉ/OSTRAS

PRH-MACAÉ/OSTRAS

**RELATÓRIO SÍNTESE E DIAGNÓSTICO INTEGRADO
(RS)**

VERSÃO FINAL

Consórcio MACAÉ/OSTRAS:



(FEVEREIRO/2014)

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Código:	EG0143-R-PRH-RS-01-02			
Título do Documento:	RELATÓRIO SÍNTESE E DIAGNÓSTICO INTEGRADO			
Aprovador:	Antônio Eduardo Leão Lanna			
Data da Aprovação:	28/02/2014			
Controle de Revisões				
Nº da Revisão	Natureza/Justificativa	Aprovação		
		Data	Responsável	Rubrica
00	Emissão Inicial	19/09/2012	Antônio Lanna	
01	Emissão Final	07/01/2014	Antônio Lanna	
02	Parecer	28/02/2014	Antônio Lanna	

ÍNDICE

ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA MACAÉ/OSTRAS PRH-MACAÉ/OSTRAS

RELATÓRIO SÍNTESE E DIAGNÓSTICO INTEGRADO (RS) VERSÃO FINAL

ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1	Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....	2
1.2	Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos.....	2
1.3	Conteúdo do Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras	4
2	ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	5
3	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA.....	15
3.1	Aspectos Históricos e Culturais	16
3.2	Dinâmica Demográfica	17
3.3	Dinâmica Econômica.....	20
3.3.1	Setor Primário.....	21
3.3.2	Setores Secundário e Terciário	23
3.4	Polarização e Infraestrutura Regional.....	25
3.4.1	Estruturação da Rede Urbana	25
3.4.2	Infraestrutura Regional	26
3.5	Condições de Vida da População.....	32
4	ATORES SOCIAIS DA RH VIII	35
5	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	38
5.1	Meio Físico.....	39
5.1.1	Geologia	39
5.1.2	Geomorfologia.....	42
5.1.3	Pedologia	44
5.1.4	Clima	48
5.1.5	Recursos Hídricos Superficiais	50
5.1.6	Recursos Hídricos Subterrâneos	54
5.2	Meio Biótico.....	57
5.2.1	Cobertura Vegetal	57
5.2.2	Fauna	61
5.3	Limnologia.....	68
6	CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	70
7	DISPONIBILIDADES HÍDRICAS.....	96

7.1	Águas Superficiais.....	97
7.1.1	Avaliação da Disponibilidade Hídrica	97
7.1.2	Estudos e Inventário Qualitativo	114
7.2	Águas Subterrâneas.....	142
7.2.1	Hidrogeologia	142
7.2.2	Disponibilidade Hídrica dos Recursos Hídricos Subterrâneos	149
7.2.3	Qualidade das Águas Subterrâneas	155
7.2.4	Vulnerabilidade dos Aquíferos	158
7.2.5	Água Mineral	162
8	DEMANDAS HÍDRICAS.....	164
8.1	Fontes das Informações	165
8.2	Avaliação das Demandas para fins de Balanço Hídrico.....	172
8.3	Usos Consuntivos	173
8.3.1	Abastecimento Humano	173
8.3.2	Dessedentação Animal.....	175
8.3.3	Abastecimento Industrial	179
8.3.4	Irrigação	181
8.3.5	Termelétricas.....	184
8.4	Usos Não Consuntivos	186
8.4.1	Uso Hidrelétrico	186
8.4.2	Navegação	188
8.4.3	Turismo e Lazer.....	188
8.4.4	Aquicultura e Pesca.....	190
8.4.5	Extração Mineral.....	191
8.4.6	Lançamento de Esgotos Domésticos, Industriais e Agrícolas	191
8.4.7	Proteção Ambiental	198
8.5	Consolidação das Demandas Hídricas	199
9	BALANÇO HÍDRICO.....	201
9.1	Metodologia Adotada.....	202
9.2	Balanço Hídrico Quantitativo	202
9.3	Balanço Hídrico Qualitativo	208
10	DIAGNÓSTICO INTEGRADO.....	214
10.1	Aspectos Relacionados ao Geoprocessamento	215
10.2	Caracterização Geral.....	217
10.3	Aspectos Socioeconômicos	218
10.4	Diagnóstico Temático Sintético da Região da Bacia do Alto Rio Macaé.....	221
10.4.1	Hidrologia	221
10.4.2	Hidrogeologia e Nascentes de Água.....	222
10.4.3	Qualidade da Água	222

10.4.4	Relevo	223
10.4.5	Pedologia e Aptidão de Uso do Solo	223
10.4.6	Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal	225
10.5	Diagnóstico Temático Sintético da Região das Bacias do Médio e Baixo Macaé e Alto Rio das Ostras.....	226
10.5.1	Hidrologia	226
10.5.2	Hidrogeologia e Nascentes de Água.....	226
10.5.3	Qualidade da Água	226
10.5.4	Relevo	227
10.5.5	Pedologia e Aptidão de Uso do Solo	228
10.5.6	Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal	229
10.6	Diagnóstico Temático Sintético da Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras.....	230
10.6.1	Hidrologia	230
10.6.2	Hidrogeologia	230
10.6.3	Qualidade da Água	231
10.6.4	Relevo	231
10.6.5	Pedologia e Aptidão de Uso do Solo	232
10.6.6	Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal	233
10.7	Diagnóstico Temático Sintético da Região Litorânea.....	234
10.7.1	Hidrologia	234
10.7.2	Hidrogeologia	234
10.7.3	Qualidade da Água	234
10.7.4	Relevo	235
10.7.5	Pedologia e Aptidão de Uso do Solo	236
10.7.6	Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal	237
10.8	Avaliação das Vocações Econômicas	237
10.8.1	Região do Alto Rio Macaé	237
10.8.2	Região das Bacias do Médio e Baixo Macaé e Alto Rio das Ostras.....	238
10.8.3	Região dos Baixos Rios Macaé e das Ostras	239
10.8.4	Região Litorânea	239
10.9	Avaliação Integrada Quanto à Aplicabilidade dos Instrumentos de Gerenciamento de Recursos Hídricos	240
10.9.1	Região da Bacia do Alto rio Macaé.....	240
10.9.2	Região das Bacias do Médio e Baixo Rio Macaé e do Alto Rio das Ostras	240
10.9.3	Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras	241
10.9.4	Região Litorânea	241
11	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	242

RELAÇÃO DE QUADROS E FIGURAS

RELAÇÃO DE QUADROS

Quadro 2.1: Mecanismos de Cobrança pelo Uso de Águas de Domínio do Estado do Rio de Janeiro, aprovados pela Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003	12
Quadro 3.1: População residente estimada e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, por município da RH VIII (2010)	17
Quadro 3.2: População residente e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, segundo municípios da RH VIII (2010)	19
Quadro 3.3: Área e Densidade Demográfica na RH VIII (2010)	19
Quadro 3.4: Grau de urbanização (%) segundo municípios, RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (1991-2010).....	20
Quadro 3.5 Número de estabelecimentos, área dos estabelecimentos agropecuários e área média dos estabelecimentos agropecuários, segundo RH VIII e municípios, 2006	21
Quadro 3.6: Estabelecimentos e empregos formais e distribuição percentual, por municípios da RH VIII (2010)	23
Quadro 3.7: Efetivo animal (cabeças) e distribuição percentual segundo tipos de rebanhos na RH VIII (2006)	24
Quadro 3.8: Estabelecimentos e empregos por classes de atividade das Indústrias Extrativas (2010)	24
Quadro 3.9: Veículos de comunicação na RH VIII (2012)	30
Quadro 3.10: Estabelecimentos de saúde, por tipo, segundo os município da RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (2010).....	31
Quadro 3.11: Estabelecimentos de ensino em atividade, por dependência administrativa, salas de aula existentes e utilizadas, segundo municípios da RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (2010).....	31
Quadro 3.12: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (1991-2000).....	32
Quadro 3.13: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000-2009)	33
Quadro 3.14: Índice de Carência Habitacional (ICH) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000)	33
Quadro 5.1: Aptidão agrícola dos solos da RH Macaé e das Ostras.....	44
Quadro 5.2: Distribuição das classes de restrição ao uso agrícola dos solos da RH VIII	44
Quadro 5.3: Estações fluviométricas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Macaé.....	50
Quadro 6.1: Relação das Unidades de Conservação na Região	72
Quadro 6.2: Áreas das classes de cobertura e uso, por sub-bacia	74
Quadro 6.3: Infraestrutura viária na RH VIII	75
Quadro 6.4: Agrupamentos urbanos na RH VIII.....	75
Quadro 6.5: Agrupamentos rurais isolados na RH VIII.....	75
Quadro 6.6: Polos industriais e de geração de energia na RH VIII.....	75
Quadro 6.7: Setores censitários na RH VIII (IBGE 2010).....	76
Quadro 6.8: Distritos na RH VIII.....	76
Quadro 7.1: Postos fluviométricos da bacia do rio Macaé existentes no banco de dados Hidroweb, e posto fluviométrico Jusante BR101, operado pela empresa HICON.....	98

Quadro 7.2: Postos pluviométricos disponibilizados no banco de dados da ANA, no interior da RH VIII.....	100
Quadro 7.3: Postos pluviométricos disponibilizados no banco de dados da ANA, no entorno da RH VIII.....	100
Quadro 7.4: Postos climatológicos do banco de dados Hidroweb na RH VIII e entorno.....	103
Quadro 7.5: Vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} em pontos de controle na Região Hidrográfica VIII, estimadas através da análise das séries de vazão geradas pelo modelo MGB-IPH, no período de 1950 a 2011.....	109
Quadro 7.6: Estações da rede de monitoramento proposta para a bacia do rio Macaé (Benassuly, 2009).....	118
Quadro 7.7: Frequência de ocorrência das classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, para os pontos M20 e J200, em percentagem (%).....	119
Quadro 7.8: Localização das estações amostrais no rio Macaé.....	120
Quadro 7.9: Dados de qualidade da água dos pontos de amostragem na Bacia do Rio Macaé.....	122
Quadro 7.10: Resultado da análise de qualidade das águas da bacia do rio das Ostras (PMRO, 2004 apud Prioste, 2007).....	129
Quadro 7.11: Localização das estações amostrais no rio das Ostras e rio Iriry.....	131
Quadro 7.12: Dados de campo das Estações Amostrais na Bacia do Rio das Ostras e Iriry.....	131
Quadro 7.13: Resultados do IQA da BH da Lagoa de Imboacica, com a cor correspondente ao referencial do nível de qualidade (Barreto, 2009).....	138
Quadro 7.14: Conformidade dos parâmetros a Resolução nº 357/05 CONAMA (Barreto, 2009).....	139
Quadro 7.15: Localização dos Pontos de Amostragens na Bacia da Lagoa de Imboacica.....	139
Quadro 7.16: Dados de campo das Estações Amostrais na Bacia da Lagoa de Imboacica.....	140
Quadro 7.17: Classes de favorabilidade definidas por Barreto et al (2000) - aquíferos cristalinos.....	149
Quadro 7.18: Relação dos pontos amostrados para água subterrânea.....	157
Quadro 7.19: Dados levantados em campo, por pontos amostrados. Profundidade do poço (Prof), temperatura da água (Temp Água), pH, condutividade elétrica da água (Cond), salinidade (Sal) e turbidez (Turb).....	157
Quadro 7.20: Classes de vulnerabilidade e área de ocorrência.....	158
Quadro 7.21: Classes de risco potencial de contaminação dos aquíferos.....	160
Quadro 7.22: Solicitações de Pesquisa e Concessão de Água Mineral Cadastradas no DNPM.....	162
Quadro 8.1: Usuários cadastrados no CNARH.....	165
Quadro 8.2: Distribuição dos usuários não validados por município.....	166
Quadro 8.3: Distribuição dos volumes anuais cadastrados (m^3 /ano), conforme sazonalidade, por sub-bacia e por finalidade.....	167
Quadro 8.4: Número de usuários e vazão captada (m^3 /ano) em função do corpo hídrico e da finalidade de uso.....	169

Quadro 8.5: Síntese dos volumes anuais registrados no CNARH, por setor usuário, na RH VIII	169
Quadro 8.6: Distribuição dos registros de outorga por categoria de processo	171
Quadro 8.7: Distribuição das certidões ambientais e das vazões anuais para fins de uso insignificante por finalidade	171
Quadro 8.8: Distribuição das outorgas e das vazões anuais por finalidade de uso	171
Quadro 8.9: Síntese dos volumes anuais outorgados, por setor usuário, na RHVIII	172
Quadro 8.10: Coeficiente de retirada urbana <i>per capita</i>	173
Quadro 8.11: Estimativa das demandas hídricas da população urbana em 2012.	174
Quadro 8.12: Estimativa das demandas hídricas da população rural em 2012.	174
Quadro 8.13: Estimativa dos rebanhos para o ano de 2012 na RH VIII	175
Quadro 8.14: BEDA (Bovinos Equivalentes) calculados para os rebanhos da RH VIII.....	177
Quadro 8.15: Demandas hídricas unitárias por tipo de rebanho	177
Quadro 8.16: Estimativa das demandas hídricas para uso animal em 2012	178
Quadro 8.17: Estimativa das demandas hídricas para uso industrial em 2012.....	179
Quadro 8.18: Estabelecimentos com área irrigada por município e método de irrigação. ...	181
Quadro 8.19: Área desenvolvida para irrigação na cena atual 2012	183
Quadro 8.20: Estimativa das demandas hídricas para irrigação em 2012.....	183
Quadro 8.21: Monitoramento realizado pelo INEA, praias de Macaé, 2012	190
Quadro 8.22: Monitoramento realizado pelo INEA, praias de Rio das Ostras, 2012	190
Quadro 8.23: Tratamentos declarados.....	195
Quadro 8.24: Demanda de água e tratamento de esgoto, em Macaé, segundo o documento Planejamento Macaé - Relatório de Saneamento Básico	196
Quadro 8.25: Situação das ETEs existentes.....	197
Quadro 8.26: Demandas hídricas da RH VIII por município e finalidade de uso	200
Quadro 9.1: Comprometimento da disponibilidade hídrica, considerando o consumo hídrico(2012)	206
Quadro 9.2: Descrição das faixas de valores admissíveis por classe de enquadramento dos principais parâmetros de qualidade	208
Quadro 10.1: Classificação dos principais solos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras e sua erodibilidade.....	217
Quadro 10.2: População residente estimada e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, por município da RH VIII (2010)	219
Quadro 10.3: Percentual da população residente estimada sobre a população residente, por situação de domicílio, segundo municípios, e indicadores de urbanização na RH VIII (2010)	220
Quadro 10.4: Composição do Produto Interno Bruto (PIB) na RH VIII (2009)	220
Quadro 10.5: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000-2009)	221

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1.1: Limite atual da RH VIII (Res. CERHI-RJ nº107/2013) e limite adotado no Plano de Recursos Hídricos da RH VIII.....	4
Figura 2.1: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – Processo de Planejamento	8
Figura 2.2: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos.....	9
Figura 2.3: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – Outros dispositivos	10
Figura 2.4: Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro.....	11
Figura 3.1: Distribuição da população inserida na RH VIII, estimada pelos setores censitários.....	18
Figura 3.2: Total de empregos nas principais atividades das Indústrias Extrativas no Estado. Comparativo Municípios RH VIII X Conjunto de Municípios do Estado	25
Figura 3.3: Diagrama da Rede Urbana dos Municípios da RH VIII.....	26
Figura 5.1: Mapa de Localização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RHVIII).....	40
Figura 5.2: Mapa Geológico da RH VIII	41
Figura 5.3: Mapa Geomorfológico da RHVIII	43
Figura 5.4: Mapa de Solos da RH VIII.....	45
Figura 5.5: Mapa de Aptidão dos Solos da RH VIII	46
Figura 5.6: Mapa das Classes de Restrição de Uso Agrícola da RH VIII	47
Figura 5.7: Mapa de Precipitação	49
Figura 5.8: Mapa das Bacias Hidrográficas.....	51
Figura 5.9: Mapa das Sub-bacias do Rio Macaé.....	52
Figura 5.10: Localização das Estações Fluviométricas da Bacia do Rio Macaé.....	53
Figura 5.11: Mapa dos Aquíferos da RH VIII.....	56
Figura 5.12: Mapa de Cobertura Vegetal da RH VIII	58
Figura 6.1: Participação percentual, por tipo de app, nas sub- bacias da RH VIII	72
Figura 6.2: Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da RH VIII.....	77
Figura 6.3: Mapa das APP de Hidrografia da RH VIII.....	78
Figura 6.4: Mapa das APP de Nascentes da RH VIII	79
Figura 6.5: Mapa das APP de Declividade e Altitude na RH VIII.....	80
Figura 6.6: Mapa das APP de Topo de Morro na RH VIII.....	81
Figura 6.7: Mapa das Unidades de Conservação na RH VIII	82
Figura 6.8: Mapa de Hidrografia por Tipo de Drenagem da RH VIII.....	83
Figura 6.9: Mapa de Hidrografia por Ordem de Drenagem da RH VIII	84
Figura 6.10: Mapa das Áreas de Extração Mineral na RH VIII	85
Figura 6.11: Mapa das Estações de Captação de Água na RH VIII	86

Figura 6.12: Mapa das Estações de Tratamento de Água na RH VIII	87
Figura 6.13: Mapa das Estações de Tratamento de Esgoto na RH VIII	88
Figura 6.14: Mapa das Dutovias na RH VIII	89
Figura 6.15: Mapa das Linhas de Transmissão de Energia na RH VIII	90
Figura 6.16: Mapa da Infraestrutura Viária na RH VIII.....	91
Figura 6.17: Mapa de Agrupamentos Urbanos e Rurais na RH VIII	92
Figura 6.18: Mapa de Polos Industriais e de Geração de Energia na RH VIII	93
Figura 6.19: Mapa dos Distritos na RH VIII	94
Figura 6.20: Mapa dos Setores Censitários Urbanos e Rurais na RH VIII.....	95
Figura 7.1: Postos fluviométricos disponíveis na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras	98
Figura 7.2: Gráfico de Gantt com disponibilidade de dados, por posto fluviométrico selecionado na RH VIII, por ano, no período de 1950 a 2010.	99
Figura 7.3: Mapa da localização dos postos pluviométricos na RH VIII e entorno.....	101
Figura 7.4: Gráfico de Gantt com disponibilidade de dados por posto pluviométrico selecionado e por ano, no período de 1940 a 2010.....	102
Figura 7.5: Distribuição das precipitações mensais máximas, médias e mínimas na RH VIII, nos postos avaliados	103
Figura 7.6: Localização dos postos climatológicos na bacia do rio Macaé.	104
Figura 7.7: Temperaturas médias mensais nos postos meteorológico selecionados.	104
Figura 7.8: Umidade relativa média mensal nos postos meteorológicos selecionados.....	105
Figura 7.9: Insolação média mensal nos postos meteorológicos selecionados	105
Figura 7.10: Pressão atmosférica mensal nos postos meteorológicos selecionados	106
Figura 7.11: Mapa de Unidades de Resposta Hidrológica na RH VIII, obtido a partir da combinação dos tipos de solos e dos tipos de vegetação e uso da terra	106
Figura 7.12: Definição das mini-bacias em formato raster, correspondente a segmentação realizada com a rede de drenagem.....	107
Figura 7.13: Mapa de mini-bacias e rede de drenagem em formato vetorial	108
Figura 7.14: Mapa de sub-bacias consideradas na calibração do modelo MGB-IPH	108
Figura 7.15: Disponibilidade Hídrica da RH - Cenário de Vazão: Q_{90}	111
Figura 7.16: Disponibilidade Hídrica da RH – Cenário de Vazão: Q_{95}	112
Figura 7.17: Disponibilidade Hídrica da Bacia Considerando o Critério da $Q_{7,10}$	113
Figura 7.18: Cartograma dos resultados do IQA na bacia do rio Macaé (Pinheiro, 2008) ..	115
Figura 7.19: Cartograma da qualidade atual do Rio Macaé baseado na conformidade dos parâmetros analisados com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Pinheiro, 2008)	116
Figura 7.20: Cartograma da proposta preliminar de enquadramento do rio Macaé, baseado na avaliação da qualidade e dos usos da água realizada por PINHEIRO (2008)	116
Figura 7.21: Cartograma da Rede de Monitoramento proposta para a bacia do rio Macaé (Benassuly, 2009).....	117

Figura 7.22: Distribuição da frequência, por classe da Resolução CONAMA nº 357/2005, para o ponto INEA MC002	119
Figura 7.23: Distribuição classes CONAMA 357/2005 para ponto INEA SP0050.....	119
Figura 7.24: Distribuição dos pontos de amostragem de água superficial no rio Macaé	120
Figura 7.25: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 1ª. campanha de amostragens (outono/2012)	125
Figura 7.26: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 2ª. campanha de amostragens (inverno/2012)	125
Figura 7.27: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 3ª. campanha de amostragens (verão/2013)	126
Figura 7.28: Mapa de IQAs do rio Macaé - 1ª. Campanha de Amostragens (outono/2012).....	126
Figura 7.29: Mapa de IQAs do rio Macaé - 2ª. Campanha (inverno/2012)	127
Figura 7.30: Mapa de IQAs do rio Macaé - 3ª. Campanha (verão/2013)	127
Figura 7.31: Distribuição dos pontos de amostragens de água superficial no rio das Ostras e rio Iriry	130
Figura 7.32: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio das Ostras, 1ª. campanha de amostragens (outono/2012)	134
Figura 7.33: Mapa de classes Conama 357/2005, Rios das Ostras e Iriry, 2ª. campanha de amostragens (inverno/2012).....	134
Figura 7.34: Mapa de Classes Conama 357/2005, Rios das Ostras e Iriry, 3ª. Campanha de Amostragens (verão/2013)	135
Figura 7.35: Mapa de IQAs do Rio das Ostras – 1ª. Campanha de Amostragens (outono/2012).....	135
Figura 7.36: Mapa de IQAs do rio das Ostras e Iriry - 2ª. Campanha de Amostragens (inverno/2012).....	136
Figura 7.37: Mapa de IQAs do Rio das Ostras e Iriry - 3ª. Campanha de Amostragens (verão/2013).....	136
Figura 7.38: Espacialização dos IQAs na bacia da Lagoa de Imboacica (Barreto, 2009)...	138
Figura 7.39: Frequência de ocorrência das classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, para o conjunto dos pontos INEA IB0010, IB0020, e IB0030, em percentagem (%)...	139
Figura 7.40: Distribuição dos Pontos de Amostragens de Água Superficial na Bacia da Lagoa de Imboacica.....	140
Figura 7.41: Tipos de Pontos de Captação de Água Subterrânea	143
Figura 7.42: Mapa da Distribuição dos Pontos de Captação Identificados na Bacia	143
Figura 7.43: Profundidade dos Poços Tubulares Associados aos Aquíferos Fraturados....	145
Figura 7.44: Variações do Nível Estático Observados nos Poços Tubulares	145
Figura 7.45: Vazões Identificadas para os Poços Associados aos Aquíferos Fraturados... 145	145
Figura 7.46: Capacidade Específica Calculada para os Diferentes Poços Tubulares	146
Figura 7.47: Profundidade dos poços associados ao Sistema Aquífero Sedimentar	146
Figura 7.48: Variações do Nível Estático Observados nos Poços.....	147
Figura 7.49: Vazões de Exploração Identificadas para os Poços	147

Figura 7.50: Capacidades Específica Identificadas para os Poços	147
Figura 7.51: Mapa Potenciométrico do Fluxo Subterrâneo para o Aquífero Poroso Intergranular Associado ao Depósito Aluvionar (Fonte: Barbosa e Silva Jr., 2005)	148
Figura 7.52: Mapa de Sistemas Aquíferos da RH VIII	151
Figura 7.53: Mapa de Disponibilidade Hídrica Subterrânea por $Q_{7,10}$	152
Figura 7.54: Mapa de Disponibilidade Hídrica Média Subterrânea por Sub-Bacia	153
Figura 7.55: Mapa de Disponibilidade de Água Subterrânea Por Sub-Bacia em $m^3/h.km^2$.	154
Figura 7.56: Classificação das Águas Subterrâneas do Aquífero Poroso Intergranular Associado aos Depósitos de Sedimentos Alúvio-Coluvionares	156
Figura 7.57: Mapa de Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos da RH VIII	159
Figura 7.58: Ponderação das classes de vulnerabilidade (GOD) e as classes de contaminação potencial de uso de solo.....	160
Figura 7.59: Mapa de Risco de Contaminação dos Sistemas Aquíferos da RH VIII	161
Figura 7.60: Mapa de Localização das Concessões de Água Mineral (21 dentro da RH VIII)	163
Figura 8.1: Síntese dos Volumes Anuais Registrados no CNARH, por Setor Usuário, na RH VIII (agosto, 2012)	170
Figura 8.2: Mapa da Localização das Captações para Uso Animal na RH VIII	176
Figura 8.3: Mapa dos Locais de Captações para Indústria na RH VIII	180
Figura 8.4: Mapa dos Locais de Captações para Irrigação na RH VIII	182
Figura 8.5: Mapas dos Locais de Captações para Usinas Termoelétricas na RH VIII	185
Figura 8.6: Mapa de Aproveitamentos Hidrelétricos Existentes na RH VIII	187
Figura 8.7: Mapa de Atrativos Turísticos – Elementos da Natureza	189
Figura 8.8: Mapa de Localização das Captações para Aquicultura e Pesca na RH VIII	192
Figura 8.9: Porcentagem do volume lançado em relação ao volume captado, de acordo com as declarações do CNARH (maio/2012)	193
Figura 8.10: Distâncias do lançamento, em relação à captação	194
Figura 8.11: Localização das ETEs inseridas na RH VIII	197
Figura 8.12: Retiradas hídricas na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RH VIII	199
Figura 9.1: Mapa do balanço hídrico: Cena atual – 2012 ($Q_{7,10}$).....	203
Figura 9.2: Mapa do balanço hídrico: Cena atual – 2012 (Q_{95})	204
Figura 9.3: Mapa do balanço hídrico: Cena atual – 2012 (Q_{90})	205
Figura 9.4: Mapa de Localização dos Pontos de Controle do Balanço Hídrico	207
Figura 9.5: Mapa de Simulação da Qualidade da Água: Cena Atual 2012 e Ocorrência de Estiagem ($Q_{7,10}$) – Parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido	210
Figura 9.6: Mapa de Simulação da Qualidade da Água: Cena Atual 2012 e Ocorrência de Estiagem ($Q_{7,10}$) – Parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes	211
Figura 9.7: Mapa de Simulação da Qualidade da Água: Cena Atual 2012 e Ocorrência de Estiagem (Q_{90}) – Parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio e Oxigênio Dissolvido	212

Figura 9.8: Mapa de Simulação da Qualidade da Água: Cena Atual 2012 e Ocorrência de Estiagem (Q ₉₀) – Parâmetros Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes	213
Figura 10.1: Mapa das Regiões Homogêneas Quanto aos Preceitos do Gerenciamento de Recursos Hídricos	216
Figura 10.2: Mapa das classes de solos da RH VIII	218
Figura 10.3: Condições de relevo da região da bacia do Alto rio Macaé	223
Figura 10.4: Unidades pedológicas da região da bacia do Alto rio Macaé	224
Figura 10.5: Classes de aptidão de uso do solo da região da bacia do Alto rio Macaé	224
Figura 10.6: Uso e cobertura vegetal da região da bacia do Alto rio Macaé	225
Figura 10.7: Condições de relevo da região das bacias da região do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras	228
Figura 10.8: Unidades pedológicas da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras	229
Figura 10.9: Classes de aptidão de uso do solo da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras	229
Figura 10.10: Uso e cobertura vegetal da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto	230
Figura 10.11: Condições de relevo da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras	232
Figura 10.12: Unidades pedológicas da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras	232
Figura 10.13: Classes de aptidão de uso do solo da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras	233
Figura 10.14: Uso e cobertura vegetal da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras	233
Figura 10.15: Condições de relevo da região Litorânea	235
Figura 10.16: Unidades pedológicas da região Litorânea	236
Figura 10.17: Classes de aptidão de uso do solo da região Litorânea	236
Figura 10.18: Uso e cobertura vegetal da região Litorânea	237

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este documento constitui-se na versão revisada do Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras. O relatório é parte integrante dos serviços de Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras - PRH-MACAÉ/OSTRAS.

Apresentam-se, a seguir, as considerações a respeito do Contrato que orienta a execução do trabalho, do escopo e dos objetivos a serem alcançados, bem como sobre o conteúdo deste relatório.

1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

O presente "Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RS)" decorre do Contrato nº. 56/2011, firmado entre o Instituto Estadual do Ambiente - INEA, e o Consórcio Macaé/Ostras, com o objetivo da contratação de serviços especializados para a "Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras - PRH-Macaé/Ostras".

Os principais dados e informações que permitem caracterizar o referido contrato de prestação de serviços de consultoria são os seguintes:

- Modalidade/Identificação da Licitação: Edital da Tomada de Preço nº. 03/2011-INEA;
- Processo Administrativo Nº: E-07/506.863/2010;
- Data da Licitação: 07 de julho de 2011;
- Identificação do Contrato Nº. 56/2011-INEA;
- Data da Assinatura do Contrato: 30 de novembro de 2011;
- Prazo de Execução do Trabalho: 18 meses;
- Data da Ordem de Serviço: 15 de dezembro de 2011;
- Termo Aditivo INEA nº 30/2013: prorrogação 6 (seis) meses;
- Termo Aditivo INEA nº 77/2013: prorrogação 2 (dois) meses;
- Termo Aditivo INEA nº 10/2014: prorrogação 1 (um) mês;
- Data Prevista de Encerramento do Novo Prazo Contratual: 07 de março de 2013;
- Valor do Contrato: R\$ 1.399.963,47;
- Termo Aditivo INEA nº 40/2012: 28.457,33;
- Origem dos Recursos: Convênio INEA e Petróleo Brasileiro S.A.

Com base nas cláusulas e condições do referido Contrato, do Edital da Tomada de Preço nº 03/2011-INEA, dos Termos de Referência, bem como das propostas Técnica e de Preços da Contratada, desenvolvem-se os estudos e atividades que visam à elaboração do PRH-Macaé/Ostras, cujos resultados estarão expressos no conjunto dos relatórios técnicos e demais produtos estabelecidos.

1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos

O Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (PRH-Macaé/Ostras) visa ao levantamento de informações e ao posterior delineamento das intervenções relacionadas com a gestão ambiental da bacia de modo a promover a recuperação, a conservação e o planejamento do uso dos recursos hídricos da Região Hidrográfica VIII (RH VIII).

O Plano deverá avaliar a disponibilidade hídrica, o nível de qualidade de água na bacia, analisar as condições naturais para o equilíbrio do ecossistema e atendimento da necessidade de crescimento dos municípios, visando ao aprimoramento da gestão das águas da Região Hidrográfica e a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Deverá ainda, fornecer subsídios ao Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras, permitindo

definir prioridades para as aplicações dos recursos financeiros em iniciativas que almejem a manutenção e recuperação ambiental na região hidrográfica.

Pretende-se assim, com esse estudo, obter-se um diagnóstico da situação atual, um plano de recursos hídricos e o delineamento das intervenções necessárias para assegurar água em quantidade e qualidade necessária a seus usos múltiplos.

As atividades a serem desenvolvidas, indispensáveis para alcançar esses objetivos, estão reunidas em nove etapas, que compreendem as fases de diagnóstico, cenarização e elaboração do plano, as quais serão desenvolvidas de forma sucessiva, e as atividades de mobilização social, elaboração do Sistema de Informações Geográficas e apoio ao Comitê, que se desenvolverão ao longo de todo o contrato.

- Etapa 01: Atividades Preliminares e Consolidação do Plano de Trabalho;
- Etapa 02: Diagnóstico da Situação Atual da Região Hidrográfica;
- Etapa 03: Elaboração de Cenários Estratégicos de Planejamento em Recursos Hídricos;
- Etapa 04: Proposição de Programas, Projetos e Estratégias de Ação;
- Etapa 05: Consolidação do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas;
- Etapa 06: Mobilização Social;
- Etapa 07: Construção e Implementação do Sistema de Informações Geográficas - SIG;
- Etapa 08: Apoio Técnico ao CBH Macaé e das Ostras;
- Etapa 09: Produção e Impressão do Material para Divulgação.

Para o desenvolvimento das etapas do trabalho foram detalhadas macroatividades, de forma a serem alcançados os objetivos gerais e específicos do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, nos prazos estipulados e com a qualidade técnica desejada pela Consultora, pelo INEA e pelo CBH Macaé e das Ostras.

As principais etapas que configuram o trabalho e seu conteúdo estão descritas abaixo:

- Diagnóstico da situação atual, que contempla a realização de amplo diagnóstico multidisciplinar regional, com ênfase no levantamento e avaliação integrada das restrições e das potencialidades dos recursos hídricos, associadas às demandas pela água para os diversos usos, culminando no balanço hídrico da situação atual das bacias hidrográficas. Envolve a articulação de diferentes áreas do conhecimento relacionadas à disponibilidade, qualidade e usos múltiplos da água, incluindo o conhecimento da dinâmica social e da organização do território;
- Formulação de Cenários Estratégicos de Planejamento, voltados para os usos adequados dos recursos hídricos, envolvendo distintos horizontes de planejamento, que contemplem situações tendenciais, factíveis e otimistas para embasar o cenário normativo que integrará o plano;
- Proposição de Programas, Projetos e Estratégias de Ação, que consistem na análise e na seleção das alternativas de intervenção e gestão, visando à compatibilização de disponibilidades hídricas quanti-qualitativas frente às demandas, articulando os diversos interesses de usos dos recursos hídricos, internos e externos à bacia. Através da participação social e da aplicação de modelos específicos devem ser identificadas as ações que configuram o cenário normativo a ser alcançado; e
- Consolidação do Plano de Recursos Hídricos, fruto de um processo de planejamento participativo, contemplando objetivos, metas e ações, traduzidas em programas e planejamentos a serem periodicamente reavaliados, abrangendo também as recomendações para implementação dos demais instrumentos de gestão das águas previstas na legislação, estadual e federal, pertinente e, ainda, os aspectos relativos à organização social e institucional voltados para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Outras etapas complementares, porém não menos importantes, são: a consolidação do plano de trabalho, a mobilização social, o SIG, o apoio ao CBH Macaé e das Ostras, bem como a produção do material técnico e de divulgação.

O território do Estado do Rio de Janeiro é dividido em Regiões Hidrográficas para fins de gestão. No decorrer do Plano, através da RESOLUÇÃO CERHI-RJ Nº 107 de 22 de maio de 2013, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro aprovou a nova

delimitação das Regiões Hidrográficas, implicando em pequenas alterações na área de abrangência da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RH VIII.

Considerando que nesta ocasião o plano já estava com grande parte das informações consolidadas e que a diferença entre as áreas, cerca de 50 km² (menos de 2%), não interfere significativamente nos resultados obtidos com vistas à gestão dos recursos hídricos, o INEA, juntamente com o Comitê de Bacia e a Contratada entenderam que seria mais vantajoso prosseguir com a elaboração do Plano deixando para a sua atualização as adequações necessárias. Os novos limites da RH VIII e a área de abrangência do Plano podem ser visualizados na Figura 1.1.

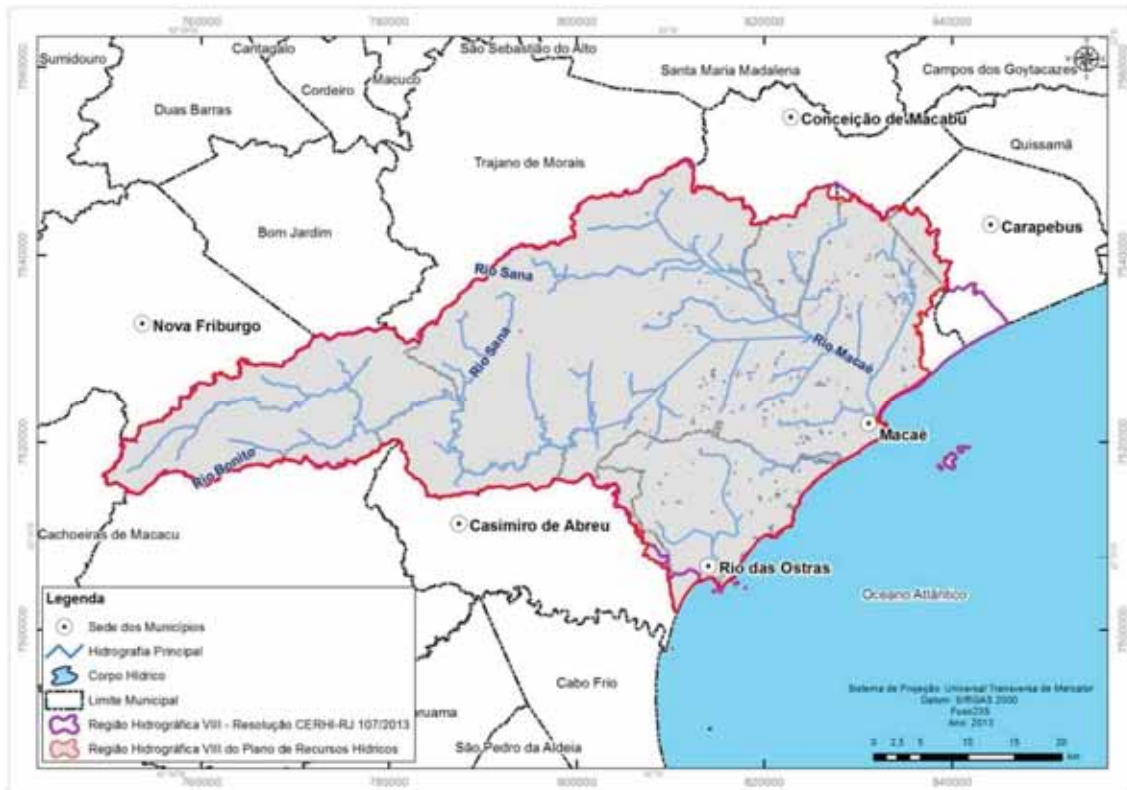


Figura 1.1: Limite atual da RH VIII (Res. CERHI-RJ nº107/2013) e limite adotado no Plano de Recursos Hídricos da RH VIII

1.3 Conteúdo do Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras

O Relatório Síntese e Diagnóstico Integrado da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RS insere-se no escopo dos serviços de elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé/Ostras (PRH-Macaé/Ostras), cujo objetivo é apresentar os elementos principais do diagnóstico da bacia e a análise integrada dos temas abordados, visando sintetizar a situação atual da RH VIII e seus recursos hídricos, especialmente quanto às disponibilidades, demandas e qualidade das águas superficiais e subterrâneas, seus principais problemas e conflitos existentes ou potenciais.

Assim, o diagnóstico da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, consolidado por um processo de avaliação integrada, permite a compreensão mais clara dos processos atualmente em desenvolvimento na RH VIII ou dos resultados de processos anteriores, de forma a habilitar a equipe técnica para as fases de cenarização e proposição de ações específicas.

2 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

2 ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Quatro conceitos fundamentam o planejamento e estabelecem um pano de fundo para a análise legal e normativa relativa aos recursos hídricos do RH VIII, e a seus sistemas de gerenciamento:

- 1. O PRH Macaé/Ostras deve ser baseado em um processo descentralizado, participativo e integrador;
- 2. O PRH Macaé/Ostras deve ser elaborado por meio de um processo de planejamento sistêmico;
- 3. O PRH Macaé/Ostras deve ser elaborado com uma dinâmica participativa com permanente retroalimentação;
- 4. O PRH Macaé/Ostras se reporta aos diversos âmbitos geográficos pertinentes à inserção de um Plano Diretor de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica.

É diretriz das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro a articulação e harmonização das diversas demandas relacionadas à água. Para isto, a Gestão dos Recursos Hídricos deve ser resultado de um processo de planejamento multissetorial. Este processo gera Planos de Recursos Hídricos (Nacional, Estaduais e de Bacias Hidrográficas) que são fundamentados em um modelo gerencial que deve considerar a separação entre as atribuições de disponibilização da água – bem de domínio público - e as atividades de seu uso.

Diante desses aspectos, os seguintes princípios fundamentam o Plano da RH VIII: princípio da participação, da descentralização, de localidade, da subsidiariedade, e da sustentabilidade.

A Lei nº 3.239, de 2 de agosto de 1999 instituiu a Política e o Sistema de Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro ao regulamentar o inciso VII, do parágrafo 1º. do artigo 261. A Figura 2.1 esquematiza as principais orientações, na forma dos princípios, objetivos e diretrizes, bem como esboça o processo de planejamento de recursos hídricos. Neste sentido, o estado do Rio de Janeiro inovou, quando comparado com as demais Unidades da Federação, ao prever o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos – PROHIDRO e o Plano de Manejo de Usos Múltiplos de Lagoa ou Laguna – PMUL. No entanto, tais instrumentos ainda não se acham plenamente implementados, a não ser, em caráter experimental, o PROHIDRO.

O PROHIDRO é vinculado ao Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERHI e ao Plano Plurianual, buscando a conservação dos recursos hídricos, quando possível, e a sua revitalização, quando necessária. Ele estabelece uma articulação entre a área de recursos hídricos e a área ambiental, voltada à proteção das águas no estado. Ele foi regulamentado pelo Decreto 42.029 de 15 de junho de 2011, com o estabelecimento no seu âmbito do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PRO-PSA.

O PMUL, vinculado aos Planos de Bacia Hidrográfica, visa à proteção e recuperação de lagoas e lagunas, corpos hídricos frequentes na paisagem fluminense, e com alto risco de degradação devido à ocupação antrópica. O PMUL deve, entre outras funções, delimitar as Faixas Marginais de Proteção - FMP das lagoas e lagunas, de acordo com orientações que adiante são apresentadas na lei.

A Figura 2.2 esquematiza as orientações para os principais instrumentos de gestão: enquadramento de corpos de água em classes de qualidade, outorga de direitos de uso de água e cobrança pelo uso de água que seguem, em linhas gerais, com algumas adaptações, os preceitos federais que também foram acolhidos nas políticas estaduais de recursos hídricos.

A Figura 2.3 esboça as orientações para outros dispositivos, entre os quais o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – SEIRHI, análogo ao que é apresentado na legislação federal e das demais unidades da federação. A novidade em relação a esses dispositivos são os que tratam com a proteção dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

Para os corpos de água superficiais são previstos o Projeto de Alinhamento de Rio – PAR, o Projeto de Alinhamento de Orla de Lagoa ou Laguna – PAOL, o Projeto de Faixa Marginal de Proteção – FMP. A base legal para o estabelecimento da largura mínima da FMP é a Portaria SERLA nº 324/2003 (atualmente INEA). Detalhamento sobre o dimensionamento desta FMP encontra-se na Publicação dois da série Gestão Ambiental do INEA que pode ser obtida em sua página-web (www.inea.rj.gov.br).

Para os corpos de água subterrâneos – aquíferos – são previstas a Área de Proteção Máxima – APM, a Área de Restrição e Controle - ARC e a Área de Proteção de Poços e Outras Captações – APPOC.

As instituições que integram o SEGRHI:

- o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), órgão colegiado, com atribuições normativa, consultiva e deliberativa, encarregado de supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's), entidades colegiadas, com atribuições normativa, deliberativa e consultiva, reconhecidos e qualificados por ato do Poder Executivo, mediante proposta do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI);
- as Agências de Água, entidades executivas, com personalidade jurídica própria, autonomies financeira e administrativa, instituídas e controladas por um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's);
- os organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos, com destaque para o INEA.

A Política Estadual de Recursos Hídricos insere também o Fundo Estadual de Recursos Hídricos como uma das instituições do SEGRHI.

POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO DE JANEIRO
Lei 3.239/99

PROCESSO DE PLANEJAMENTO

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - PERHI: horizonte compatível com seus programas e projetos, atualizações a cada 4 anos

PLANOS DE BACIA HIDROGRÁFICA-PBH: base para elaboração do PERHI

PRINCÍPIOS

A água é um recurso essencial à vida, de disponibilidade limitada, dotada de valores econômico, social e ecológico, que, como bem de domínio público, terá sua gestão definida através da Política Estadual de Recursos Hídricos.

§ 1º: A água é aqui considerada em toda a unidade do ciclo hidrológico, que compreende as fases aérea, superficial e subterrânea.

§ 2º: A bacia ou região hidrográfica constitui a unidade básica de gerenciamento dos recursos hídricos.

OBJETIVOS

Promover a harmonização entre os múltiplos e competitivos usos da água, e a limitada e aleatória disponibilidade, temporal e espacial, da mesma, de modo a:

I: garantir, à atual e às futuras gerações, a necessária disponibilidade dos recursos naturais, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II: assegurar o prioritário abastecimento da população humana;

III: promover a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos, de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos nat

promover a articulação entre União, Estados vizinhos, Municípios, usuários e sociedade civil organizada, visando à integração de esforços para soluções regionais de proteção, conservação e recuperação dos corpos de água;

V: buscar a recuperação e preservação dos ecossistemas aquáticos e a conservação da biodiversidade dos mesmos;

VI: promover a despoluição dos corpos hídricos e aquíferos.

DIRETRIZES

I - a descentralização da ação do Estado, por regiões e bacias hidrográficas; II - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, e das características ecológicas dos ecossistemas; III - a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, biológicas, demográficas, econômicas, sociais e culturais, das diversas regiões do Estado; IV - a integração e harmonização, entre si, da política relativa aos recursos hídricos, com as de preservação e conservação ambiental, controle ambiental, recuperação de áreas degradadas e meteorologia; V - articulação do planejamento do uso e preservação dos recursos hídricos com os congêneres nacional e municipais; VI - a consideração, na gestão dos recursos hídricos, dos planejamentos regional, estadual e municipais, e dos usuários; VII - o controle das cheias, a prevenção das inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas; VIII - a proteção das áreas de recarga dos aquíferos, contra poluição e superexploração; IX - o controle da extração mineral nos corpos hídricos e nascentes, inclusive pelo estabelecimento de áreas sujeitas a restrições de uso; X - o zoneamento das áreas inundáveis; XI - a prevenção da erosão do solo, nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra o assoreamento dos corpos de água; XII - a consideração de toda a extensão do aquífero, no caso de estudos para utilização de águas subterrâneas; XIII - a utilização adequada das terras marginais aos rios, lagoas e lagunas estabulais, e a articulação, com a União, para promover a demarcação das correspondentes áreas marginais federais e dos terrenos de marinha; XIV - a consideração, como continuidade da unidade territorial de gestão, do respectivo sistema estuarino e a zona costeira próxima, bem como, a faixa de areia entre as lagoas e o mar; XV - a ampla publicidade das informações sobre recursos hídricos; e XVI - a formação da consciência da necessidade de preservação dos recursos hídricos, através de ações de educação ambiental, com monitoramento nas bacias hidrográficas.

I - as caracterizações sócio-econômica e ambiental da bacia e da zona estuarina; II - a análise de alternativas do crescimento demográfico, de evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; III - os diagnósticos dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos; IV - o cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares; V - o diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras; VI - a avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos; VII - as projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento; VIII - o balanço hídrico global e de cada sub-bacia; IX - os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI); X - a análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água; XI - os programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custos; e XII - os esquemas de financiamentos dos programas referidos no inciso anterior, através de: a) - simulação da aplicação do princípio usuário-pagador, para estimar os recursos potencialmente arrecadáveis na bacia; b) - rateio dos investimentos de interesse comum; e c) - previsão dos recursos complementares alocados pelos orçamentos públicos e privados, na bacia.

PROGRAMA ESTADUAL DE CONSERVAÇÃO E REVITALIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROHIDRO

Concretização dos objetivos pretendidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos, mensurados por metas estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERHI e no Plano Plurianual, tendo por objetivo proporcionar a revitalização, quando necessária, e a conservação, onde possível, dos recursos hídricos, como um todo, sob a ótica do ciclo hidrológico, através do manejo dos elementos dos meios físico e biótico, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e trabalho. Integra a função governamental de Gestão Ambiental, a qual, como maior nível de agregação das competências do setor público, subentende as áreas de: Preservação e Conservação Ambiental; Controle Ambiental; Recuperação de Áreas Degradadas; Meteorologia; e Recursos Hídricos.

I - as caracterizações sócio-econômica e ambiental da bacia e da zona estuarina; II - a análise de alternativas do crescimento demográfico, de evolução das atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; III - os diagnósticos dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos e aquíferos; IV - o cadastro de usuários, inclusive de poços tubulares; V - o diagnóstico institucional dos Municípios e de suas capacidades econômico-financeiras; VI - a avaliação econômico-financeira dos setores de saneamento básico e de resíduos sólidos urbanos; VII - as projeções de demanda e de disponibilidade de água, em distintos cenários de planejamento; VIII - o balanço hídrico global e de cada sub-bacia; IX - os objetivos de qualidade a serem alcançados em horizontes de planejamento não-inferiores aos estabelecidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI); X - a análise das alternativas de tratamento de efluentes para atendimento de objetivos de qualidade da água; XI - os programas das intervenções, estruturais ou não, com estimativas de custos; e XII - os esquemas de financiamentos dos programas referidos no inciso anterior, através de: a) - simulação da aplicação do princípio usuário-pagador, para estimar os recursos potencialmente arrecadáveis na bacia; b) - rateio dos investimentos de interesse comum; e c) - previsão dos recursos complementares alocados pelos orçamentos públicos e privados, na bacia.

PLANO DE MANEJO DE USOS MÚLTIPLOS DE LAGOA OU LAGUNA - PMUL: proteção e recuperação das mesmas, bem como, a normalização do uso múltiplo e da ocupação de seus entornos

I - diagnóstico ambiental da lagoa ou laguna e respectiva orla; II - definição dos usos múltiplos permitidos; III - zoneamento do espelho d'água e da orla, com definição de regras de uso em cada zona; IV - delimitação da orla e da Faixa Marginal de Proteção (FMP); V - programas setoriais; VI - modelo da estrutura de gestão, integrada ao Comitê da Bacia Hidrográfica (CBH); e VII - fixação da depleção máxima do espelho superficial, em função da utilização da água.

Figura 2.1: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – Processo de Planejamento

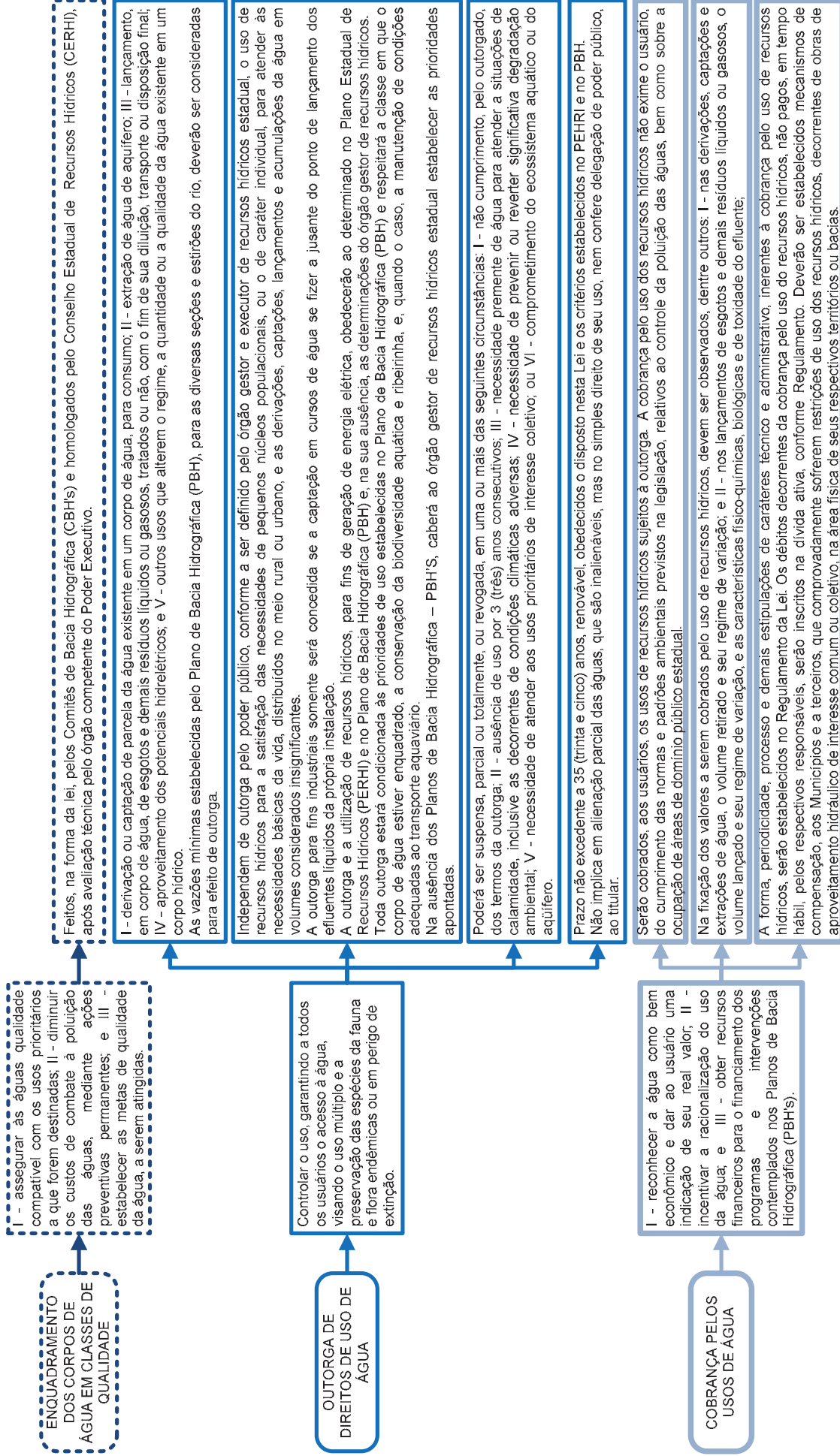


Figura 2.2: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos

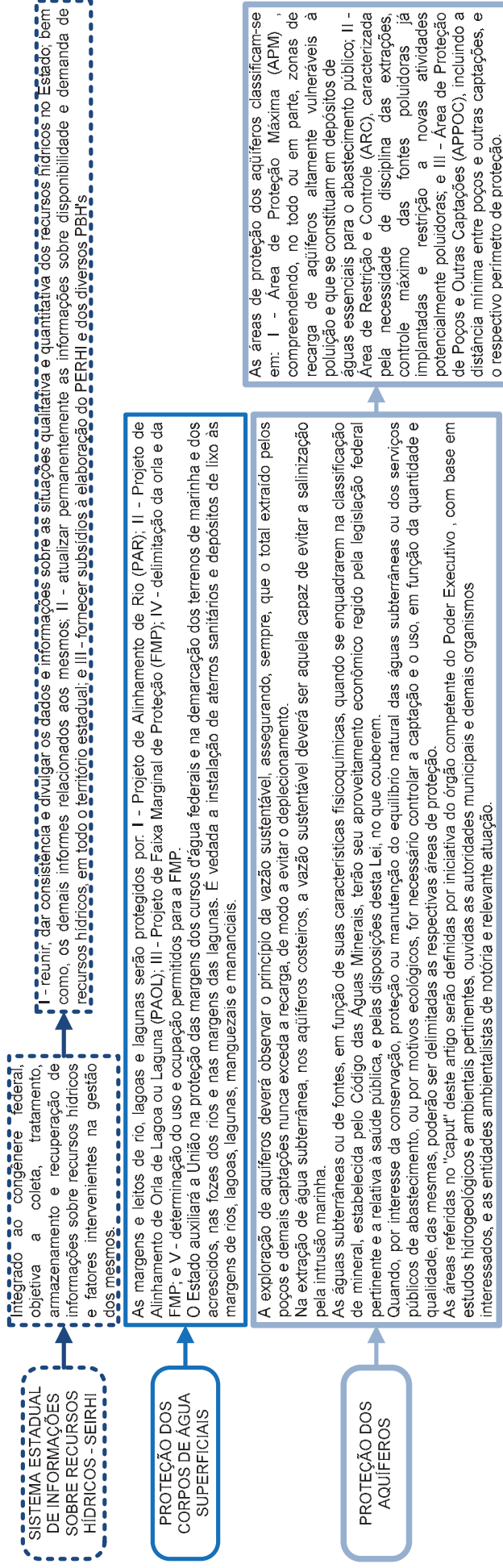


Figura 2.3: Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro – Outros dispositivos



Figura 2.4: Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro

No que diz respeito ao enquadramento, a Política Estadual de Recursos Hídricos acatou a legislação nacional no que se refere a este instrumento não julgando necessário regulamentá-lo, como em outras Unidades Federadas, para atendimento a peculiaridades regionais. O enquadramento visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas além de diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Sendo assim, ele é um instrumento fundamental para a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental, previsto tanto na Política Nacional quanto na Política Estadual de Recursos Hídricos.

Conforme estabelece a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 91/2008, a elaboração do enquadramento dos corpos de água deve ser feita de forma participativa e descentralizada, estando, portanto, de acordo com as expectativas e necessidades dos usuários. Para que tal processo seja bem sucedido, deverão ser realizadas consultas públicas, seminários técnicos e oficinas com os diversos setores usuários identificados na bacia, configurando desta maneira, o envolvimento e a participação de toda a comunidade.

Uma vez proposto o enquadramento, a implantação do mesmo deve ser efetuada no âmbito da bacia hidrográfica, sendo o respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica responsável pela sua aprovação.

Quanto à outorga, a Resolução CERH nº 09/03 e o Decreto Estadual nº 40.156/06 estabelecem as orientações e critérios para a aplicação deste instrumento. O INEA elaborou publicação¹ que organiza as informações e orienta os interessados na obtenção de outorgas. Em linhas gerais os critérios adotados no Rio de Janeiro não contrastam com aqueles adotados pela ANA em rios de domínio federal, ou aqueles adotados nas demais Unidades Federadas. Contudo, alguns aspectos específicos cabem a consideração, como abaixo será realizado.

Os atos de autorização de uso dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro (outorga, seu cancelamento, a emissão de reserva de disponibilidade hídrica para fins de aproveitamentos hidrelétricos e sua consequente conversão em outorga de direito de uso de

¹Instituto Estadual do Ambiente. Outorga de direito de uso dos recursos hídricos/ Instituto Estadual do Ambiente, - Rio de Janeiro: INEA, 2010. 31p. (Gestão Ambiental, 3).

recursos hídricos, bem como perfuração e tamponamento de poços tubulares e demais usos) são da competência do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

No âmbito da cobrança pelo uso de água, o Rio de Janeiro inovou em relação à União e às demais Unidades Federadas ao aprovar o instrumento de cobrança pelo uso de água para todo o Estado, de uma só vez, por meio das Leis Estaduais nº 4.247 de 2003 e nº 5.234 de 2008 e da Resolução CERH nº 13 de 2005. Cabe observar que em águas de domínio da União e dos estados que até agora implantaram este instrumento os mecanismos de cobrança têm sido desenvolvidos especificamente para cada bacia hidrográfica.

Posteriormente, através da Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, a cobrança pelo uso da água foi estendida a todo o estado do Rio de Janeiro, tendo como principais características:

- Critérios e valores iguais aos fixados pelo CEIVAP;
- Condicionamento à efetiva implantação dos comitês de bacia estaduais e à elaboração dos respectivos planos de bacia hidrográfica.

No que concerne aos aspectos metodológicos, a cobrança pelo uso da água no Rio de Janeiro apresenta poucas distinções em relação à formulação implementada pelo CEIVAP em 2003. A maior diferença refere-se ao uso insignificante: enquanto no CEIVAP o limite máximo de isenção da obrigatoriedade de outorga e, conseqüentemente, de cobrança, foi estabelecido como 1 l/s, no Rio de Janeiro a lei fluminense adotou um valor inferior, igual a 0,4 l/s para derivações e captações, tanto em águas superficiais como em subterrâneas.

Quadro 2.1: Mecanismos de Cobrança pelo Uso de Águas de Domínio do Estado do Rio de Janeiro, aprovados pela Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003

Setor Usuário	Metodologia de Cobrança	Critérios de Cobrança	Uso Insignificante
Abastecimento público e esgotamento sanitário, setor industrial e mineração com características industriais	Metodologia CEIVAP 2003	PPU = R\$ 0,02/m ³ ; K ₀ = 0,4	As derivações e captações para usos com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes
Agropecuário: irrigação e pecuária		PPU = R\$ 0,0005/m ³ ; K ₀ = 0,4. DBO igual a zero, exceto para suinocultura confinada. A cobrança final não poderá exceder a 0,5% dos custos de produção	As derivações e captações para usos agropecuários com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes
Aquicultura		PPU = R\$ 0,0004/m ³ ; K ₀ = 0,4. Consumo e DBO nulos. A cobrança final não poderá exceder a 0,5% dos custos de produção	As derivações e captações com vazões de até 0,4 l/s, com seus efluentes correspondentes
PCH'S isentas da compensação financeira	Mesma aplicada às hidrelétricas, sujeitas a cobrança nacional desde 2000 (percentual sobre valor de energia produzida)	O valor percentual P definido, a título de cobrança é de 0,75% sobre a energia gerada	PCH's com potência instalada de até 1 MW

Fonte: ANA (2006)².

Esta lei foi alterada pela Lei nº 5.234, de 6 de maio de 2008, em alguns aspectos, sem contudo mudar a sua estrutura.

²Agência Nacional de Águas. Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim. 2006

Quanto às Faixas Marginais de Proteção – FMP, foram fixadas e observadas nos atos autorizativos como instrumento de proteção dos corpos hídricos da ocupação irregular de suas margens, resultando no impedimento daquele tipo de ocupação que possa causar danos a vidas, propriedades e ao ambiente. A base legal para o estabelecimento da largura mínima da FMP é a Portaria SERLA nº 324/2003 (atualmente INEA).

Os principais objetivos das FMP são:

- assegurar uma área que permita a variação livre dos níveis das águas, em sua elevação ordinária;
- garantir a permeabilidade do solo nas margens, a fim de possibilitar a drenagem da água das chuvas e reduzir o volume das cheias, possibilitando ainda o abastecimento dos lençóis freáticos;
- evitar a erosão e o desmoronamento das margens e alterações na profundidade dos corpos hídricos.

O Decreto Estadual nº 35.724 de 2004 autorizou ao poder público instituir o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI). Destina-se ao financiamento para implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no Estado, desenvolvimento das ações, programas e projetos decorrentes dos Planos de Bacia Hidrográfica e dos programas governamentais de recursos hídricos que mantenham a compatibilização entre os usos múltiplos e competitivos da água.

De acordo com o Art. 3º deste Decreto, as receitas são originadas das cobranças pela outorga sobre o direito de uso de recursos hídricos; das multas arrecadadas decorrentes de ações sobre uso dos recursos hídricos, bem como de seu entorno; são também produto da arrecadação da dívida ativa decorrente de débitos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos; das dotações consignadas no Orçamento Geral do Estado e em créditos adicionais; das dotações consignadas no Orçamento Geral da União e nos dos Municípios, e em seus respectivos créditos adicionais; dos produtos de operações de crédito e de financiamento, realizadas pelo Estado, em favor do Fundo; do resultado de aplicações financeiras de disponibilidades temporárias ou transitórias do Fundo; das receitas de convênios, contratos, acordos e ajustes firmados visando a atender aos objetivos do Fundo; das contribuições, dotações e legados, em favor do Fundo, de pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado, nacionais, estrangeiras ou internacionais; da compensação financeira que o Estado venha a receber em decorrência dos aproveitamentos hidrelétricos em seu território; da parcela correspondente da cobrança do passivo ambiental referente aos recursos hídricos; e, de quaisquer outras receitas, eventuais ou permanentes, vinculadas aos objetivos do Fundo. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de água serão aplicados na região ou bacia hidrográfica onde foram gerados em (Art. 4º).

- **O Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Macaé e das Ostras³**

As normas legais que trataram especificamente sobre a região hidrográfica Macaé e das Ostras são:

- Decreto no. 34.243, de 04 de novembro de 2003: Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé, que compreende a bacia do rio Jurubatiba, bacia do rio Imboacica e a bacia da lagoa de Imboacica no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Resolução nº 32, de 30 de julho de 2008. Aprova a aplicação de recursos financeiros alocados na sub conta CBH-Macaé / FUNDRHI para implantação da Secretaria Executiva do Comitê de Macaé.

³ Baseado em Nathalia Silva Duarte, Mônica dos Santos Marçal. As perspectivas e desafios de implementação do Plano de Bacia da Região Hidrográfica VIII. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 4, n. 2, p. 95-115, jul. / dez. 2010

- Resolução n° 34, de 24 de setembro de 2008. Aprova o plano preliminar de Recursos Hídricos da Bacia de Macaé.
- Resolução n° 52, de 29 de setembro de 2010. Aprova a aplicação de recursos financeiros do FUNDRHI das subcontas das Regiões Hidrográficas Macaé e Das Ostras, Médio Paraíba do Sul e Piabanha.
- Resolução n° 54, de 27 de outubro de 2010. Aprova a aplicação de recursos financeiros do ano de 2010 do FUNDRHI das subcontas das Regiões Hidrográficas Médio Paraíba do Sul, Rio Dois Rios e Macaé e Das Ostras.
- Resolução n° 56, de 23 de fevereiro de 2011. Revoga as ações aprovadas na Resolução CERHI-RJ n° 52, de 27 de Setembro de 2010, destinadas a Região Hidrográfica Macaé e Das Ostras.
- Resolução n° 57, de 23 de fevereiro de 2011. Aprova a aplicação de recursos financeiros disponíveis até 2010 do FUNDRHI das subcontas das Regiões Hidrográficas Macaé e Das Ostras.
- Resolução n° 59, de 16 de março de 2011. Aprova a aplicação de recursos financeiros disponíveis do ano de 2010 do FUNDRHI das subcontas das Regiões Hidrográficas Guandu, Baía de Guanabara, Macaé e Das Ostras.
- Resolução n° 69, de 9 de novembro de 2011. Substituição do Anexo I da Resolução CERHI-RJ N° 59, de 16 de março de 2011, destinadas as Regiões Hidrográficas Guandu, Baía de Guanabara, Macaé e das Ostras.
- Resolução n° 76, de 7 de dezembro de 2011. Aprova os investimentos com os Recursos Financeiros Disponíveis do FUNDRHI da Subconta da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, para contratação de Serviços de Gerenciamento da Secretaria Executiva Provisória.
- Resolução n° 81, de 11 de abril de 2012. Aprova o plano de investimentos dos recursos financeiros disponíveis até 2011 do FUNDRHI na Subconta da Região Hidrográfica VIII - Comitê Macaé e das Ostras.

O CBH Macaé e das Ostras é constituído por:

- I. Plenária – composta por 27 (vinte e sete) membros titulares e 27 (vinte e sete) suplentes, com direito a voto, sendo 1/3 de representantes dos usuários das águas das bacias, 1/3 (um terço) de representantes da sociedade civil e 1/3 (um terço) de representantes do poder público, federal, estadual e municipal;
- II. Diretório Colegiado;
- III. Secretário Geral;
- IV. Câmaras Técnicas.

O CBH Macaé e das Ostras vem atuando desde sua criação, e suas disposições são consolidadas por intermédio das Resoluções. O CBH já exarou até o presente, mais de 36 resoluções, sobre diversos temas, destacando-se as relacionadas à eleição e à posse de seus membros, aprovação de aplicação de recursos e, mais recentemente, a Resolução CBH-Macaé e das Ostras n° 31/2012, de 20 de março de 2012, que dispõe sobre revogação da Resolução n° 22, de 15/02/2012, a indicação da entidade Delegatária, limite de custeio e sobre o contrato de gestão celebrado entre o INEA e o Consórcio Intermunicipal Lagos São João, para exercer funções de competência de Agência de Água do Comitê dos Rios Macaé e das Ostras, com interveniência deste Comitê.

3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

3 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

No prosseguimento deste Capítulo encontra-se caracterizada a socioeconomia da RH VIII abordando-se os aspectos históricos e culturais, a dinâmica demográfica e econômica, a polarização e infraestrutura regional, bem como as condições de vida da população que reside no conjunto hidrográfico dos rios Macaé e das Ostras.

3.1 Aspectos Históricos e Culturais

O processo de ocupação da RH VIII está atrelado ao processo histórico de ocupação do país, principalmente, ao período das capitanias de São Tomé ou Paraíba do Sul, de Cabo Frio e de São Vicente com a Capitania Real do Rio de Janeiro encaixada na sua delimitação. Atrela-se também ao ciclo da cana-de-açúcar, cultivo que legitimou a ocupação da Coroa na região.

Na província do Rio de Janeiro, uma das regiões que mais se destacou no cultivo de açúcar, sobretudo a partir do século XIX, foi o norte-fluminense, principalmente os atuais municípios de Campos, Macaé, Quissamã e São João da Barra (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2004). Estas cidades estiveram marcadas pela presença de suntuosos solares, fazendas e usinas que retomam a um passado açucareiro próspero, que deu surgimento a um estrato social composto por ricos barões e senhores de engenhos em detrimento de uma população de senzala, quilombolas e indígenas.

Devido o avanço da fronteira agrícola na região, novas áreas estavam sendo desbravadas, resultando na expulsão, extermínio ou catequese dos indígenas que até então ocupavam o norte-fluminense. Até a colonização pelos portugueses, eram constituídos por diversos grupos, como os Guarus, os Goitacás, os Puris, Coroado e Coropó.

A catequização em massa da população indígena servia aos propósitos do colonizador que via estes como mãos-de-obra para as lavouras, bem como facilitadores da penetração dos colonizadores em terras até então inacessíveis. Para tanto, couberam às ordens religiosas o papel de catequizadores de povos indígenas, que se faziam presentes pela etnia Guarani.

A ocupação das áreas litorâneas pela população Guarani, segundo o Instituto Socioambiental - Povos Indígenas no Brasil (PIB)⁴, salvo exceções, era composta pelos Mbya e Nandeva. Levantamentos realizados a partir das décadas de 1960 e 1970, e a crescente visibilidade das aldeias, na atualidade, comprovam que os Mbya predominavam numericamente, em toda a faixa litorânea.

No que se refere à organização social e as atividades desempenhadas em cada comunidade indígena, depende, sobretudo da orientação religiosa do grupo, que absorve os modos, representações e experiências, de origens ou de subgrupos diversos, criando um perfil próprio. Os dados antropológicos demonstram que entre aldeias onde há indivíduos de outro subgrupo, estes passam a respeitar as regras e adotam os costumes e rituais impostos pelo grupo local dominante. Quanto à identidade, é importante destacar que entre os indígenas não existe uma autodenominação geral e consensual, mesmo em se tratando de aldeia composta por famílias do mesmo subgrupo.

É importante destacar também a participação da população negra no processo de ocupação e formação da região litorânea, presente a partir da dinamização da economia açucareira ao longo do século XIX que aumentou a demanda por escravos utilizados como mão-de-obra nos grandes engenhos de açúcar. Esta demanda fez surgir na região um comércio clandestino de escravos que passaram a ser traficados nos portos locais, intensificado em 1850, com a proibição do tráfico negreiro, exigindo assim maior fiscalização e controle por parte da Corte e do governo da Província do Rio de Janeiro, fazendo com que este comércio cessasse definitivamente na região, em 1857 (SEBRAE).

⁴<http://pib.socioambiental.org/pt>

Este período foi marcado também pelo aumento de fugas e suicídios de escravos, bem como rebeliões que resultaram na queima de canaviais, dando surgimento a diversos quilombos na região, entre estes:

- Quilombo Macaé, formado em 1876, por escravos fugidos da Fazenda de Manuel da Cruz Senna;
- Quilombo de Carucango, formado por 200 escravos, localizado na divisa de Macaé com Trajano de Moraes e Conceição de Macabu;
- Quilombo do Morro do Côco, formado em 1886;
- Quilombo de Loanda, formado em 1880, e constituído por 53 escravos.

O século XIX também representou um período de profundas mudanças do Norte Fluminense, tanto no âmbito político-administrativo, que elevou algumas vilas da região à categoria de cidades, bem como mudanças estruturais relacionadas à produção e à infraestrutura. Neste contexto destacam-se as transformações relacionadas ao setor de transportes e vias de comunicação, como por exemplo: melhorias da navegabilidade do rio Paraíba do Sul; construção do Canal de Macaé-Campos em 1844; aperfeiçoamento da construção naval no município de São João da Barra que introduziu a navegação a vapor na segunda metade do século XIX; e, a construção da estrada de ferro Campos-Macaé em 1875.

Embora que a formação dos municípios tenham tido o mesmo trato colonizador, o território que hoje compreende Nova Friburgo apresentou algumas características peculiares. Com base no Histórico dos Municípios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Instituto Estadual do Patrimônio Estadual (INEPAC) e das Prefeituras Municipais buscou-se identificar características regionais de ocupação. As informações coletadas indicaram que a ocupação do atual território no qual se insere a Região Hidrografia Macaé e das Ostras pode ser descrita a partir de três recortes sub-regionais, a saber: (i) Macaé, Conceição de Macabu e Carapebus; (ii) Nova Friburgo; e, iii) Casimiro de Abreu e Rio das Ostras.

3.2 Dinâmica Demográfica

A população estimada da RH VIII em 2010 é de 299.664 habitantes, calculada a partir da população residente nos setores censitários interceptados por seus limites. Nada menos do que 291 mil pessoas, 97,1% de sua população vivem nos municípios de Macaé e Rio das Ostras, conforme mostra o Quadro 3.1. A distribuição desta população, segundo os setores censitários, está ilustrada na Figura 3.1.

Quadro 3.1: População residente estimada e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, por município da RH VIII (2010)

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Carapebus	292	0,1	-	-	292	1,8
Casimiro de Abreu	941	0,3	-	-	941	5,8
Conceição de Macabu	365	0,1	-	-	365	2,2
Macaé	185.334	61,8	181.532	64,1	3.802	23,4
Nova Friburgo	7.056	2,4	1.970	0,7	5.086	31,3
Rio das Ostras	105.676	35,3	99.905	35,3	5.771	35,5
Municípios da RH VIII	299.664	100,0	283.407	100,0	16.257	100,0

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2010.

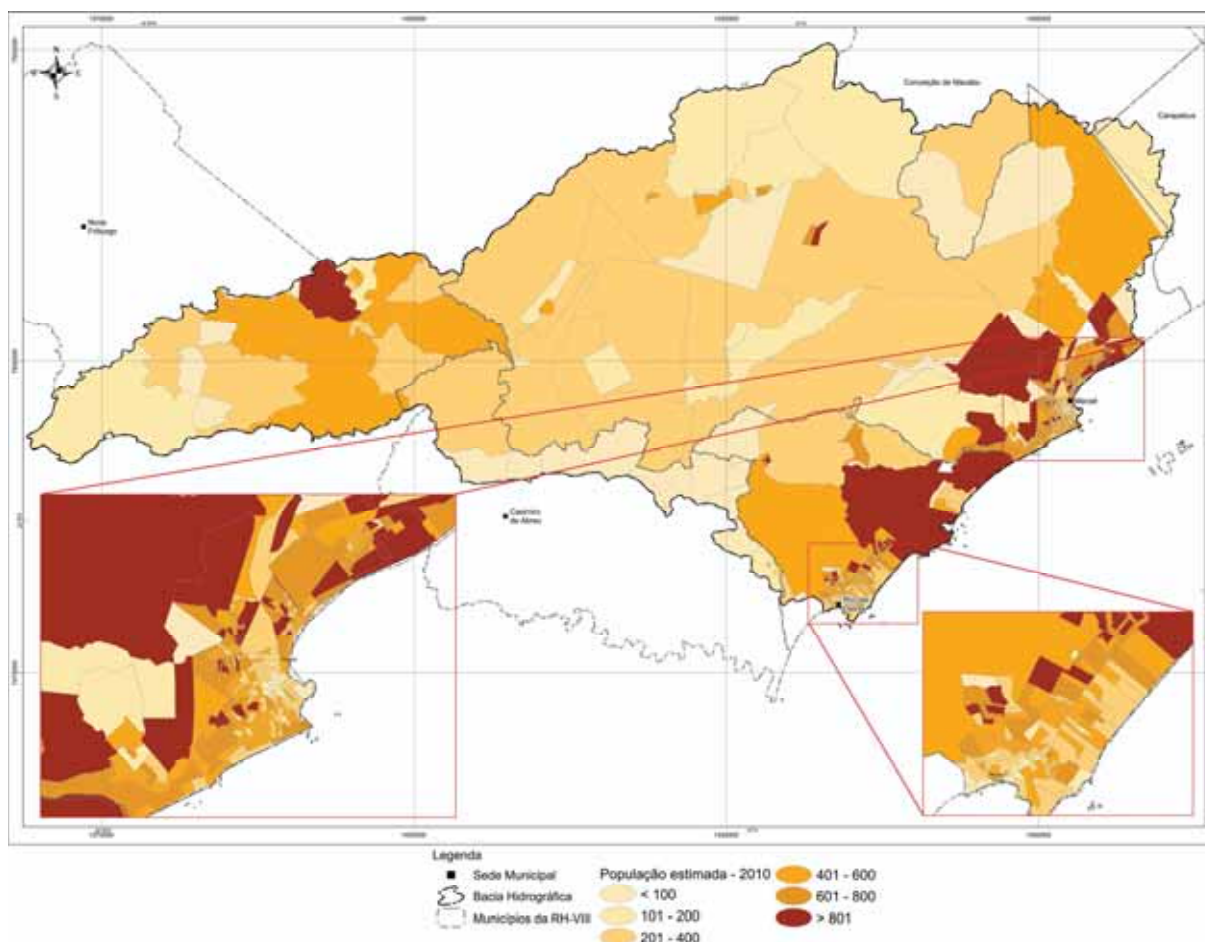


Figura 3.1: Distribuição da população inserida na RH VIII, estimada pelos setores censitários

No recorte territorial que considera a área total dos municípios, mesmo que inseridos parcialmente, a RH VIII, de acordo com o Censo Demográfico de 2010, registrou uma população residente de 564.403 habitantes (Quadro 3.2).

Macaé desponta como o principal município, com seus 206,7 mil habitantes em 2010, concentrando 36,6% da população total e 39,9% da população urbana da RH VIII, no mesmo ano. Nova Friburgo é o segundo município em porte populacional, apresentando uma população de 182 mil habitantes, o que representava 32,3% da população da RH VIII. É interessante observar que os municípios de Macaé e Nova Friburgo juntos representam 68,9% da população urbana da região hidrográfica.

Entre os demais municípios, vale ainda referir o significativo grau de concentração populacional do município de Rio as Ostras (18,7%), que em 2010 apresentava uma população total de 105,6 mil habitantes. Casimiro de Abreu (35,3 mil habitantes), situado pouco acima da mediana da população do Estado (34,9 mil), representava apenas 6,3% da população da região hidrográfica em 2010. Por outro lado, o município concentrava, no mesmo ano, 15,2% da população rural da RH VIII. Os municípios de Conceição de Macabu (21,2 mil habitantes) e Carapebus (13,3 mil) representam juntos apenas 6,2% da população total da região.

Quadro 3.2: População residente e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, segundo municípios da RH VIII (2010)

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Carapebus	13.359	2,4	10.542	2,0	2.817	6,3
Casimiro de Abreu	35.347	6,3	28.521	5,5	6.826	15,2
Conceição de Macabu	21.211	3,8	18.337	3,5	2.874	6,4
Macaé	206.728	36,6	202.859	39,0	3.869	8,6
Nova Friburgo	182.082	32,3	159.372	30,7	22.710	50,6
Rio das Ostras	105.676	18,7	99.905	19,2	5.771	12,9
Municípios da RH VIII	564.403	100,0	519.536	100,0	44.867	100,0

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2010.

Quanto à densidade demográfica, em 2010, a RH VIII possuía 161,5 habitantes por km² em 2010. No entanto, cabe destacar que Rio das Ostras apresenta elevada densidade demográfica (461,4 hab./km²), por sua pequena área territorial. Esse município tem cumprido o papel de acolher a dinâmica da expansão demográfica da região. Entre os demais municípios, o perfil da população relativa varia de 195,1 hab./km² em Nova Friburgo a 43,4 hab./km² em Carapebus, conforme pode ser visto no Quadro 3.3.

Quadro 3.3: Área e Densidade Demográfica na RH VIII (2010)

Unidade Territorial	Área total	Densidade Demográfica
Carapebus	308	43,4
Casimiro de Abreu	461	76,7
Conceição de Macabu	347	61,1
Macaé	1.217	169,9
Nova Friburgo	933	195,1
Rio das Ostras	229	461,4
Municípios da RH VIII	3.495	161,5
Estado do Rio de Janeiro	43.780	365,2

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2010.

Quanto à dinâmica evolutiva, a população da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) cresceu mais do que a média dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Em 1991 a RH VIII participava com 2,5% na população do Estado, passando para 2,7% em 2000 e chegando a 3,5% em 2010. No contexto da região hidrográfica, observa-se que a maioria dos municípios aumentou a sua participação no período considerado, com destaque para Rio das Ostras que passou de 5,7% para 18,7%. No caminho inverso, Nova Friburgo, que em 1991 representava mais da metade da população da RH VIII (52,4%) teve sua participação reduzida a 32,3% no final do período. Além desse último, Conceição de Macabu também reduziu sua participação.

ARH VIII configura-se em uma região com significativo crescimento populacional nas últimas duas décadas. Internamente, verifica-se certa homogeneidade nas taxas de crescimento populacional quando se isolam os municípios de Rio das Ostras e Nova Friburgo, protagonistas do maior e do menor crescimento (11,24% a.a. e 0,49% a.a) nos dois períodos considerados.

Quadro 3.4: Grau de urbanização (%) segundo municípios, RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (1991-2010)

Unidade Territorial	1991	2000	2010
Carapebus	53,8	79,3	78,9
Casimiro de Abreu	85,4	82,8	80,7
Conceição de Macabu	80,0	88,1	86,5
Macaé	91,4	95,1	98,1
Nova Friburgo	86,4	87,6	87,5
Rio das Ostras	93,5	94,9	94,5
Municípios da RH VIII	87,2	90,4	92,1
Estado do Rio de Janeiro	95,3	96,0	96,7

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2000 e 2010; PNUD: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2000.

A taxa média geométrica de crescimento anual (Quadro 2.4), para o período de 2000/2010, apresenta a RH VIII superior a média dos municípios do Estado, sendo a maior taxa verificada para o município de Rio das Ostras que chegou a 11,24%, este incremento também percebido para o período anterior (1991/2000), superando tanto a média estadual quanto a média dos municípios da RH VIII.

Os dados do Censo Demográfico de 2010, referentes à migração, mostram que as pessoas não-naturais do conjunto de municípios da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) representam 46,7%. Rio das Ostras e Casimiro de Abreu representam municípios em que a população de imigrantes é superior ao total de pessoas naturais do município. A população do primeiro é constituída por nada menos do que 80,1% de imigrantes, o que consubstancia seu elevado incremento populacional e a deformação de sua pirâmide etária, descrito anteriormente.

Rio das Ostras também apresenta, junto com Macaé, percentuais elevados de imigrantes vindos de outras unidades da Federação, respectivamente 16,6% e 19,6%, seguidos de Casimiro de Abreu (13,4%) e Carapebus (10,4%). Esse último, junto com os demais municípios, apresenta população composta por cerca de 30% de imigrantes.

Na RH VIII, o lugar de nascimento da maior parte da população residente em 2000 era de Minas Gerais (22,5%), seguido dos estados do Espírito Santo (14,0%), da Bahia (10,9%) e de São Paulo (9,6%). Ou seja, uma população de imigrantes vindos principalmente de Unidades da Federação limítrofes ao Rio de Janeiro, com exceção da Bahia. Esses estados representam mais da metade (57,0%) da população que migrou para a região, que em número absoluto chega a 20.864 pessoas — maior do que a população de Conceição de Macabu, no ano considerado.

Chama a atenção o percentual de estrangeiros residentes na região hidrográfica (5,2%), especialmente nos municípios de Macaé e Nova Friburgo. Do total de 36.6 mil pessoas não-naturais do Estado do Rio de Janeiro residentes na RH VIII, mais da metade, 19,3 mil residia em Macaé. Outros 9 mil imigrantes (24,8%) residiam em Nova Friburgo, no mesmo ano.

3.3 Dinâmica Econômica

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras apresentou, para o ano de 2009, um PIB de R\$ 15,65 milhões, sendo que o município de Macaé isoladamente respondeu por 45,1% de sua composição e Rio das Ostras, por 28,6%. Na composição setorial do PIB da RH VIII, destaca-se o Setor Industrial com contribuição de 45,8% e o Setor de Serviços com 44,8%, mas é importante ressaltar que a Administração Pública corresponde a 34,4% do PIB serviços, demonstrando assim a relevância desta atividade na composição do PIB da RH VIII.

A RH VIII possui posição significativa na composição do PIB estadual. Embora os 4,4% apresentados possam parecer modestos numa primeira leitura, deve-se considerar que o Rio de Janeiro concentra a metade (49,1%) do PIB do Estado, logo a RH VIII participa com 8,8% do PIB do conjunto dos outros 91 municípios.

Analisando individualmente os municípios inseridos na RH VIII, observa-se que o município de Macaé destaca-se em termos de PIB, devido sua participação na composição do PIB estadual (8º maior PIB), e no cenário regional, por configurar-se como o de melhor desempenho em quase todos os setores, com exceção do Setor Agropecuário, cuja maior participação pertence ao município de Nova Friburgo. Chama a atenção também a participação dos Impostos na composição do PIB do município de Macaé, representando 14,8% do total, índice praticamente igual ao registrado no Estado, e 76,3% dos Impostos da região.

Os municípios de Carapebus e Casimiro de Abreu, assim como Macaé, possuem uma atividade industrial significativa, tendo em vista ser esta responsável por mais de 60% do PIB dos municípios, 61,6% e 65,8%, respectivamente. Em segundo plano, aparece o Setor de Serviços, com representatividade 33,5% em Carapebus e 30,5% em Casimiro de Abreu, entretanto, a participação da Administração Pública no Setor de Serviços é mais significativa em Carapebus, 58,5% contra 49,5% em Casimiro de Abreu.

Todavia, é em Conceição de Macabu onde a participação da Administração Pública é mais significativa. O Setor de Serviços possui papel de relevância na composição geral (80,5%), mas é composto de mais de 50% por atividades ligadas à Administração Pública, tornando o município bastante dependente deste segmento. Rio das Ostras tem um perfil predominantemente industrial, por obter maior participação na composição do PIB municipal deste setor (76,5%), seguido do Setor de Serviços com 21,9% do total. Ao passo que o PIB de Nova Friburgo é formado basicamente pelo Setor de Serviços (75,5%), com participação menos significativa da Administração Pública. O Setor Industrial no município representa 15,0% do PIB e os Impostos, 7,7%.

3.3.1 Setor Primário

3.3.1.1 Estrutura Fundiária

Conforme apresentado no Quadro 3.5 a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) contava em 2006, com mais de 3 mil estabelecimentos agropecuários, distribuídos em uma área de 132,5 mil hectares, o que representa uma área média de 35,0 ha.

Quadro 3.5 Número de estabelecimentos, área dos estabelecimentos agropecuários e área média dos estabelecimentos agropecuários, segundo RH VIII e municípios, 2006

Unidade Territorial	Estabelecimentos agropecuários (Unid.)	Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	Área Média (ha)
Carapebus	162	5.798	35,8
Casimiro de Abreu	234	25.966	111,0
Conceição de Macabu	207	11.506	55,6
Macaé	626	56.591	90,4
Nova Friburgo	1.658	21.554	13,0
Rio das Ostras	183	11.123	60,8
RH-VII	3.070	132.538	43,2
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	58.482	2.048.973	35,0

Fonte: IBGE: Censo Agropecuário 2006.

Aproximadamente 27 mil (ha) comportavam matas e/ou florestas naturais, sendo 20 mil (ha) de Áreas de Proteção Permanente (APP) ou Reserva Legal e 7 mil (ha) de floresta natural sem APP e Reserva Legal. As lavouras permanentes desenvolvem-se em uma área de aproximadamente 4 mil (ha), as temporárias em mais de 6 mil (ha) e lavouras destinadas ao plantio de forrageira para corte em 2,3 mil (ha).

Em resumo, 65,0% da área da RH VIII destinam-se às pastagens (naturais e plantadas), 21,0% compreende matas e/ou florestas naturais, 9,7% às lavouras (temporárias, permanentes e de forrageira) e 4,2% possuem outros usos.

Os municípios com a maior quantidade de área destinada à atividade de lavoura são Nova Friburgo (5,8 mil ha) e Macaé (2,9 mil ha), sendo que o primeiro possui mais áreas destinadas às lavouras temporárias (4,2 mil ha) contra 1,5 (ha) de lavouras permanente. Macaé apresenta uma distribuição mais uniforme, 1,2 mil (ha) de lavouras permanentes e 1,2 mil (ha) de lavouras temporárias. Macaé destaca-se no tamanho das áreas de pastagem e matas e/ou florestas, isto devido ao tamanho do seu território que compreende mais de um terço da área da RH VIII (34,8%).

Quanto aos assentamentos de reforma agrária, elemento importante a ser considerado no cenário da estrutura fundiária da RH VIII, no período de 2000/2010, dois novos assentamentos ocorreram no contexto da RH VIII, sendo dois no município de Carapebus, Projeto de Assentamento (PA) 25 de Março e PA João Batista Soares, sendo o primeiro implantando em 31 de outubro de 2005 e o segundo em 16 de dezembro de 2008. O terceiro assentamento ocorreu em Conceição de Macabu em 30 de setembro de 2008, denominado PA Zé Pureza. Além dos assentamentos implantados no período de 2004 e 2010, a RH VIII possui mais oito áreas de assentamento, a saber:

- PIC (Projeto Integrado de Colonização) Macaé – município de Macaé de 30/12/1951.
- PA Imburo – município de Macaé de 18/03/1987.
- PA Cantagalo – Rio das Ostras de 02/01/1999.
- PA Capelinha – município de Conceição de Macabu de 23/04/1997.
- PE (Projeto de Assentamento Estadual) Fazenda São Domingos município de Conceição de Macabu de 28/02/2000.
- PA Visconde – município de Casimiro de Abreu de 19/01/1999.
- PA Bem-Dizia – município de Macaé de 22/01/1999.
- PA Prefeito Celso Daniel- município de Carapebus de 28/03/2005.

3.3.1.2 Produção Agrícola

As principais culturas ligadas às lavouras temporárias são, cana-de-açúcar, mandioca e feijão, representando juntas 67,9% da área plantada. A produção da cana-de-açúcar está concentrada no município de Carapebus, visto que 94,7% da área de lavoura temporária dedica-se a este tipo de produto. Conceição do Macabu e Casimiro de Abreu estão voltados à produção de mandioca, cujas áreas de lavouras destinadas a este tipo de cultura representam 95,7% e 70,9% respectivamente.

O município de Macaé possui a maior parte de sua área de lavoura temporária dedicada à produção de feijão (38,2%) e milho (22,5%). Em Nova Friburgo as lavouras temporárias destinam-se à plantação de tomate (41,8%) e outros produtos não especificados (23,7%). Por fim, Rio das Ostras, com a maior parte da sua área de lavoura temporária voltada ao cultivo de feijão (49,8%) e milho (29,9%), em terceiro plano aparece a mandioca (14,9%).

Entre 2000 e 2009, a RH VIII reduziu drasticamente a área plantada de cana-de-açúcar, passando de 9 mil hectares a menos de 1 mil hectares, resultando na redução expressiva da produção desta cultura na região, o que pode ser explicado, em parte, pelo aumento das lavouras permanentes. Há de se considerar ainda, o *boom* do crescimento populacional, somada a falta de planejamento e decorrente periferização do incremento demográfico, conforme abordado no Item 3.2, referente à dinâmica demográfica.

No que se refere à lavoura permanente, a RH VIII possui maior percentual de área com produção de banana (86,9%), cabe ressaltar que esta produção também é significativa em todos os municípios que a compõe, sendo mais expressiva no município de Macaé, que possui 98,9% de sua área de lavoura permanente reservada a este produto. Em seguida, aparece o município de Casimiro de Abreu com 70,0%, Nova Friburgo (65,2%), Rio das Ostras (60,6%) e Conceição de Macabu (46,9%).

O restante da área destina-se à produção de laranja, onde se destaca o município de Carapebus com 91,5% da área de lavoura permanente voltada a este cultivo, sendo este o único município onde não há produção de banana. A produção de coco-da-baía é representativa nos municípios de Conceição de Macabu (27,9%) e Rio das Ostras (26,0%). Esta produção apresentou uma queda brusca no ano de 2010, depois de um quinquênio estável, podendo estar associada a diversos fatores, entre a substituição por outra cultura mais rentável.

3.3.1.3 Produção Pecuária

A atividade pecuária da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH-VII) registrou em 2006, data do último levantamento Censo Agropecuário do IBGE, um efetivo 323,1 mil animais (ver Quadro 3.7).

O gado bovino desponta como o principal tipo de rebanho na RH VIII, concentrando 65,2% do estoque animal. Com menor representatividade, aparecem as aves (24,9%), enquanto que as demais espécies (equinos, ovinos, suínos e outros) não atingem 5%. Vale destacar que este panorama é o oposto ao verificado para o Estado do Rio de Janeiro, onde a atividade pecuária se caracteriza pela produção de aves.

Excluindo-se Nova Friburgo, todos os demais municípios apresentam um rebanho efetivo maior de bovinos, destacando-se os municípios de Macaé, com 81,9% do total de seu rebanho formado por bovinos e Conceição de Macabu (81,5%). Os municípios de Casimiro de Abreu e Rio das Ostras encontram-se na faixa dos 70%, 74,6% e 70,8% respectivamente.

3.3.2 Setores Secundário e Terciário

A análise das atividades ligadas aos setores secundário e terciário da economia na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) foi realizada por meio dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

A distribuição do número de estabelecimentos e empregos formais permite traçar o perfil da economia de uma dada unidade territorial, indicando quais os setores que mais empregam e em quantos estabelecimentos são gerados seus bens ou serviços. Este perfil pode ser visualizado nos dados do quadro apresentado a seguir.

Quadro 3.6: Estabelecimentos e empregos formais e distribuição percentual, por municípios da RH VIII (2010)

Unidade Territorial	Estabelecimentos		Empregos		Média de empregos
	Nº	%	Nº	%	
Carapebus	93	0,7	2.301	1,2	25
Casimiro de Abreu	542	4,4	5.937	3,0	11
Conceição de Macabu	350	2,8	2.270	1,2	6
Macaé	4.300	34,6	115.775	59,1	27
Nova Friburgo	5.442	43,8	50.190	25,6	9
Rio das Ostras	1.686	13,6	19.443	9,9	12
Municípios da RH VIII	12.413	100,0	195.916	100,0	16
RH VIII /Municípios do RJ	255.611	4,9	4.080.082	4,8	16

Fonte: MTE. RAIS (2010).

Quadro 3.7: Efetivo animal (cabeças) e distribuição percentual segundo tipos de rebanhos na RH VIII (2006)

Unidade Territorial	Aves		Bovino		Equino		Ovino		Suíno		Outros		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Carapebus	17.450	38,0	24.001	52,3	2.000	4,4	1.400	3,0	900	2,0	162	0,4	45.913	100
Casimiro de Abreu	9.000	15,8	42.600	74,6	1.600	2,8	900	1,6	1.320	2,3	1650	2,9	57.070	100
Conceição de Macabu	4.400	14,0	25.556	81,5	500	1,6	380	1,2	320	1,0	193	0,6	31.349	100
Macaé	14.950	13,5	90.663	81,9	2.550	2,3	730	0,7	1.300	1,2	506	0,5	110.699	100
Nova Friburgo	28.720	59,2	6.816	14,0	1.000	2,1	290	0,6	7.600	15,7	4090	8,4	48.516	100
Rio das Ostras	5.880	19,8	20.980	70,8	580	2,0	260	0,9	1.640	5,5	308	1,0	29.648	100
Municípios da RH VIII	80.400	24,9	210.616	65,2	8.230	2,5	3.960	1,2	13.080	4,0	6909	2,1	323.195	100
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	14.797.517	85,4	2.160.727	12,5	106.248	0,6	48.489	0,3	154.622	0,9	67616	0,4	17.335.219	100

Fonte: IBGE: Pesquisa Pecuária Municipal 2010.

A Indústria Extrativista está baseada primeiramente na extração do petróleo e nas atividades de apoio à extração do petróleo e gás natural, sendo que o primeiro é mais representativo em termos de emprego, 15,0 mil empregos (55,5%) e o segundo em número de estabelecimentos, 61 unidades, ou 70,9% (Quadro 3.8).

Quadro 3.8: Estabelecimentos e empregos por classes de atividade das Indústrias Extrativas (2010)

Atividade	Estabelecimentos		Empregos		Média de empregos
	Nº	%	Nº	%	
Atividades de Apoio à Extração de Petróleo e Gás Natural	61	70,9	11.796	43,5	193
Extração de Minerais Não-Metálicos não Especificados Anteriormente	3	3,5	94	0,3	31
Extração de Minério de Metais Preciosos	1	1,2	44	0,2	44
Extração de Pedra, Areia e Argila	12	14,0	147	0,5	12
Extração de Petróleo e Gás Natural	9	10,5	15.046	55,5	1.672
Total	86	100,0	27.127	100,0	315

Fonte: IBGE: Produção Agrícola Municipal 2010.

Macaé é responsável por mais de 80,0% dos empregos vinculados à extração do petróleo e por mais de 70% dos empregos nas atividades de apoio à extração do petróleo e gás natural no Estado do Rio de Janeiro, conforme ilustrado na Figura 3.2.

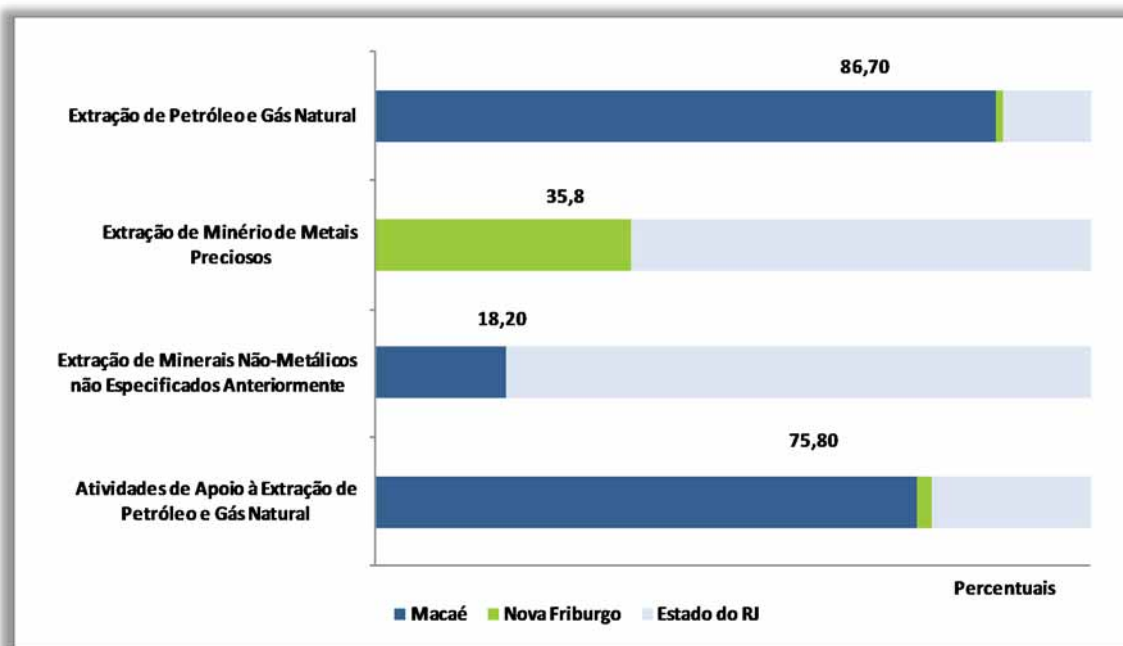


Figura 3.2: Total de empregos nas principais atividades das Indústrias Extrativas no Estado. Comparativo Municípios RH VIII X Conjunto de Municípios do Estado

3.4 Polarização e Infraestrutura Regional

Duas linhas de abordagem associam-se a presente descrição. Na primeira parte, se estabelece a rede urbana, na qual os municípios se ligam hierarquicamente ou não. Em linhas gerais, bens e serviços de consumo frequente podem ser oferecidos por centros acessíveis a uma população próxima, e têm mercado mínimo e alcance espacial reduzidos.

Na segunda parte a região é caracterizada em função dos seus principais equipamentos e serviços, muitos deles determinantes da centralidade na rede urbana.

3.4.1 Estruturação da Rede Urbana

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) compreende uma rede urbana sub-regional, encaixada inteiramente na Metrôpole Nacional do Rio de Janeiro, através dos Centros Sub-regionais "A" de Macaé e de Nova Friburgo e do Centro Local de Casimiro de Abreu. Este Centro Local é desencaixado da rede urbana, visto que não é polarizado nem pelo primeiro centro sub-regional, nem pelo segundo, conforme pode ser observado na Figura 3.3.

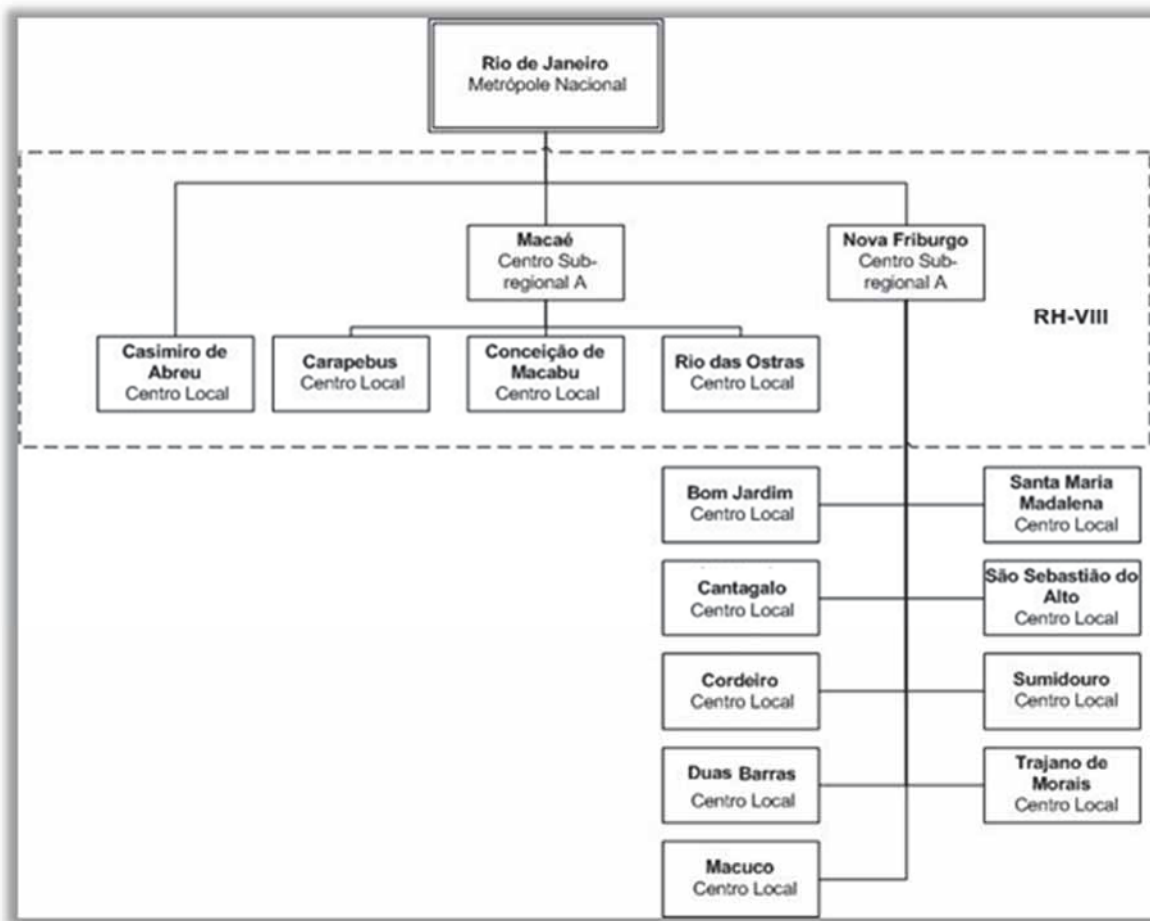


Figura 3.3: Diagrama da Rede Urbana dos Municípios da RH VIII

Macaé representa o principal centro sub-regional por polarizar três cidades da RH VIII, a saber: Carapebus, Conceição de Macabu e Rio das Ostras, todos classificados como centros locais. Sua área de influência perfaz uma área territorial com mais de 2,1 mil km² (60,2%) da área total do conjunto de municípios da RH VIII, bem como 346.9 mil habitantes (61,5% da população total). O PIB da área de influência é de aproximadamente R\$ 12 milhões, proporcionalmente 76,7% do PIB de todos os municípios da RH VIII juntos.

A cidade de Nova Friburgo, segundo centro sub-regional em importância para a rede urbana que intercepta a RH VIII polariza um número maior de municípios do que Macaé, bem como apresenta mais que dobro da área territorial (4,8 mil km²). Sua população é de (308,3 mil habitantes) e registra um PIB de R\$ 4,5 milhões. Contudo, o centro sub-regional de Nova Friburgo não possui centralidade para as cidades inseridas na RH VIII. Seus nove centros locais não possuem parte de seus territórios inseridos dentro dos limites físicos da região hidrográfica, são eles: Bom Jardim, Cantagalo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Santa Maria Madalena, São Sebastião do Alto, Sumidouro e Trajano de Moraes.

3.4.2 Infraestrutura Regional

3.4.2.1 **Divisão Regional**

O Estado do Rio de Janeiro está dividido regionalmente em oito Regiões de Governo, conforme a Lei n° 1.227/87, que aprovou o Plano de Desenvolvimento Econômico e Social 1988/1991. Nesse meio tempo, foram feitas algumas alterações tanto na sua denominação quanto na sua composição.

A divisão vigente é composta das seguintes regiões: (i) Metropolitana; (ii) Noroeste Fluminense; (iii) Norte Fluminense (iv) Baixadas Litorâneas; (v) Serrana; (vi) Centro-Sul Fluminense; (vii) Médio Paraíba; e (viii) Costa Verde.

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH-VIII) é interceptada por três regiões de Governo, a saber: Região Norte Fluminense (i); Região das Baixadas Litorâneas (ii) e Região Serrana (iii).

3.4.2.2 Transportes

3.4.2.2.1 Rodoviário e Aeroportuário

Apesar do alto custo e das deficiências das estradas, o transporte rodoviário é o principal meio de transporte do Estado do Rio de Janeiro. Em 2010, havia 5,9 mil de quilômetros de estradas, sendo que 3,6 mil eram asfaltadas (61,7%).

Das rodovias que cruzam a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, destacam-se a rodovia federal BR-101/RJ (Norte) e as rodovias estaduais RJ-106 e RJ-142.

Na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII), além do rodoviário, destaca-se o transporte aeroviário que tem sua centralidade no município de Macaé. A história aeroportuária do município remete à década de 1950, em que existia na cidade um campo de aviação localizado junto à praia, com pista que permitia apenas o pouso de aeronaves militares em treinamento. Uma década mais tarde, o campo evoluiu para um aeroclube no atual sítio aeroportuário, mas ainda com pista de terra.

O Aeroporto de Macaé tem como principal vocação receber pousos e decolagens de helicópteros que circulam entre as unidades marítimas localizadas na bacia de campos. Atualmente, 11 companhias aéreas, principalmente as de táxi aéreo, operam no aeroporto de Macaé: Aeróleo Táxi Aéreo; Atlas Táxi Aéreo; BHS - Brazilian Helicopter; Castle Air; Emar Táxi Aéreo; Helivia Aerotaxi; Líder Táxi Aéreo; Omni Táxi Aéreo; Sênior Táxi Aéreo; Team; e, Trip.

De acordo com a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), o Aeroporto de Macaé é hoje a maior base de apoio a exploração de petróleo Nacional, movimentando acima de 60.000 pousos e decolagens e recebendo acima de 400.000 passageiros anualmente em suas dependências. Destes números, 98% referem-se a atividade *off-shore*.

3.4.2.2.2 Ferroviário

O Estado do Rio de Janeiro destaca-se também no transporte ferroviário, com uma ampla malha em bitola larga operada pela MRS Logística, interligando o Estado às principais regiões produtoras do País. A rede em bitola métrica, operada pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA), liga a cidade do Rio de Janeiro à Região Norte Fluminense, ao Estado do Espírito Santo e ao sul de Minas Gerais.

A FCA serve ao transporte de cargas entre Vitória (ES) e Rio de Janeiro (RJ), com operações em Campos, nos terminais da Petrobrás em Macaé e da Refinaria Duque de Caxias (REDUC). Constitui-se no principal eixo de conexão entre as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. Entre os principais produtos transportados estão: álcool e derivados de petróleo, calcário, produtos siderúrgicos, soja, farelo de soja, cimento, bauxita, ferro gusa, clínquer, fosfato, cal e produtos petroquímicos. É composta por cerca de 12 mil vagões e 500 locomotivas.

Com relação ao transporte ferroviário de passageiros, o município de Macaé será a primeira cidade do Estado do Rio de Janeiro a contar com um sistema de Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT). Com o VLT, a Prefeitura de Macaé espera reduzir os engarrafamentos na cidade.

- **Terminais Portuário e Terrestre**

Segundo a Prefeitura de Macaé, o terminal portuário é gerido pelo setor de Operações Portuárias da Unidade de Serviços de Transporte e Armazenamento (OPRT/US-TA) da E&P Serv. Por ele, são embarcados equipamentos, suprimentos e outros materiais com destino às plataformas, assim como também são descarregadas embarcações de apoio que vêm das unidades de produção.

O Terminal Terrestre de Cabiúnas (TECAB) está localizado no município de Macaé, no Km 188 da Rodovia RJ-106 (Distrito de Cabiúnas). Está em operação desde 1982, e atualmente representa o maior polo de processamento de gás natural existente no Brasil, além de receber, estocar e transferir parte do petróleo produzido na região para as refinarias Duque de Caxias (REDUC), no Rio de Janeiro e Gabriel Passos (REGAP), em Betim/MG.

3.4.2.3 Energia

O Estado do Rio de Janeiro está conectado ao sistema de energia elétrica Eletrobrás Furnas, sendo que o fornecimento de energia é efetuado pelas concessionárias de capital privado: Light Serviços de Eletricidade S.A, Ampla Energia e Serviços S.A e Energisa Nova Friburgo.

Segundo o Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro (2009), da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços, o Estado do Rio de Janeiro possui a matriz energética diversificada e manteve, no ano de 2009, uma posição superavitária e exportadora de petróleo, gás natural e derivados de petróleo. Todavia, o consumo estadual de determinadas fontes, tais como o carvão mineral e o etanol, permanece fortemente dependente de importação.

O parque gerador elétrico fluminense é composto por usinas hidrelétricas, térmicas convencionais e term nucleares.

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) conta com um parque gerador instalado em Macaé, formado por duas Usinas Termelétricas (UTES) a gás estrategicamente localizadas para o recebimento do gás natural "seco" proveniente do Terminal de Cabiúnas (TECAB).

A Usina Termelétrica Mario Lago (UTE Mario Lago), que até 2006 chamava-se Usina Termelétrica Macaé, é movida a gás natural, é a segunda maior das 13 usinas da Petrobrás. Com capacidade de produção de 928 MW de energia elétrica, possui 20 turbogeradores movidos a gás natural. Constituída em 2001 pela El Paso Energy (EUA) com investimentos de 720 milhões de dólares e que é, desde abril de 2006, inteiramente controlada pela Petrobras.

A UTE Norte Fluminense, empresa geradora de energia elétrica, foi concebida em meio à crise nacional de energia, na década de 1990. O objetivo era restabelecer o equilíbrio no abastecimento dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. A empresa faz parte do Grupo Electricité de France (EDF), maior gerador de energia elétrica do mundo, que detém 90% de seu capital, sendo que a Petrobras detém 10%. Sua capacidade instalada é de 780 MW, o que equivale abastecer uma população de mais de 2 milhões de pessoas.

Macaé destaca-se também por possuir a primeira Usina Solar Fotovoltaica do Estado, inaugurada em junho de 2011 pela UTE Norte Fluminense para suprir toda a demanda administrativa de sua planta, por meio de 1.800 placas fotovoltaicas. O uso da energia solar fotovoltaica vai compensar as emissões de CO₂ vinculadas à iluminação, ao funcionamento dos equipamentos de informática, à climatização, bem como aos deslocamentos de funcionários interna e externamente, nos trajetos entre o domicílio e o trabalho. A redução na emissão de CO₂ é da ordem de 250 toneladas por ano.

Além das UTES, Macaé possui a PCH Glicério, implantada no Rio São Pedro, com uma potência instalada de 12 MW e queda líquida de 97m. A unidade entrou em operação em 1929 e atualmente faz parte do parque gerador da Quanta Geração S/A. Conforme Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2010), o potencial hidrelétrico das usinas em estudo

ou projeto no Estado do Rio de Janeiro é de 687,87 MW, dos quais apenas 8MW em municípios da RH VIII. O potencial refere-se à Usina Rio Grandina, no curso do Rio Grande em Nova Friburgo, em fase de licenciamento.

3.4.2.4 Comunicação Social

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) conta com 39 veículos de comunicação, composta em sua grande maioria por jornais (25). A região também possui 10 rádios e 4 retransmissoras de TV.

Os veículos de comunicação se distribuem em todos os municípios da RH VIII, com maior concentração em Macaé, Nova Friburgo e Rio das Ostras. Além disso, Campos dos Goytacazes e Quissamã, localizados no entorno da região hidrográfica possuem veículos que com penetração em parte de seu território.

No Quadro 3.9 estão listados os veículos de comunicação que foram identificados na RH VIII.

3.4.2.5 Saúde

De acordo com dados do DATASUS, braço estatístico do Ministério da Saúde, em dezembro de 2010, a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII), contava com um total de 1.162 estabelecimentos de saúde (Quadro 3.10).

Embora o número de estabelecimentos de saúde seja representativo, estes não estão distribuídos de forma homogênea entre os municípios da RH VIII. Nada menos do que 85,0% do total de estabelecimentos estão localizados em Macaé (571 estabelecimentos) e Nova Friburgo (417). Ambos representam dois polos dos serviços de saúde, não apenas para os municípios da RH VIII, mas também para outros localizados no seu entorno.

Quanto maior a complexidade relacionada ao estabelecimento de saúde, maior a concentração nestes dois polos. Dos 18 hospitais da RH VIII, 7 deles estão localizados em Nova Friburgo e outros 6 em Macaé. Porém, dos 6 municípios da região, apenas Carapebus não possui hospital. Isso significa que os atendimentos de média complexidade estão melhor distribuídos na RH VIII, impactando menos, em termos gerais, os dois polos.

Quanto ao número de leitos, os dados do DATASUS revelam que a rede hospitalar dos municípios da RH VIII totalizam 1.516 leitos, dos quais 68,6% conveniados com o SUS, distribuídos entre os municípios praticamente na mesma proporção do que os estabelecimentos de saúde.

Quadro 3.9: Veículos de comunicação na RH VIII (2012)

NOME	Meio	Município	Telefone	E-mail	Tiragem
A FOLHA DOS MUNICÍPIOS	Jornal	Casimiro de Abreu	(22) 2778.2047	redacao@folhadomunicipios.com.br	5.000
A VOZ DA CIDADE	Jornal	Macaé	(22) 2770.0923/9253.5673	vozdacidade@bol.com.br	10.000
A VOZ DA SERRA	Jornal	Nova Friburgo	(21) 2522.2035/(22)2523.7912	jornal@avozdaserra.com.br	8.000 a 10.000
A VOZ DE RIO DAS OSTRAS	Jornal	Rio das Ostras	(22) 2760.2460/9255.5195	avoz@alternativa.com.br	5.000
DIÁRIO DA COSTA DO SOL	Jornal	Macaé	(22) 2772.5175	odiariocs@gmail.com.br	-
EXPRESSO REGIONAL	Jornal	Macaé	(22) 2772.2753	expressof@yahoo.com.br	-
FOLHA DA MANHÃ	Jornal	Campos	(22) 2726.8558	folha@fmanha.com.br	-
FOLHA DE MACAÉ	Jornal	Macaé	(22) 2772.5717	folhademacae@ig.com.br	8.000
FOLHA DE QUISSAMÃ	Jornal	Quissamã	(22) 2768.6170/(22) 2768.1465	folhaq@gmail.com.br	-
GAZETA DA REGIÃO - SERRA-MAR	Jornal	Conceição de Macabu	-	-	8.000/5.000
GAZETA LITORAL	Jornal	Macaé	-	-	8.000
INTER TV (AFILIADA DA REDE GLOBO)	TV	Macaé	(22) 2765.7228/ (22) 2765.7217/(22) 2765.2757	-	-
JORNAL DE CARAPEBUS	Jornal	Carapebus	-	-	-
JORNAL FORUM SEculo XXI	Jornal	Nova Friburgo	(22) 2520.5642/8835.8139	seculo21@qigalink.com.br	-
JORNAL O REBATE	Jornal	Macaé	(22) 2773.2679	josemilbs@jornalorebate.com	-
JORNAL PANORAMA	Jornal	Nova Friburgo	-	-	15.000
JORNAL RAZÃO	Jornal	Rio das Ostras	(61) 3328.8335	leda@vacombsb.com.br	3.000
JORNAL SERRA LITORAL	Jornal	Rio das Ostras	(22) 2760.4432/9269.8584	serralitoral@ibpsor.com.br	3.000
JORNAL STAND	Jornal	Macaé	-	multimidia@terra.com.br	2.500
LIGAÇÃO	Jornal	Rio das Ostras	(22) 2760.2911/(22) 2760.7569	jornal_ligacao@terra.com.br	5.000
O CABREU	Jornal	Casimiro de Abreu	(22) 2778.2067	jornalcabreu@uol.com.br	2.000
O DEBATE	Jornal	Macaé	(22) 2772.6060	oeebate@lago.net.com.br	10.000
O DEBATE RIO DAS OSTRAS	Jornal	Rio das Ostras	(22) 2772.6060 / 9915.5407	comercial@odebateonline.com.br	3.000
O DIÁRIO COSTA DO SOL	Jornal	Macaé	(22) 2762.6344	odiario@portalmacae.com.br	12.000
PRESS - FATOS E NOTÍCIAS	Jornal	Rio das Ostras	(22) 9825.8553	press@alternativa.com.br	8.000
RADIO 101,5 FM / MACAE	Rádio	Macaé	(22) 2772.0365/(22)2772.4782 (22) 2772.9101	fm101.sat@uol.com.br	-
RÁDIO 95,3 FM	Rádio	Macaé	(22) 2105.0095/(22) 2105.0051	jornalismo@radio95fm.com.br	-
RÁDIO CALEDONIA 90,1 FM	Rádio	Nova Friburgo	-	-	-
RÁDIO GLOBO AM	Rádio	Macaé	(22) 2762.1116/(22) 2762.0543	comercial@radio820am.com.br	-
RÁDIO LITORAL 1250 AM	Rádio	Casimiro de Abreu	-	-	-
RÁDIO MACAÉ 820 AM	Rádio	Macaé	-	-	-
RÁDIO NORTE RIO 103,5 FM	Rádio	Macaé	-	-	-
RÁDIO NOVA FRIBURGO 660 AM	Rádio	Nova Friburgo	-	-	-
RÁDIO POPULAR FLUMINENSE 1580AM	Rádio	Conceição de Macabu	-	-	-
RÁDIO SUCESSO 88,1 FM	Rádio	Nova Friburgo	-	-	-
RECORD	TV	Macaé	(22) 2772.1573/7834.3443	jornalismo@recordcampos.com.br	-
SBT	TV	Rio das Ostras	(22) 2762.1011 / 8832.8209	ivanlemos.jornalismo@gmail.com	-
TRIBUNA DOS MUNICÍPIOS	Jornal	Macaé	(22) 2762.9162	sbtjornal@gmail.com	-
TV SBT Canal 3 de Nova Friburgo	TV	Nova Friburgo	-	tribunadomunicipios@alooha.com.br	5.000

Fonte: SECOM / Levantamento de Campo.

Quadro 3.10: Estabelecimentos de saúde, por tipo, segundo os município da RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (2010)

Tipo de Estabelecimento	Municípios							
	Carapebus	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu	Macaé	Nova Friburgo	Rio das Ostras	RH VIII	Estado do RJ
Centro de saúde /unidade básica de saúde	1	10	1	42	19	10	83	1.465
Clínica especializada / ambulatório especializado	6	3	3	90	37	18	157	2.824
Consultório isolado	-	9	7	364	332	49	761	5.971
Hospital especializado	-	-	-	1	2	-	3	225
Hospital geral	-	2	1	5	5	2	15	351
Policlínica	-	2	-	7	5	3	17	402
Posto de saúde	4	-	10	5	-	-	19	582
Unidade de serviço de apoio de diagnose e terapia	-	7	3	40	11	11	72	1.495
Outras	2	3	2	17	6	5	35	621
Total	13	36	27	571	417	98	1.162	13.936

Fonte: Ministério da Saúde. DATASUS (2010).

Nota: Competência Dezembro de 2010.

3.4.2.6 Educação

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) contava, em 2010, com um total de 529 estabelecimentos de ensino, dos quais 62,5% públicos. Com relação à localização dos serviços de educação na RH VIII, 42,3% estavam instalados em Nova Friburgo e 31,0%, em Macaé, municípios de maior porte populacional e área territorial. Em Rio das Ostras, terceiro município mais populoso da região hidrográfica, estavam instalados mais 11,5% dos estabelecimentos de ensino. Os demais estabelecimentos estão dispersos em Casimiro de Abreu (6,4% o total), Conceição de Macabu (5,7%) e Carapebus (2,8%).

Quadro 3.11: Estabelecimentos de ensino em atividade, por dependência administrativa, salas de aula existentes e utilizadas, segundo municípios da RH VIII e Estado do Rio de Janeiro (2010)

Unidade Territorial	Estabelecimentos de ensino em atividade					Salas de aula	
	Total	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Existentes	Utilizadas
Carapebus	15	-	1	14	-	84	82
Casimiro de Abreu	34	-	8	20	6	316	307
Conceição de Macabu	30	-	8	17	5	223	206
Macaé	164	1	11	109	43	1.715	1.610
Nova Friburgo	224	1	27	133	63	1.738	1.596
Rio das Ostras	62	-	5	40	17	536	528
Municípios da RH VIII	529	2	60	333	134	4.612	4.329
Estado do Rio de Janeiro	10.383	48	1.510	4.963	3.862	107.990	98.994

Fonte: SEEDUC (2010).

A região hidrográfica conta com uma boa estrutura de ensino superior, com 14 Instituições de Ensino Superior (IES), das quais 9 universidades. Macaé possui oito IES, considerando somente aquelas que oferecem cursos presenciais, conforme listado a seguir:

- Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Macaé - FAFIMA;
- Faculdade Professor Miguel Ângelo da Silva Santos - FEMASS;
- Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora - FSMA;
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IF Fluminense;
- Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy - UNIGRANRIO;
- Universidade Estácio de Sá - UNESA;
- Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ; e
- Universidade Federal Fluminense - UFF.

Em Nova Friburgo, encontram-se mais seis IES instaladas, das quais quatro são universidades, quais sejam:

- Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ;
- Faculdade de Filosofia Santa Dorotéia - FFSD;
- Universidade Cândido Mendel - UCAM;
- Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ;
- Universidade Estácio de Sá - UNESA; e
- Universidade Federal Fluminense - UFF.

3.5 Condições de Vida da População

As condições de vida da população foram analisadas a partir da adoção dos seguintes índices: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (ONU/PNUD), o Índice da FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) - amplamente utilizados - e uma adaptação do Índice de Carência Habitacional (ICH) proposto pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPPUR/UFRJ). Embora os índices possuam abrangência municipal, diferenças metodológicas ou temporais não permitem análises comparativas entre eles. Salienta-se que sua utilização tem caráter complementar.

A relação destes indicadores de condições de vida da população que reside na RH VIII encontram-se nos três quadros subsequentes.

Quadro 3.12: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (1991-2000)

Unidade Territorial	1991			2000		
	IDH-M	Posição no RJ	Posição na RH VIII	IDH-M	Posição no RJ	Posição na RH VIII
Carapebus	0,649	75	6	0,740	62	5
Casimiro de Abreu	0,693	38	3	0,781	25	3
Conceição de Macabu	0,670	61	5	0,738	65	6
Macaé	0,730	10	2	0,790	14	2
Nova Friburgo	0,735	9	1	0,810	4	1
Rio das Ostras	0,681	46	4	0,775	34	4
Municípios da RH VIII	0,693	-	-	0,772	-	-
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	0,685	-	-	0,760	-	-

Fonte: PNUD: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2000.

Quadro 3.13: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000-2009)

Unidade Territorial	2000			2009		
	IFDM	Posição no RJ	Posição na RH VIII	IFDM	Posição no RJ	Posição na RH VIII
Carapebus	0,574	79	6	0,688	49	4
Casimiro de Abreu	0,618	58	5	0,680	52	5
Conceição de Macabu	0,653	29	3	0,663	64	6
Macaé	0,781	1	1	0,827	4	2
Nova Friburgo	0,697	11	2	0,778	11	3
Rio das Ostras	0,637	40	4	0,829	3	1
Municípios da RH VIII	0,660	-	-	0,744	-	-
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	0,636	-	-	0,701	-	-

Fonte: FIRJAN: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal 2000/2009.

Quadro 3.14: Índice de Carência Habitacional (ICH) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000)

Unidade Territorial	2000			2010		
	ICH	Posição no RJ	Posição na RH VIII	ICH	Posição no RJ	Posição na RH VIII
Carapebus	0,493	78	5	0,613	75	5
Casimiro de Abreu	0,816	23	3	0,868	20	1
Conceição de Macabu	0,530	74	4	0,545	84	6
Macaé	0,877	9	1	0,834	31	2
Nova Friburgo	0,835	17	2	0,821	35	3
Rio das Ostras	0,427	86	6	0,756	55	4
Municípios da RH VIII	0,663	-	-	0,739	-	-
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	0,687	-	-	0,755	-	-

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2000 e 2010.

• IDH-M

Em 2000, a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) apresentou um IDH-M médio de 0,772, e pode ser considerada como Médio Desenvolvimento Humano segundo o PNUD, classificação essa, predominante na maior parte dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. Ou seja, o IDH-M médio dos municípios fluminenses era 0,760 no mesmo ano considerado. Na verdade, apenas oito municípios no Estado classificam-se como Alto Desenvolvimento Humano em 2000, entre eles apenas um município da RH VIII: Nova Friburgo, que, no entanto tem pequena participação na bacia.

O município de Nova Friburgo apresentou o 4º IDH-M mais alto do Estado do Rio de Janeiro, ficando atrás apenas de Niterói (IDH-M = 0,886), do Rio de Janeiro (0,842) e de Volta Redonda (0,815). Na década anterior, Nova Friburgo era considerada de Médio Desenvolvimento Humano (IDH-M = 0,735), e com isso ocupava a 9ª posição no ranking estadual, conforme apresentado no Quadro 3.12.

Todos os municípios da RH VIII, sem exceção, avançaram no IDH-M de 2000, embora Macaé e Conceição de Macabu tenham descido quatro posições no ranking estadual em relação a 1991. Em 2000, esses dois municípios contrastam a segunda e a última posição dos municípios da RH VIII em relação aos municípios fluminenses, respectivamente a 14ª e 65ª posições. Os demais municípios, além de melhorarem seus índices de desenvolvimento humano, também subiram posições no ranking estadual em 2000.

• IFDM

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII) apresentou um IFDM médio de 0,701 em 2009 - acima da média dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, conforme pode ser observado no Quadro 3.13. Com isso a região hidrográfica classifica-se em

Desenvolvimento Moderado. Todos os seus municípios avançaram no período 2000/2009, com destaque para Rio das Ostras.

Em 2000, o município de Rio das Ostras apresentou IFDM de 0,637 e ocupava a 40ª posição no ranking fluminense. No final da década (2009), registrou o 3º maior IFDM do Estado (0,829), passando de Desenvolvimento Moderado para Alto Estágio de Desenvolvimento. O município ficou atrás apenas de Niterói (IFDM= 0,845) e Rio de Janeiro (0,844), em 2009.

Entre os seis municípios fluminenses com alto desenvolvimento no IFDM, outro município da RH VIII: Macaé. O município chegou a apresentar o maior IFDM do Estado do Rio de Janeiro em 2000, descendo para 4ª posição em 2009, com IFDM de 0,827.

Os demais municípios da RH VIII apresentaram Desenvolvimento Moderado em 2009, com índices variando de 0,778 (Nova Friburgo) a 0,663 (Conceição de Macabu). Esse último ocupava a 29ª posição no ranking estadual, com IFDM de 0,653, e passado quase uma década, o seu IFDM municipal cresceu apenas 1,5%, descendo nada menos do que 35 posições no ranking estadual.

Casimiro de Abreu também avançou pouco em seu IFDM e em relação aos outros municípios fluminenses. Em 2000 registrou IFDM = 0,618 (58ª posição no ranking estadual) e em 2009 apresentou IFDM de 0,680 (52ª posição).

No início do período considerado, Carapebus era o único município da RH VIII classificado como de Desenvolvimento Regular, com IFDM de 0,574. Em 2009, o município apresentou IFDM=0,688, consolidando a classificação "Desenvolvimento Moderado" como nível mínimo apresentado na região hidrográfica.

- **ICH**

De modo geral, a RH VIII apresentou melhora no ICH no período 2000/2010, mas não o suficiente para ultrapassar a média dos municípios fluminenses (Quadro 3.14). Em 2010 o ICH registrado para a região foi de 0,739, o que representou um aumento de 11,5% em relação ao início do período. Casimiro de Abreu, Macaé e Nova Friburgo são os únicos municípios que apresentam baixo índice de carência no período 2000/2010, ainda que os dois últimos tenham reduzido seu desempenho em -4,9% e -1,7% (na mesma ordem).

A outra metade dos municípios apresenta alto índice de carência, variando de 0,545 em Conceição de Macabu a 0,756 em Rios das Ostras. Destaque para esse último, que em 2000, apresentava uma condição de extrema carência (0,427), e o colocava na 86ª no ranking do Estado do Rio de Janeiro. Em 2010, Rio das Ostras alcançou o nível intermediário do ICH (alto índice de carência - 0,756), melhorando também seu desempenho em relação aos demais (55ª posição do ranking).

4 ATORES SOCIAIS DA RH VIII

4 ATORES SOCIAIS DA RH VIII

A gestão dos recursos hídricos, realizada a partir de unidades territoriais (Lei das Águas), com a incorporação e participação cada vez mais crescente da sociedade, tem determinado a mudança de paradigma nos modelos de gestão. Como participação social entende-se o processo mediante o qual as diversas camadas sociais tomam parte na produção, na gestão e no usufruto dos bens de uma sociedade historicamente determinada (AMMANN, 1980).

Neste sentido, a gestão dos recursos hídricos deve levar em conta os diversos interesses e os tipos de uso existentes numa determinada região hidrográfica. Para tanto, é necessário a identificação e o envolvimento de organizações locais, instituições, representantes da sociedade civil e usuários de água, como agentes essenciais do processo de organização e planejamento da gestão participativa dos recursos hídricos.

No quadro a seguir encontram-se listados os atores sociais estratégicos que atuam (in)diretamente na RH VIII. Com relação à listagem, esta não teve a pretensão de se aproximar do universo de atores sociais com atuação na região - objetivo muito pouco provável de se atingir. O fato de alguma instituição não constar na listagem, não significa que ela estará excluída do processo de planejamento da região hidrográfica.

Quadro 4.1: Relação de atores sociais estratégicos da RH VIII

Discriminação	
Atores Estratégicos de Âmbito Federal	
	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Recursos Hídricos (DRH) • Departamento de Ambiente Urbano (DAU) • Departamento de Revitalização de Bacias (DRB)
	Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)
	Agência Nacional de Águas (ANA)
	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)
	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
	Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA)
	Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)
	Ministério Público
	Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)
	Ministério das Minas e Energia (MME)
	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
	Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)
	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - Núcleo Rio de Janeiro (ABAS)
	Embrapa Solos
Atores Estratégicos de Âmbito Estadual	
	Secretaria de Estado do Ambiente (SEA)
	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
	Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA)
	Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA)
	Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI)
	Câmara de Compensação Ambiental (CCA)
	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços (SEDEIS)
	Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária (SEAPEC)
	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER)
	Departamento de Recursos Minerais (DRMRJ)
	Ministério Público Estadual
	Batalhão de Polícia Florestal e de Meio Ambiente
	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN)
	Federação da Agricultura, Pecuária e Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FAERJ)
	Federação do Comércio do Estado do Rio de Janeiro (FECOMERCIO)

Discriminação	
Atores Estratégicos Setoriais	
Abastecimento Público	Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE)
	Empresa Pública Municipal de Saneamento (ESANE)
	Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE)
	Águas de Nova Friburgo
Industrial	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN)
	Centro Industrial do Rio de Janeiro (CIRJ)
	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)
	Serviço Social da Indústria (SESI)
	Instituto Euvaldo Lodi (IEL)
	ELETRONBRAS
Geração de Energia	Usina Termelétrica Norte Fluminense (UTE-NF)
	Usina Termelétrica Mario Lago (UTE-ML)
Agropecuário	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
	Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)
	EMATER-RIO
Atores Estratégicos de Âmbito Local	
Sociedade Civil Organizada	Centro de Estudos e Conservação da Natureza (CECNA)
	Associação de Apoio à Escola do Colégio Estadual José Martins da Costa (ACEJMC)
	Instituto Bioacqua de Promoção de Desenvolvimento Sustentável e Defesa do Meio Ambiente (BIOACQUA)
	Organização Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável (OADS)
	Grupo Saberes em Educação Ambiental (Grupo Saberes)
	Ação Rural São Sebastião de Lumiar
	ONG Educari
	Grupo de Defesa Ecológica Pequena Semente
	SOS Praia do Pecado
	Teia da Sustentabilidade
	Grupo GEMA
	Associação de Comércio e Indústria de São Pedro da Serra
	Associação de Moradores do Trapiche, Frade e Glicério
	Associação de Produtores Rurais de Serra da Cruz (APRUSC)
	Companhia dos Bichos e da Natureza - COMBINA
	Oficina Escola As Mãos de Luz/Ponto de Cultura Lumiar
	Associação de Moradores, Produtores Rurais e Ecoturista da Cabeceira do Sana (AMPRET – CS)
	Associação de Agricultores Familiares de São Pedro da Serra - AFASPS
	Entidades religiosas
	Associações de Moradores
Ensino e Pesquisa	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - IFF
	Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego
	Universidade Estácio de Sá (UNESA)
	Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Macaé (UFRJ-Macaé)
	Núcleo em Ecologia e Desenvolvimento Socioambiental de Macaé (NUPEM/UFRJ)
	Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora - FSMA
	UnED Nova Friburgo, quarta Unidade Descentralizada do CEFET/RJ
	Universidade Candido Mendes - Unidade Friburgo
	Instituto Politécnico do Rio de Janeiro (IPRJ)
	Instituto Macaé de Metrologia e Tecnologia
Unidades de Conservação	Universidade Estadual Norte Fluminense - Campus Macaé
	Reserva Biológica União (REBIO União)
	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PARNA Jurubatiba)
	APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado
	Parque Estadual dos Três Picos (PETP)
	Área de Proteção Ambiental Macaé de Cima (APA Macaé de Cima)
	Parque Natural Municipal Fazenda Atalaia
	Área de Proteção Ambiental do Sana (APA do Sana)
	Parque Natural Municipal dos Pássaros
	Área de Proteção Ambiental da Lagoa do Iriry (APA Lagoa do Iriry)
	Área de Relevante Interesse Ecológico de Itapebussus (ARIE de Itapebussus)
	Área de Preservação Ambiental do Morro Santana
Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé	

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Capítulo que segue contempla o conhecimento obtido pela Consultora sobre a Caracterização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras buscando identificar a problemática atual do uso e gerenciamento dos recursos hídricos.

As caracterizações temáticas apresentadas enfocam os elementos que deverão subsidiar as análises integradas a serem realizadas no relatório do Diagnóstico, objetivando a consolidação das informações preliminares para a condução da etapa de Planejamento.

A área objeto deste Plano de Recursos Hídricos corresponde a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII), uma das dez regiões hidrográficas em que se encontra dividido o Estado do Rio de Janeiro, para efeito de planejamento dos recursos hídricos.

A RH VIII se encontra localizada na faixa costeira central-norte do Estado do Rio de Janeiro entre as regiões hidrográficas do Baixo Paraíba do Sul e a do rio São João e Lagos.

Esta RH abrange, totalmente, o território do município de Rio das Ostras e, parcialmente, os territórios de Macaé, Nova Friburgo, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Carapebus, totalizando uma área de 1965 km².

A Região situa-se entre dois polos de desenvolvimento, ao sul turístico-comercial (Região dos Lagos) e ao norte petrolífero-canavieiro (Campos/Macaé).

A RH VIII é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Macaé, das Ostras, da Lagoa de Imboacica e de pequenos córregos e lagoas litorâneas. Limitando-se ao Norte com a bacia do rio Macabu, ao Sul com a bacia do rio São João, a oeste com as bacias dos rios Macacu e Bengala e a leste com o Oceano Atlântico.

A Figura 5.1 apresenta a localização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII), no Estado do Rio de Janeiro.

5.1 Meio Físico

Elementos do Meio Físico, quais sejam, Geologia, Geomorfologia e Relevo, Pedologia, Clima e Hidrologia, estão sinteticamente descritos no prosseguimento deste item.

5.1.1 Geologia

As rochas da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, assim como do Estado do Rio de Janeiro, desenvolveram-se sobre uma estrutura geológica complexa da Plataforma Sul-americana onde ocorreram diversos eventos geotectônicos, com terrenos geológicos apresentando uma sequência de unidades litológicas, tectônicas e sedimentares de idades bastante variadas (ALMEIDA, 1967; ALMEIDA & HASUI, 1984).

Especificamente nos domínios territoriais do Rio de Janeiro, a Plataforma possui o chamado Cinturão Orogênico do Atlântico, onde está inserida a Faixa Ribeira, também denominada Cinturão Ribeira e, a Região Hidrográfica objeto deste Plano, situa-se sobre o Segmento Central da Faixa Ribeira.

O Segmento Central da Faixa Ribeira é definido por quatro terrenos tectono-estratigráficos distintos: Terreno Ocidental, Terreno ou Klippe Paraíba do Sul, Terreno Oriental e Terreno Cabo Frio. (HEILBRON et. al., 2000). A RH VIII se encontra sobre as rochas dos terrenos Oriental e Cabo Frio, cuja litologia se encontra espacializada no Mapa apresentado a seguir (Figura 5.2), onde estão presentes rochas graníticas e granitóides, gnáissicas, metassedimentares, brechóides, depósitos coluviais e de tálus e as coberturas sedimentares quaternárias.

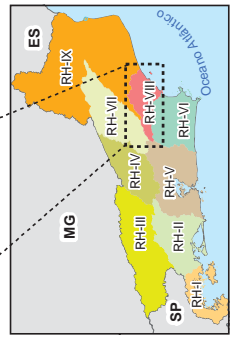
Figura 5.1 Mapa da Localização da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras (RH VIII)

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Região Hidrográfica

- RH-X** Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana
- RH-I** Baía da Ilha Grande
- RH-V** Baía de Guanabara
- RH-II** Guandu
- RH-X** Itabapoana
- RH-VI** Lagos São João
- RH-III** Médio Paraíba do Sul
- RH-IV** Piabanha
- RH-VII** Rio de Lages
- RH-VIII** Macaé e das Ostras

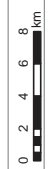


Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPEA, 2012);
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;

Escala numérica em A3: 1:330.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -46
 Paralelo: 23S
 Datum: SIRGAS 2000

Projeto

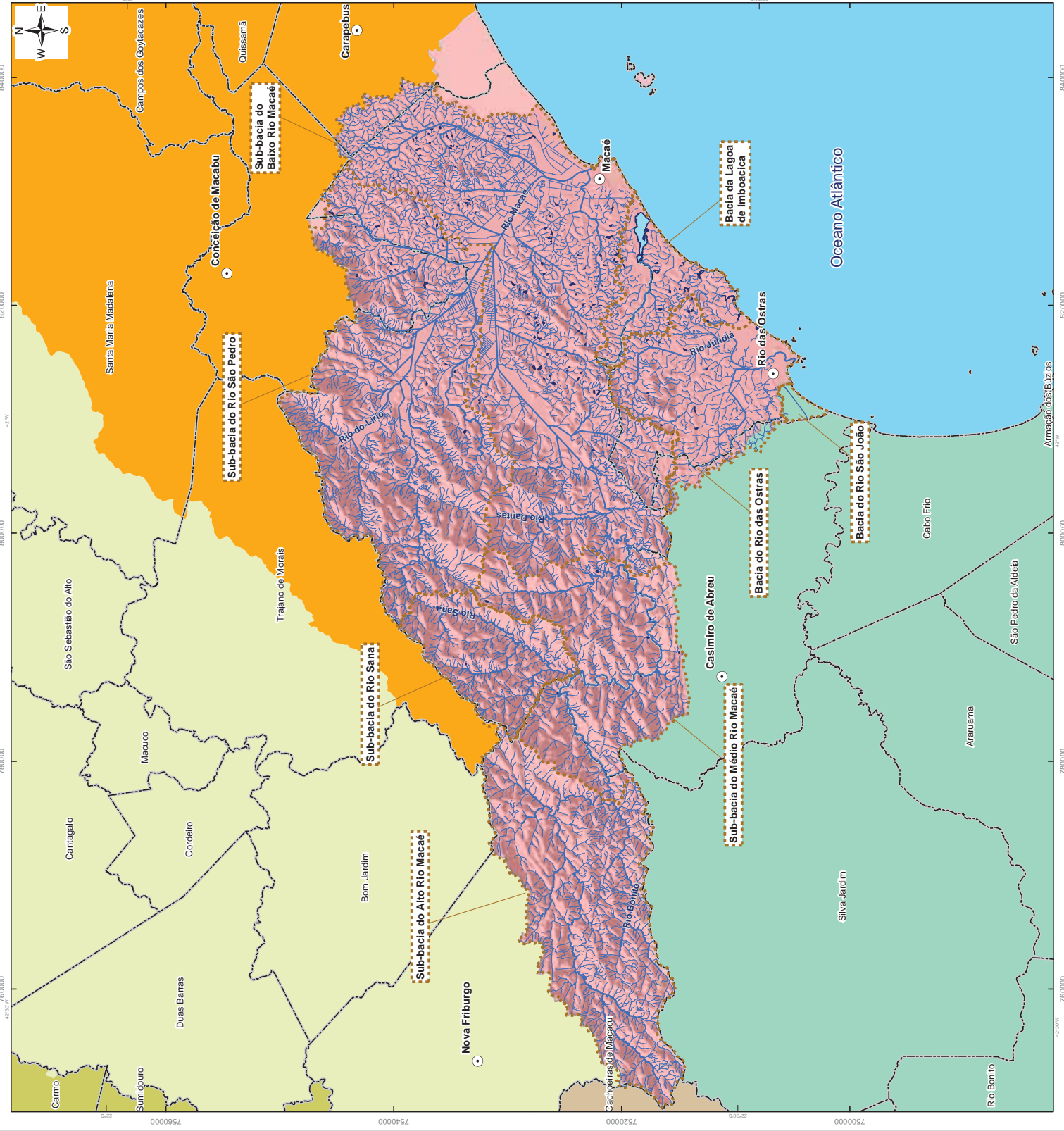


Figura 5.2 Mapa Geológico da RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Estruturas Geológicas
 - Diques
 - Empurrão
 - Falhas
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Corpo Hidrico
 - Limite Municipal
 - Unidades Litológicas
 - Cgntf - Magmatismo Pós-tectônicos - Granito Nova Friburgo
 - Cgms - Magmatismo Pós-tectônicos - Granito Sana
 - Cgsp - Magmatismo Pós-tectônicos - Granito São Pedro
 - Corpo Hidrico
 - MNpsca - Unidade Metacarbonática Calcissilítica
 - MNpsg - Unidade Itaiua
 - MNpsi - Unidade Glicério
 - Mnps - Unidade São Fidélis
 - Npsdcm - Suite Desengano - Brecha Magmática
 - Npsdu - Suite Desengano - Unidade Desengano
 - Npsb - Suite Desengano - Unidade Crubixais
 - PPH - Unidade Região dos Lagos
 - PPrip - Complexo Região dos Lagos
 - Ota - Depósitos Alúvio-Colúvionares
 - Oqhm - Depósitos de Restinga, Eólicos e Marininhos

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:50.000 (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
 - Hidrografia: Orlamentos Digitais IBGE/SEA - 20/05/2006, escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
 - Relevo: SRTM/ NASA, 2000;
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Sedes: escala 1:100.000 IBGE 2010;
 - Geologia: escala 1:400.000 - INEA/DIMFIS/GEOPEA/DRM-RJ, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

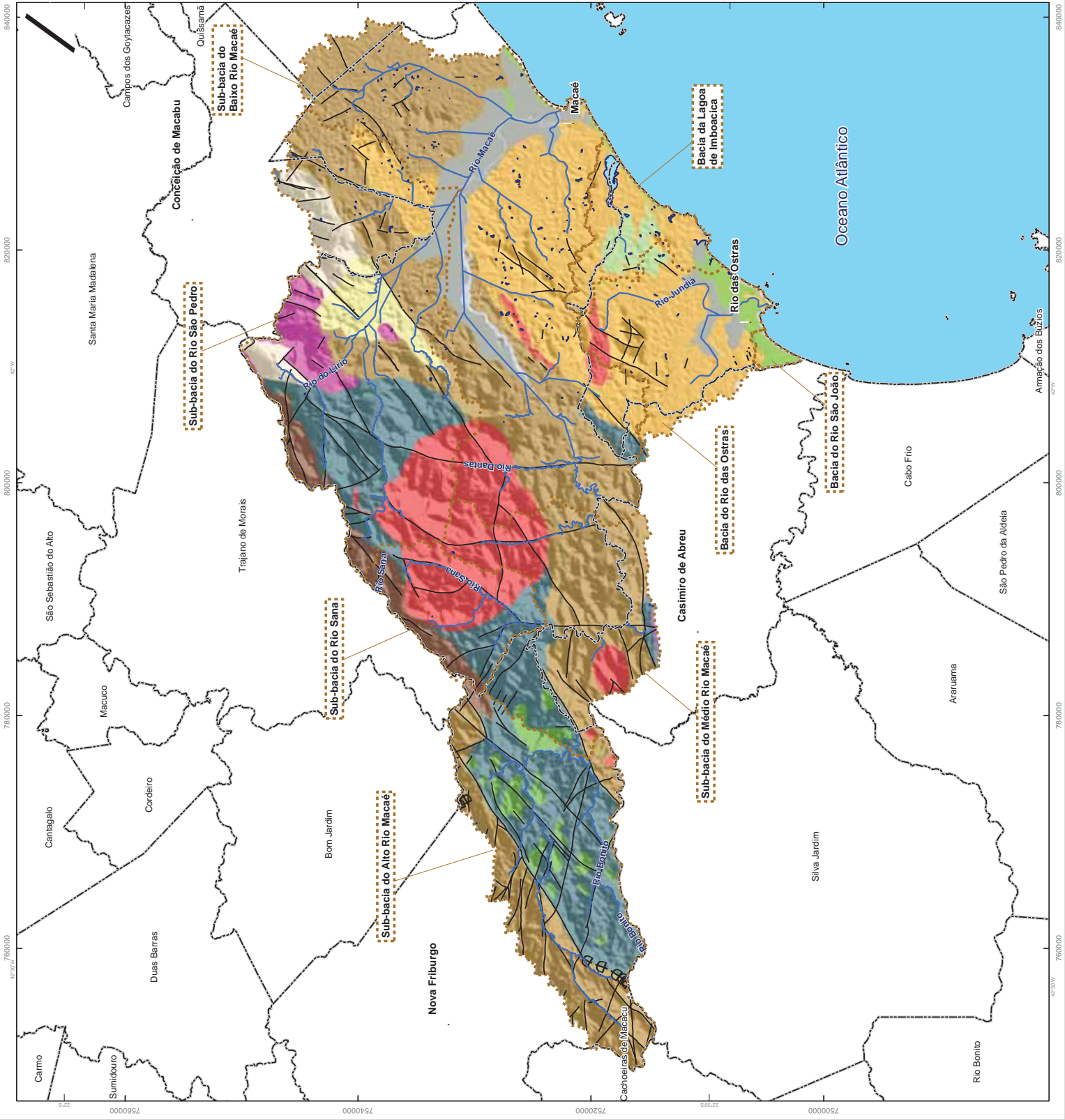
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E SUB-BACIAS



5.1.2 Geomorfologia

Os domínios observados para a área da RH VIII se encontram definidos, basicamente, em três grandes conjuntos morfológicos: a Região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar, onde foi individualizada a região da Serra de Macaé, Macabu e Imbé; a Região de Maciços Costeiros, caracterizado pelas Serras Isoladas e Morros, ambos agrupados no grande domínio expresso pela Faixa de Dobramentos Remobilizados; e por último, os Depósitos Sedimentares, envolvendo áreas deposicionais de Tabuleiros Costeiros e Planícies Flúvio-marinhas. Na Figura 5.3 observa-se que o principal compartimento do ponto de vista da abrangência espacial, é o Domínio das Escarpas da Serra do Mar ocupando grande parte da porção oeste da Região (parte alta e média da bacia do rio Macaé). O segundo compartimento mais significativo é o das Planícies Fluviais e Flúvio-marinhas, que ocupam vastas áreas, pois nessa porção do litoral houve grande deposição de sedimentos despejados pelo rio Paraíba do Sul, quando a foz do mesmo era nas proximidades da foz atual do rio Macaé, levando a um afastamento da serra do Mar em relação ao Atlântico. O domínio das Serras Isoladas cobre expressiva área na RH e se encontra localizado no interior do Domínio das Escarpas da Serra do Mar, bem como o domínio das Colinas Isoladas que se distribuem nos Tabuleiros Costeiros, constituindo-se no divisor de água entre as bacias dos rios Macaé e das Ostras. Há uma proporção significativa de Cordões Arenosos e Restingas no extremo nordeste da bacia do rio das Ostras, que se estende para a bacia da Lagoa de Imboacica.

Figura 5.3 Mapa Geomorfológico da RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
- Unidades Geomorfológicas**
- Colinas
 - Cordões Arenosos, Dunas e Restingas
 - Morros
 - Planícies Fluviais e Flúvio-marinhas
 - Serras Escarpadas
 - Serras Isoladas e Locais

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir de base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/IMS/IGEOPEA, 2012.
- Hidrografia: Orodotos Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000.
- Planícies Flúvio-marinhas: dados gerados pelo INEAD/IMS/IGEOPEA, 2012.
- Planícies Flúvio-marinhas: dados gerados pelo INEAD/IMS/IGEOPEA, 2012.
- Planícies Flúvio-marinhas: dados gerados pelo INEAD/IMS/IGEOPEA, 2012.
- Planícies Flúvio-marinhas: dados gerados pelo INEAD/IMS/IGEOPEA, 2012.
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEP, 2010;
- Serras: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Geomorfologia: escala 1:400.000 - INEAD/IMS/IGEOPEA, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

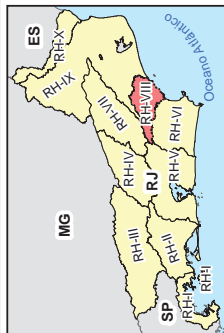
Escala Gráfica:



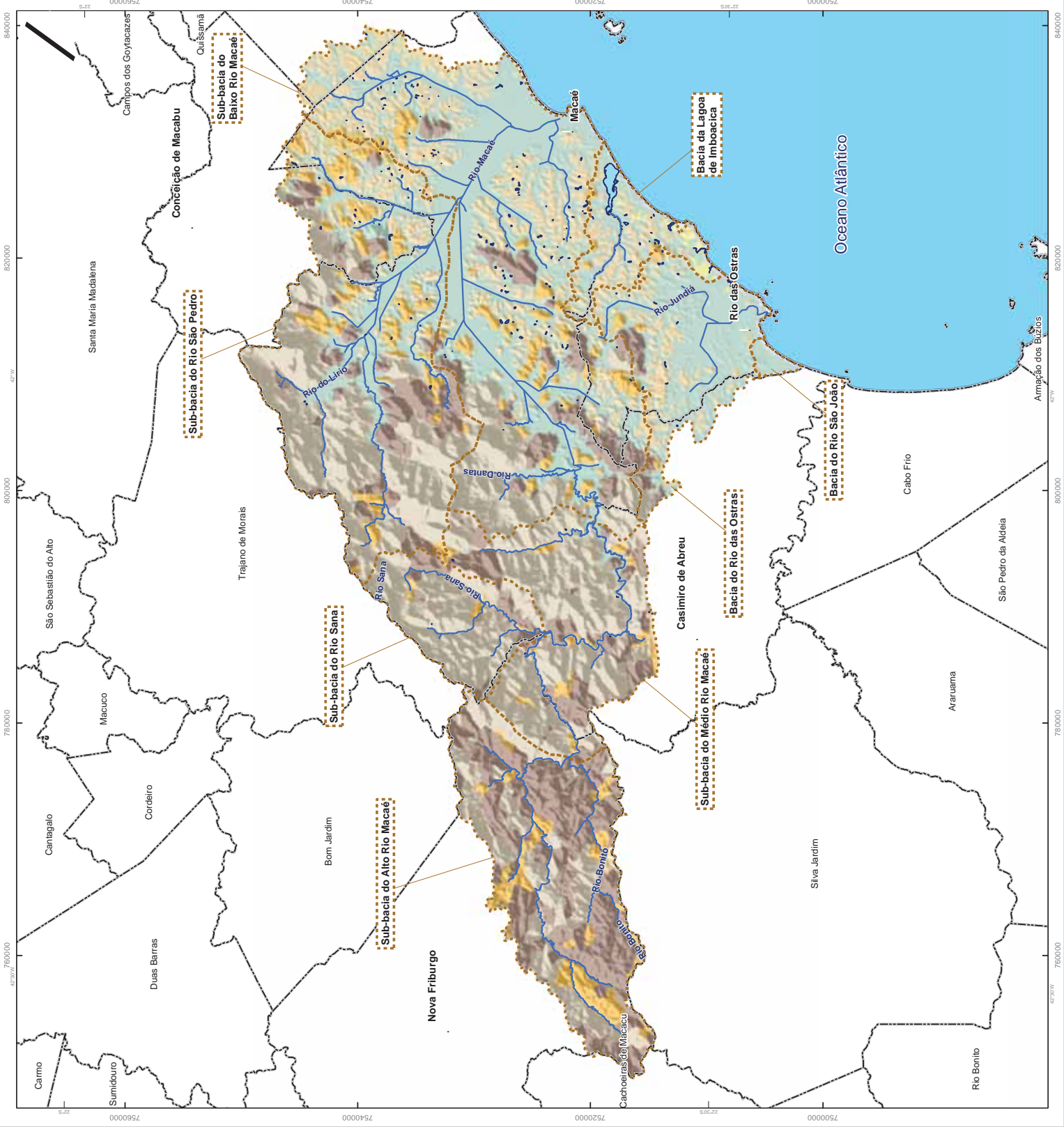
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



5.1.3 Pedologia

Na RH VIII ocorrem 21 unidades de mapeamento, conforme espacialização da

Figura 5.4: Mapa de solos da RH VIII. No que diz respeito à aptidão agrícola, estas unidades tem como característica principal o impedimento à mecanização, a deficiência de fertilidade e a suscetibilidade à erosão.

O Quadro 5.1, sintetiza a aptidão agrícola dos solos da RH Macaé e das Ostras.

Quadro 5.1: Aptidão agrícola dos solos da RH Macaé e das Ostras

Unid. Map.	Classes de solos - 1º Nível categórico (Ordem)	RECOMENDAÇÕES DE USO (SEMADUR, 2004)	Principais Fatores Limitantes			Aptidão Agrícola
			A	B	C	
CXbd 1/2/3	CAMBISSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, atividades agrosilvipastoris e ecoturismo.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	4p
CXbd 4/5	CAMBISSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, desenvolvimento de atividades silvipastoris e agroflorestais.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	5(s)
EKg 1/2	ESPODOSSOLO	possível criação de área protegida por lei (código florestal), preservação das áreas de restinga, pequenas dunas e praias (áreas de lazer).	-	-	-	6
GMd	GLEISSOLO	pastagem, culturas adaptadas (devido ao seu grau de vulnerabilidade, essas áreas são impróprias ao uso urbano).	f, o, m	f, o, m	f, o, m	3(bc)
GXbd	GLEISSOLO	pastagem e culturas adaptadas (áreas impróprias ao uso urbano).	f, o, m	f, o, m	f, o, m	2(b)c
GXve	GLEISSOLO	Pastagem e culturas adaptadas (áreas impróprias ao uso urbano).	f, o, m	f, o, m	f, o, m	4p
LVad1	LATOSSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, desenvolvimento de atividades silvipastoris e agroflorestais.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	3(bc)
LVad2	LATOSSOLO	preservação das áreas de florestas e desenvolvimento de atividades agropastoris.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	3(bc)
Lvad3	LATOSSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, desenvolvimento de atividades silvipastoris e agroflorestais.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	2abc
Oxy	ORGANOSSOLO	agricultura com culturas adaptadas, pastagem (são impróprias para obras de engenharia).	f, o	f, o, m	f, o, m	5 n
PVAd1	ARGISSOLO	preservação das áreas de florestas, desenvolvimento de atividades agropastoris e expansão urbana.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	5(s)
PVAd2	ARGISSOLO	preservação das áreas de florestas, desenvolvimento de atividades agropastoris.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	5(s)
PVAd4	ARGISSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, atividades silvipastoris e ecoturismo.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	5(s)
PVAe	ARGISSOLO	preservação das áreas mais declivosas, recuperação das áreas degradadas, desenvolvimento de atividades silvipastoris e agroflorestais.	h, e	h, e	h, e	4p
RLd	NEOSSOLO	desenvolvimento de área de preservação permanente.	f, e, m	f, e, m	f, e, m	6
RYbd	NEOSSOLO	desenvolvimento de atividade agropastoris (impróprias ao uso urbano).	f, e, m	f, e, m	f, e, m	2abc

Legenda. Fatores de limitação das terras: (f) deficiência de fertilidade; (h) deficiência de água; (o) excesso de água ou deficiência de oxigênio; (e) susceptibilidade à erosão; (m) impedimentos à mecanização. Nível de Manejo: A (baixo nível tecnológico); B (médio nível tecnológico); C (alto nível tecnológico).

As classes de solo existentes na RH Macaé e das Ostras estão espacializadas na Figura 5.5: Mapa de Aptidão dos Solos da RH VIII, e as Classes de restrição ao uso agrícola, na Figura 5.6.

A tabulação das áreas da bacia correspondentes a cada uma das classes de restrição ao uso agrícola mostra a distribuição indicada no Quadro 5.2.

Quadro 5.2: Distribuição das classes de restrição ao uso agrícola dos solos da RH VIII

Classe	Área (km ²)	Proporção
2	382,63	19,33%
3	287,81	14,54%
4	169,33	8,55%
5	45,36	2,29%
6	1094,57	55,29%
TOTAL	1979,69	100,00%

Figura 5.4 Mapa de Solos da RH VIII

Legenda

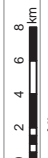
- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Unidades Pedológicas**
 - Corpo d'água
 - Área Urbana
 - AR - Aloramento de Rocha
 - CX - Cambissolo Háptico
 - EK - Espodossolo Cárbico
 - GM - Gleissolo Melânico
 - GX - Gleissolo Háptico
 - LVA - Latossolo Vermelho-Amarelo
 - OX - Organossolo Háptico
 - PA - Argissolo Amarelo
 - PV - Argissolo Vermelho
 - PVA - Argissolo Vermelho-Amarelo
 - RL - Neossolo Litólico
 - RY - Neossolo Fluxivo
 - SM - Solos Indiscriminados

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INIS/GEOPA, 2012;
 - Hidrografia: Cartografia Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários) disponibilizado pelo INEAD/INIS/GEOPA, 2012;
 - Pedologia: Mapa gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
 - Pedologia: escala 1:100.000 - SEA, 2011.

Escala numérica em A3: 1:320.000

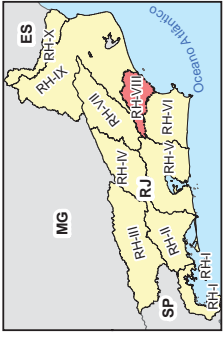
Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE SOLOS BARRAGEM MACAÉ E SUB-BACIAS

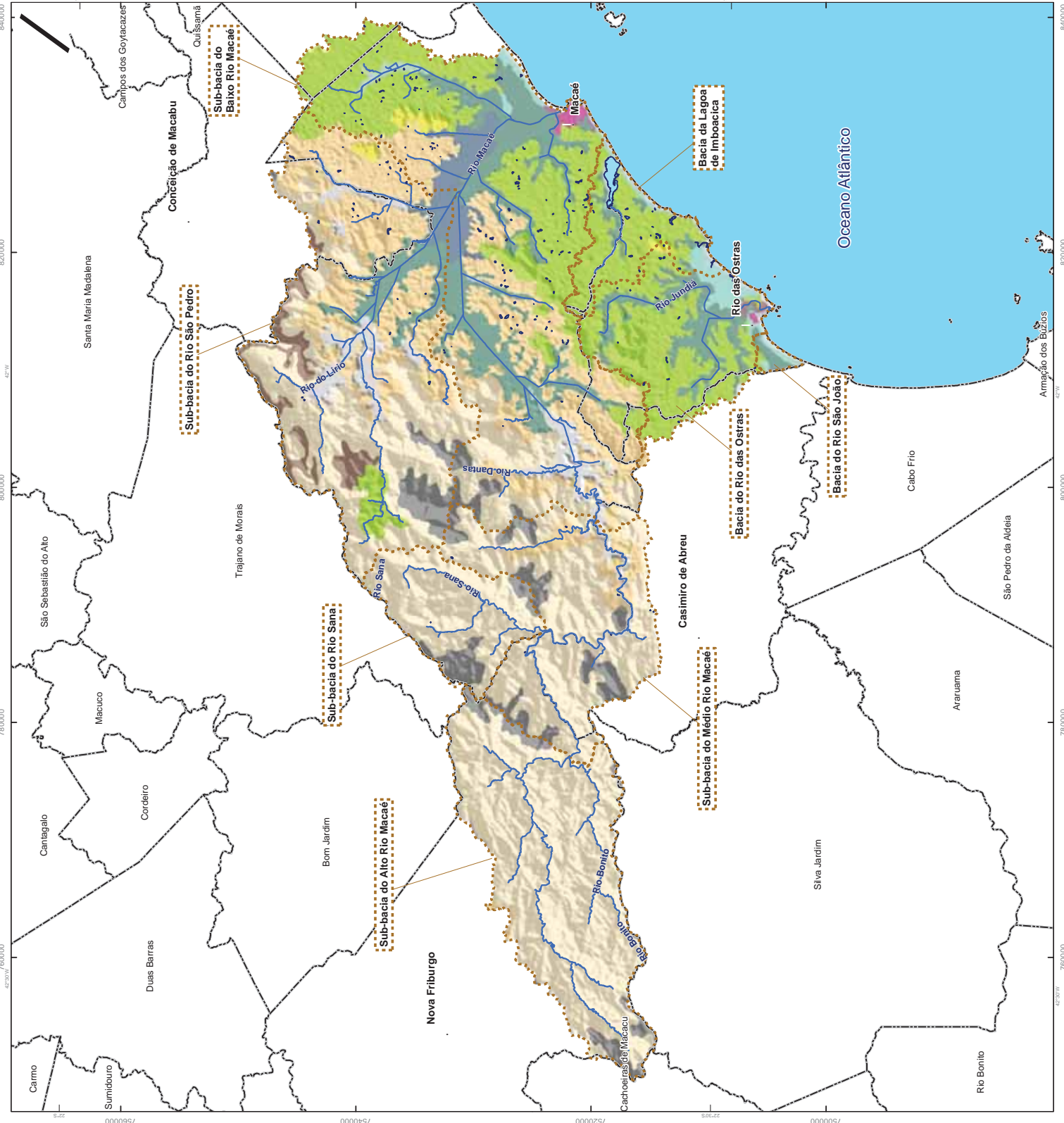


Figura 5.5 Mapa de Aptidão dos Solos da RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
- Aptidão do Solo**
- 2(b)c Terras com aptidão REGULAR para lavouras nos níveis de manejo A, B e C.
 - 2abc Terras com aptidão REG. para lavouras no nível de manejo C, REST. no nível B e INAPTA no nível de manejo A.
 - 3(b)c Terras com aptidão RESTRIITA para lavouras nos níveis de manejo B e C, e INAPTA no nível A.
 - 4p Terras com aptidão REGULAR para pastagem plantada.
 - 5(s) Terras com aptidão RESTRIITA para silvicultura e INAPTA para pastagem natural
 - 5n Terras com aptidão RESTRIITA para pastagem natural e INAPTA para silvicultura
 - 6 Terras sem aptidão para uso agrícola e indicadas para preservação da fauna e da flora.
 - AR Afloramento Rochoso

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica, altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Orthotos Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários) disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevé: MDT gerado a partir da base cartográfica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2006/2006 - dados intermediários) - escala 1:25.000;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEPRI, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Aptidão do Solo: escala: 1:100.000, INEA/DIMFIS/GEOPEA.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

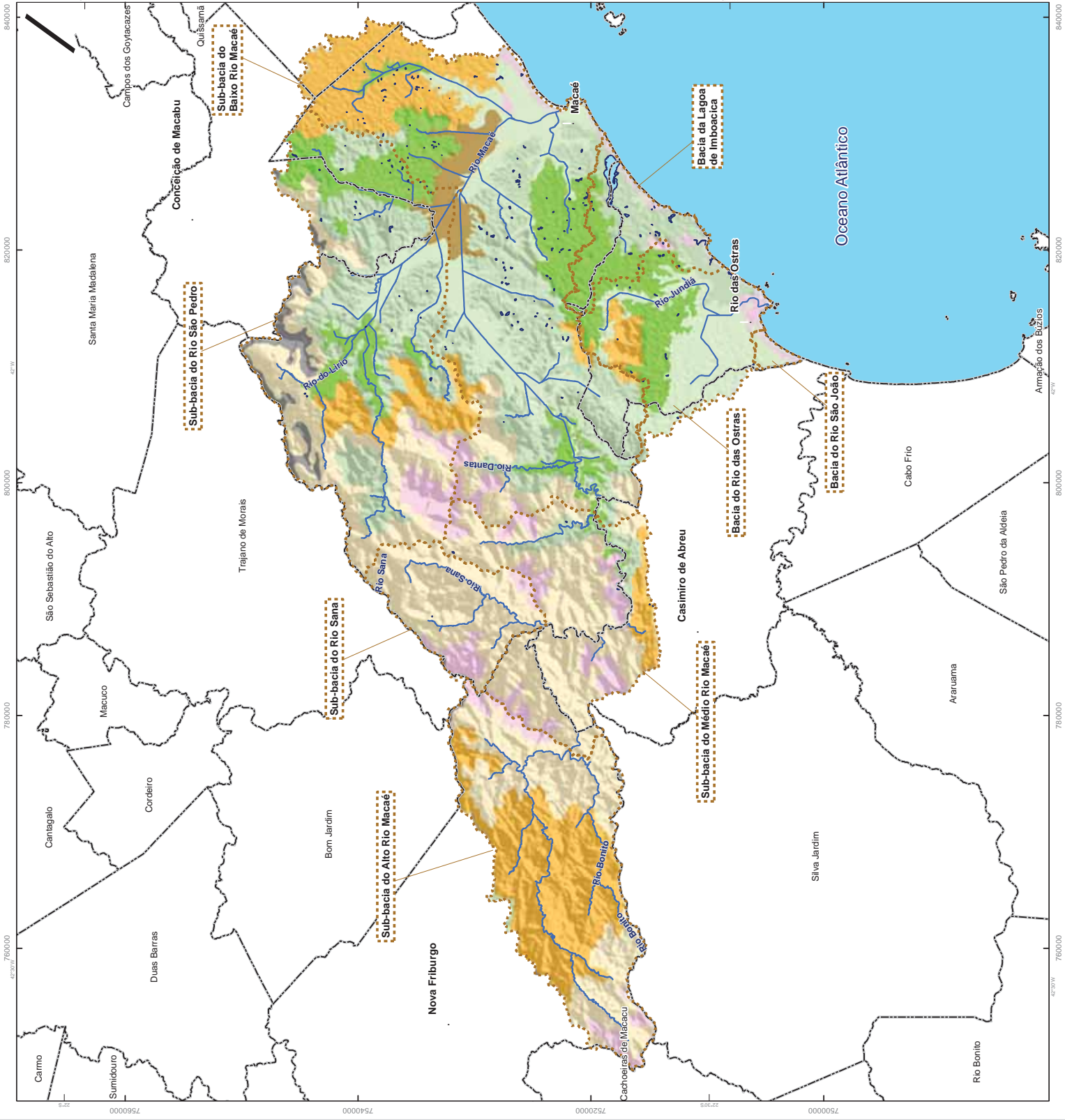


Figura 5.6 Mapa das Classes de Restrição ao Uso Agrícola da RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
 - Classes de Restrição ao Uso Agrícola
 - Baixa Restrição
 - Média Restrição
 - Necessidade Elevada de Investimentos
 - Uso Não Recomendado
 - Uso Restrito

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEDEA, 2012;
- Hidrografia: Códigos Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEDEA, 2012;
- Polígonos de municípios: disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEDEA, 2012;
- IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Restrição ao Uso Agrícola: escala: 1:100.000, INEA-IBGE/DSG.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso Z: 26
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E SUB-BACIAS



8400000
8200000
8000000
7800000
7600000
7560000
7540000
7520000
7500000
7480000
7460000
7440000
7420000
7400000
7380000
7360000
7340000
7320000
7300000
7280000
7260000
7240000
7220000
7200000

42°30'W
42°25'W
42°20'W
42°15'W
42°10'W
42°05'W
42°00'W
41°55'W
41°50'W
41°45'W
41°40'W
41°35'W
41°30'W
41°25'W
41°20'W
41°15'W
41°10'W
41°05'W
41°00'W

5.1.4 Clima

Localizada na faixa costeira central-norte do Estado do Rio de Janeiro, a área em estudo possui um microclima típico de região litorânea tropical, influenciada por fatores, como latitude e longitude, proximidade do mar, topografia, natureza da cobertura vegetal e, sobretudo, as ações das circulações atmosféricas de larga e meso escalas, tais como a dinâmica das massas de ar: a Massa Tropical Atlântica e as Frentes Polares.

A RH Macaé e das Ostras, segundo a classificação de KÖPPEN (1948), apresenta clima tropical úmido (**Aw**) nas porções dos médios e baixos cursos dos seus rios, e clima tropical de altitude com verões quentes (**Cwa**) na porção dos altos cursos do rio Macaé e de seus afluentes pela margem esquerda.

Para a análise climática da RH foram utilizados os dados das Normais Climatológicas do período de 1961-1990 (INMET, 1992) observados nas estações de Nova Friburgo, representando a parte alta da RH, e Cabo Frio, representando a porção baixa ou litorânea.

As estações revelam que a RH VIII possui temperatura média entre 25,4° e 21,2°C, na parte baixa da RH, e entre 21,4° e 14,0°C, na parte alta da RH, com média anual de 23,2°C na parte baixa da RH e 18,1°C na parte alta da RH. Os índices de evaporação apresentam valores mensais variando de 67,5 mm a 83,3mm na parte baixa da RH e de 38,0mm a 61,3mm na parte alta correspondente a um total anual de 605,3mm para a parte alta da região e 932mm para a parte baixa.

A umidade relativa do ar na RH é fortemente influenciada por sua proximidade com o mar e não apresenta grande variação entre a parte alta e baixa, com valores médios anuais de 80% e 81%, respectivamente.

Apesar da sua maior proximidade com o mar, a porção inferior da RH VIII apresenta valor de nebulosidade inferior ao da parte alta da RH, possivelmente devido à ação dos ventos alísios que empurram essas nuvens para o interior da Região, acumulando-as junto às montanhas e dando origem às chuvas orográficas. A insolação, medida em horas de exposição do sol é maior na parte baixa da RH do que na parte alta, com valores anuais de 2464,7h e 1675,4h, respectivamente.

Quanto à pluviometria, a influência do relevo é bastante clara quando se compara os totais precipitados na parte alta e baixa da RH. O total anual registrado em Nova Friburgo é de 1246,3mm enquanto em Macaé é de 1178,0mm.

As chuvas se concentram no período de novembro a março quando a quantidade de chuva é bastante elevada, apresentando valores mensais superiores a 150mm (em Nova Friburgo). Já nos meses de maio a setembro, esses totais de precipitação não ultrapassam os 50mm (em Nova Friburgo), caracterizando duas estações (úmida e seca) bem definidas, caracterizando os tipos climáticos locais.

A interpretação dos dados das Normais Climatológicas de 1961-1990 permitiram identificar a ocorrência de duas estações bem definidas, caracterizadas por verão quente e úmido e inverno frio e seco. Esse regime climático atua diretamente nas características hidrodinâmicas dos rios da região.

Ao se analisar a Figura 5.7: Mapa de Precipitação, depreende-se que a parte alta da bacia do rio Macaé e oeste da RH VIII apresenta índices superiores a 1900mm, atingindo até cerca de 2500mm nas cabeceiras do rio Macaé. A pluviometria decresce no sentido de oeste para leste atingindo valores da ordem de 1100mm no litoral.

Na bacia do rio das Ostras a média anual de chuvas oscila, de modo geral, entre 1100 a 1500mm. O período mais chuvoso corresponde ao trimestre dezembro, janeiro e fevereiro. Os eventos de chuvas mais intensas ocorrem nesse período, com picos de até 100mm em um intervalo de 24 horas, com períodos de recorrência de 8 a 10 anos.

Figura 5.7 Mapa de Precipitação

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Isoetas
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOEA, 2012;
- Hidrografia: Círculos Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOEA, 2012;
- Isoetas: para a parte alta da área analisada (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOEA, 2012);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Pluviometria: escala 1:2.500.000, CPRM - 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



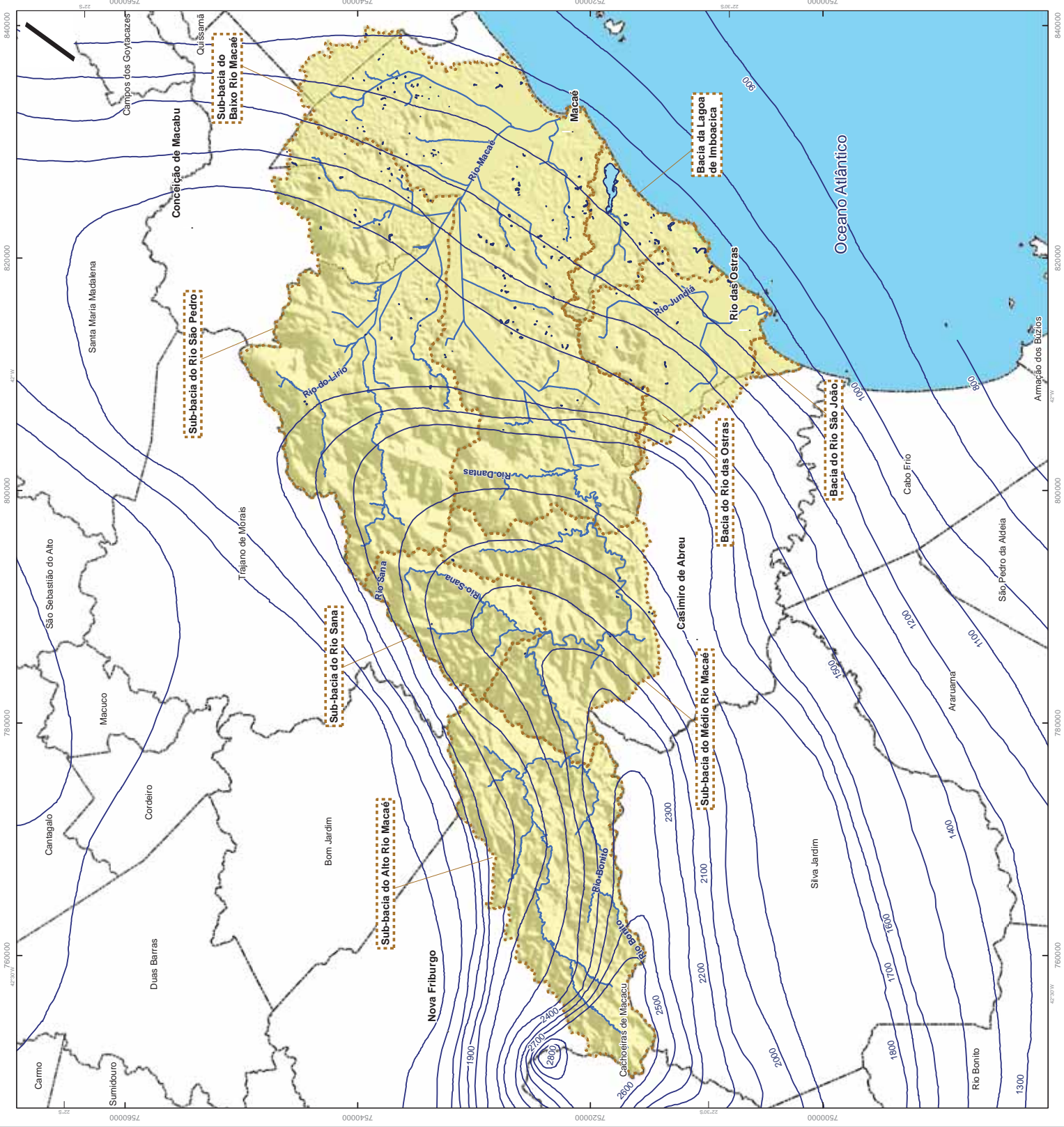
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



5.1.5 Recursos Hídricos Superficiais

A RH VIII é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Macaé, das Ostras, da Lagoa de Imboacica e de pequenos córregos e lagoas litorâneas, como mostrado na Figura 5.8: Mapa de Bacias Hidrográficas.

5.1.5.1 Bacia Hidrográfica do Rio Macaé

A Bacia Hidrográfica do Rio Macaé abrange uma área de drenagem de 1.719,38 km², com formato alongado na direção Leste-Oeste, sendo limitada ao norte e a oeste, pela bacia do rio Macabu, afluente da Lagoa Feia; ao sul, pelas bacias do Rio São João, da Lagoa de Imboacica e do Rio das Ostras e a leste pelo Oceano Atlântico.

Seu principal curso d'água é o Rio Macaé que se desenvolve por um percurso de 136 km. As suas nascentes encontram-se na Serra de Macaé de Cima, próximo ao Pico do Tinguá, a 1.560m de altitude, no Município de Nova Friburgo. Desemboca no Oceano Atlântico, junto à Cidade de Macaé. O curso inferior, que sofreu obras de retificação e alargamento de calha, apresenta leito arenoso, com margens de pouca sobrelevação com relação ao nível médio das águas.

A bacia em questão (rio Macaé) pode ser subdividida em cinco sub-bacias, a saber: Sub-bacia do Alto Macaé, Sub-bacia do Rio Sana, Sub-bacia do Médio Macaé, Sub-bacia do Rio São Pedro e Sub-bacia do Baixo Macaé, como mostrado na Figura 5.9: Mapa de Sub-bacias do rio Macaé.

No que diz respeito à rede fluviométrica, a bacia dispõe de quatro estações fluviométricas em operação sendo que três delas pertencem a Agência Nacional de Águas (ANA): Macaé de Cima e Galdinópolis, no Rio Macaé, e Piller no Rio Bonito; e uma em Severina, no rio Macaé, pertencente à UTE Norte Fluminense. Outras cinco instaladas pela UTE Norte Fluminense (São Romão, Ponte Baião, Fazenda Airis, São Pedro, Barra do Sana), as quais têm por objetivo o fornecimento de dados para estudo do regime sedimentológico do rio Macaé, sendo 4 no rio Macaé e 1 no rio São Pedro, onde além de observações de chuva e níveis d'água são também realizadas medições de vazão líquida e sólida. Todas estas estações encontram-se discriminadas no quadro a seguir e especializadas na Figura 5.10.

Quadro 5.3: Estações fluviométricas localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Macaé

Código	Estação	Rio	Latitude	Longitude	Área (km ²)	Período
59120000	Macaé de Cima	Macaé	22°22'22"	42°27'44"	67	1967-2007
59125000	Galdinópolis	Macaé	22°22'09"	42°22'46"	101	1950-2007
59135000	Piller	Bonito	22°24'21"	42°20'18"	75	1950-2007
59139000	Severina	Macaé	22°18'00"	41°53'00"	896	1973-2007
	São Romão	Macaé	22° 21' 34,1"	42° 13' 38,4"	334,2	2010
	Ponte Baião	Macaé	22° 23' 16,6"	42° 04' 58,3"	657,2	2010
	Fazenda Airis	Macaé	22° 19' 40,8"	41° 58' 56,6"	857,6	2010
	São Pedro	S. Pedro	22° 16' 34,8"	41° 52' 31,2"	371,3	2010
	Barra do Sana	Macaé	22° 22' 18,6"	42° 12' 21,3"	448,3	2010

Figura 5.8 Mapa das Bacias Hidrográficas

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Bacia da Lagoa de Imboacica
 - Bacia do Rio Macaé
 - Bacia do Rio das Ostras
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir do relevo cartográfico; atualizada na escala 1:25.000 em 2012; intermediária (IBGE/SEN) - disponibilizado pelo INEN/INMIS/GEOPA.
- Hidrografia: Ortonas Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEN/INMIS/GEOPA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



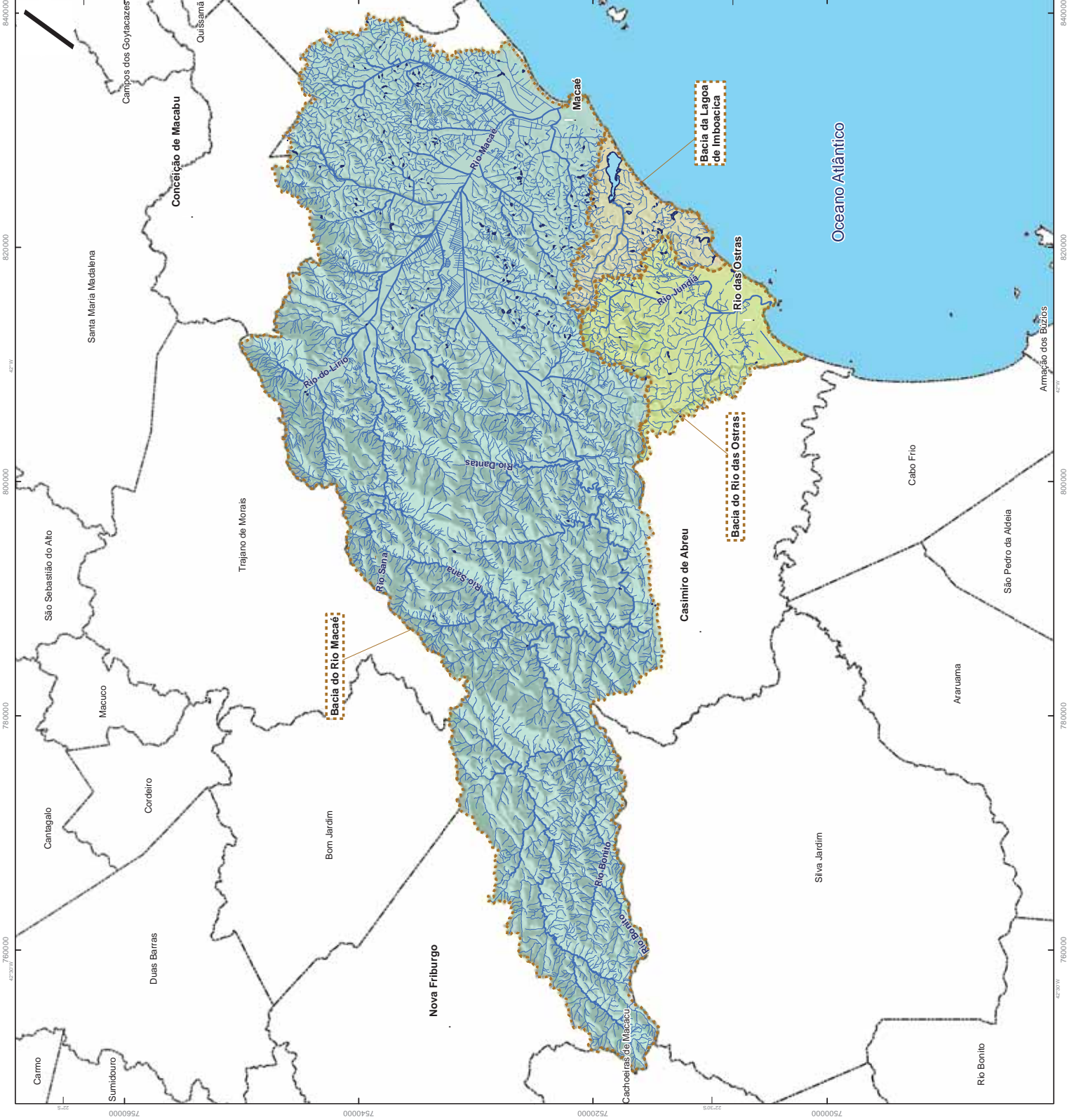
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



8400000
8200000
8000000
7800000
7600000
7400000
7200000
7000000
6800000
6600000
6400000
6200000
6000000
5800000
5600000
5400000
5200000
5000000
4800000
4600000
4400000
4200000
4000000
3800000
3600000
3400000
3200000
3000000
2800000
2600000
2400000
2200000
2000000
1800000
1600000
1400000
1200000
1000000
800000
600000
400000
200000
0
-200000
-400000
-600000
-800000
-1000000
-1200000
-1400000
-1600000
-1800000
-2000000
-2200000
-2400000
-2600000
-2800000
-3000000
-3200000
-3400000
-3600000
-3800000
-4000000
-4200000
-4400000
-4600000
-4800000
-5000000
-5200000
-5400000
-5600000
-5800000
-6000000
-6200000
-6400000
-6600000
-6800000
-7000000
-7200000
-7400000
-7600000
-7800000
-8000000
-8200000
-8400000
-8600000
-8800000
-9000000
-9200000
-9400000
-9600000
-9800000
-10000000

Figura 5.9 Mapa das Sub-Bacias do Rio Macaé

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limite Municipal

Sub-Bacias Hidrográficas do Rio Macaé

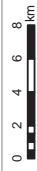
- Sub-bacia do Alto Rio Macaé
- Sub-bacia do Baixo Rio Macaé
- Sub-bacia do Médio Rio Macaé
- Sub-bacia do Rio Sana
- Sub-bacia do Rio São Pedro

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir de base cartográfica, altimétrica na escala 1: 50.000 (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012.
- Hidrografia: Ortofoto Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



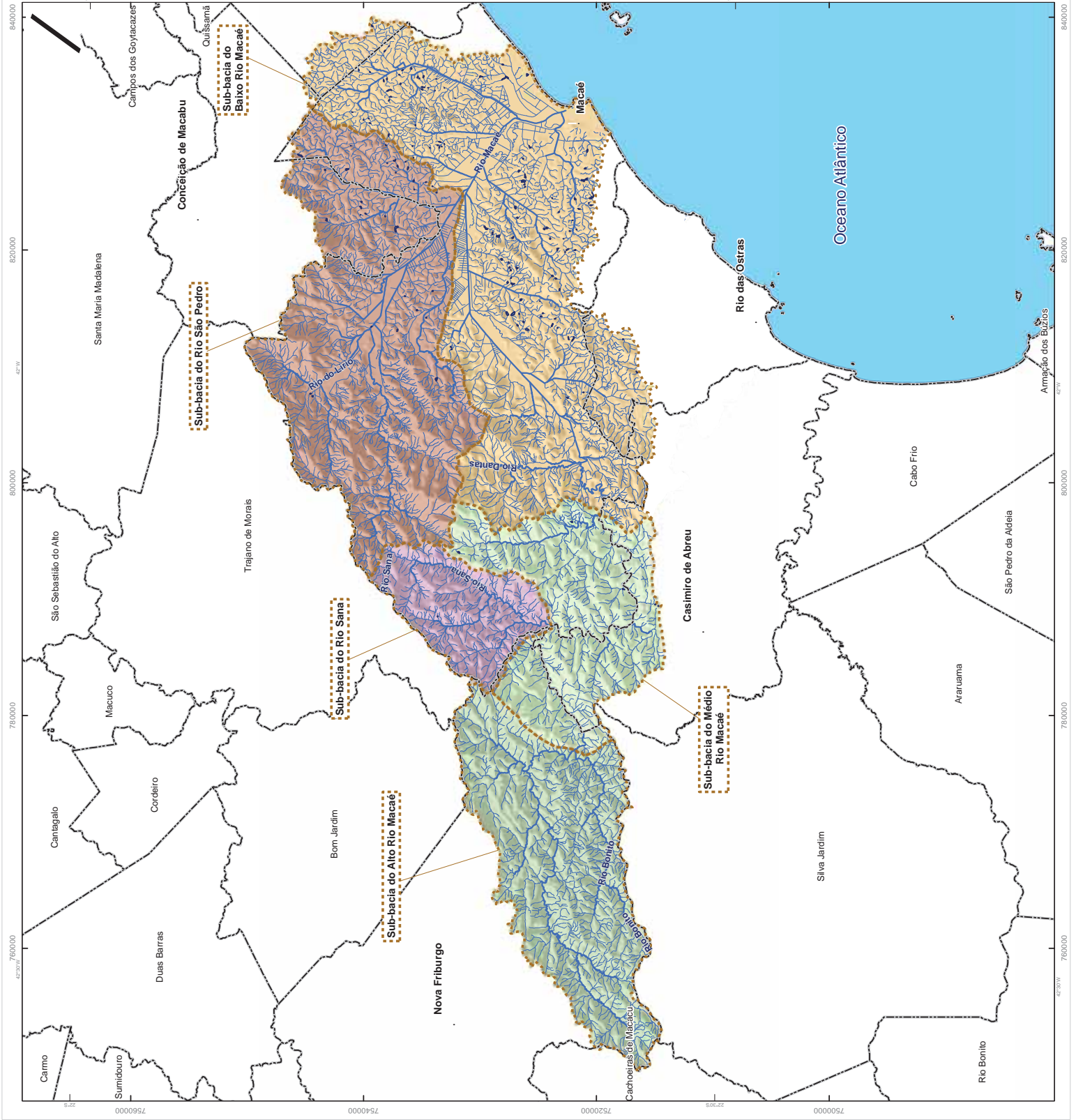
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: -45
Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



840000 820000 800000 780000 760000 7560000 7540000 7520000 7500000 45°38'W 45°36'W

Figura 5.10: Localização das Estações Fluviométricas da Bacia do Rio Macaé

Legenda

- Sede dos Municípios
- Estação de Monitoramento Fluviométrico
- ANA
- UTE Norte Fluminense
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Bacia Hidrográfica do Rio Macaé
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:50.000 (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais IBGE/SEA - 2/05/2006, escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPEERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Estações Fluviométricas: HIDROWEB - ANA e Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



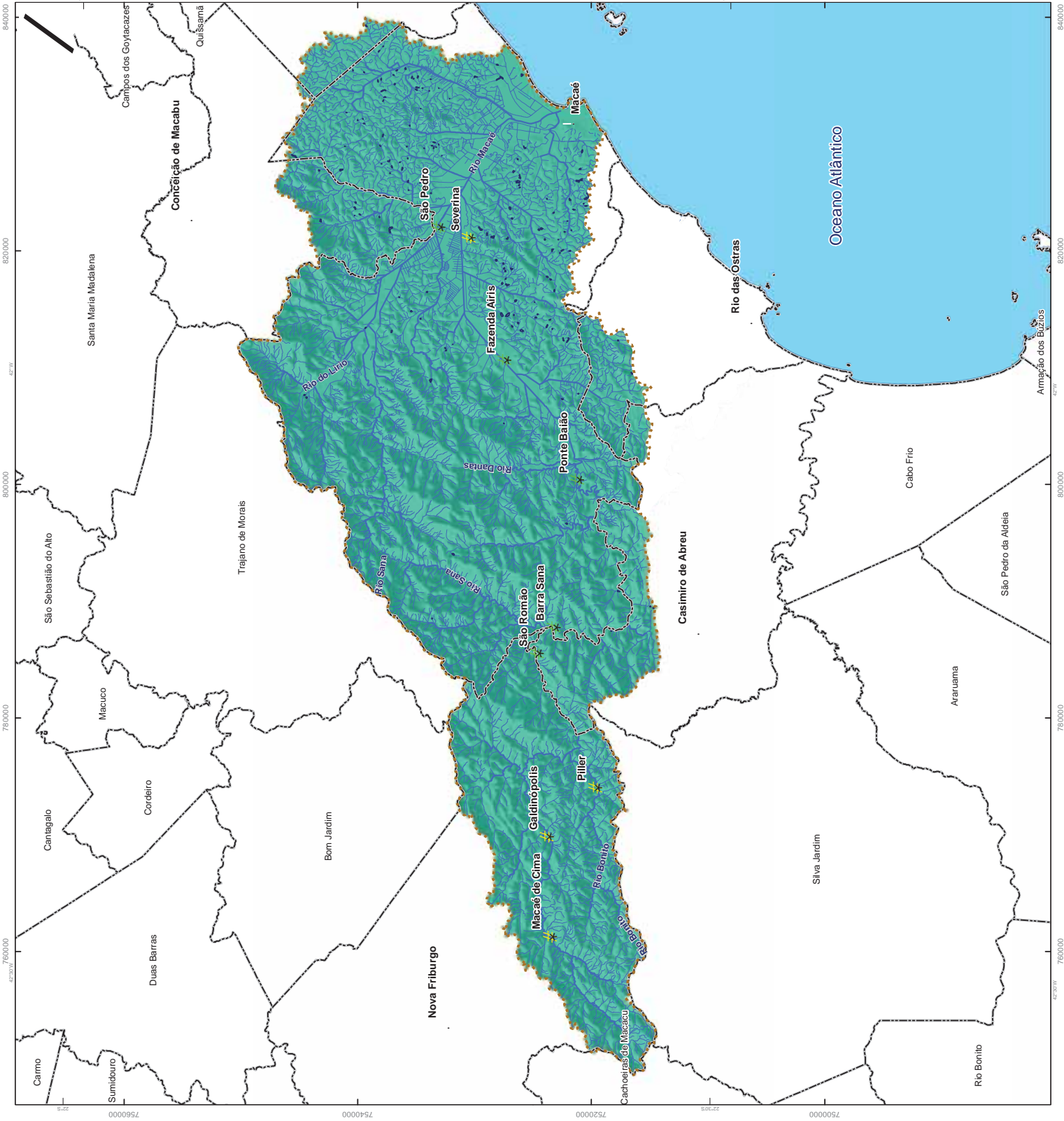
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; 26
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



5.1.5.2 Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras

A região denominada bacia hidrográfica do Rio das Ostras compreende a área que drena para o rio das Ostras, que possui uma superfície de cerca de 160,51 km², mais um conjunto de microbacias litorâneas cuja área é de 26,27 km², totalizando 186,78 km².

No mapa de bacias hidrográficas (Figura 5.8) apresenta-se a bacia do Rio das Ostras e as microbacias litorâneas das lagoas de Iriry, Salgada e Itapebussus.

Esta bacia abrange quase a totalidade do território do município de Rio das Ostras e parte do município de Casimiro de Abreu, sendo que 70% da bacia pertencem ao município de Rio das Ostras. Aí está localizada grande parte da cidade de Rio das Ostras, além dos povoados de Cantagalo, Iriry e Âncora. No tocante ao município de Casimiro de Abreu, destaca-se apenas o povoado de Palmeiras, localizado às margens da RJ-162.

O rio das Ostras nasce entre as serras do Pote e Careta, em altitudes de cerca de 250m, há pouco mais de 2 km a oeste do povoado de Cantagalo, com o nome de rio Jundiá. Seus principais afluentes são o Rio Iriry e Maurício.

O trecho inicial, com denominação de rio das Ostras, se desenvolve até as proximidades do povoado de Corujas, onde o canal tem largura entre 8-10m e mangues bem desenvolvidos na margem esquerda. Sua profundidade varia de 1,5 a 2m e tem fundo lodoso.

Recebe, então, pela margem direita a vala das Corujas e segue com rumo sudeste atravessando a periferia urbana e após um curto trecho adentra a cidade de Rio das Ostras, onde ora margeia ruas ora manguezais. Os mangues se estendem por cerca de 2km ao longo das duas margens do rio, terminando na altura do Loteamento Bairro Esperança.

A bacia não dispõe de estações fluviométricas em seus cursos d'água.

5.1.5.3 Bacia da Lagoa de Imboacica

A Lagoa de Imboacica, localizada na divisa dos municípios de Macaé e Rio das Ostras, tem aproximadamente 2,83 km² de espelho d'água e profundidade média de 1,5 m. Sua bacia Hidrográfica tem cerca de 58,98km².

Essa lagoa recebe a contribuição da drenagem pluvial de vários bairros de Macaé e de pequenos afluentes, além do rio Imboacica, seu principal formador.

O rio Imboacica, nasce na serra de Iriry e corre por um relevo plano, entremeado por colinas suaves, por cerca de 14km, apresentando-se em vários trechos como ambiente praticamente lântico.

A lagoa de Imboacica recebia, por sua margem direita, a contribuição de uma área de drenagem do município de Rio das Ostras, através do canal da peleja. Porém, com a ligação artificial desse curso d'água com o mar, o fluxo de água mudou de sentido em seu trecho final, correndo da lagoa para o mar, constituindo-se então num canal extravasor da lagoa.

Por ocasião do período chuvoso na região, a Lagoa costuma elevar o seu nível d'água causando a inundação de moradias localizadas no seu entorno. Seu nível ideal, segundo informações da Prefeitura de Macaé corresponde a cota 1,50m, referida ao IBGE, e seu nível máximo desejável, sem causar inundações, é cerca de 2,00m (INEA/HD, 2010).

Esta lagoa, anteriormente, com o rompimento natural do barramento formado pela ação do mar, mantinha comunicação intermitente com o oceano, no período de cheias. Entretanto, por tibieza das águas que chegavam à lagoa, causada pelas intervenções humana que se sucederam na bacia, se consolidou cada vez mais a barra, que atualmente é antropicamente aberta para evitar o alagamento das áreas marginais.

5.1.6 Recursos Hídricos Subterrâneos

A hidrogeologia da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras – RH VIII é composta por um sistema aquífero cristalino e por um sistema aquífero sedimentar.

Para fins do presente Plano, a área da Região Hidrográfica RH VIII foi subdividida em Sistemas Aquíferos, de acordo com a morfologia do terreno e o tipo de cobertura inconsolidada presente, tomando-se por base os Mapas Geomorfológico e de Coberturas Inconsolidadas, elaborados pela CPRM para o Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000). Os aquíferos estão espacializados na Figura 5.11 e caracterizados a seguir.

5.1.6.1 Aquífero Cristalino Fissural

Este aquífero corresponde aos domínios geomorfológicos de relevo movimentado, que são: Escarpas Serranas, Serras Isoladas e Morros. Esse aquífero apresenta pouca favorabilidade à captação de água subterrânea, sendo caracterizado como um aquífero cristalino, com favorabilidade baixa a muito baixa. A tendência desse tipo de aquífero é de apresentar menores possibilidades de formação de reservatórios subterrâneos, restritos às zonas fraturadas. As rochas tem porosidade quase nula, o que confere permeabilidade baixa.

Este sistema aquífero está representado pelos plútons magmáticos dos granitos Sana (**Cgrs**), São Pedro (**Cgrsp**) e Nova Friburgo (**Cgrnf**); os granitóides da Suíte Desengano (**Npsd**), da Unidade Desengano (**Npsdu**) e da Unidade Glicério (**MNpsg**); os gnaisses do Complexo Região dos Lagos (**PPrl**), da Unidade Região dos Lagos-porfirítico (**PPrlp**) e da Unidade Crubixiais (**Nscb**).

5.1.6.2 Aquíferos Mistos (poroso/fissural)

Este domínio hidrogeológico envolve pacotes sedimentares (sem ou com muito baixo grau metamórfico) onde ocorrem litologias com textura essencialmente arenosa, apresentando pelitos e carbonatos no geral subordinados, e que tem como características gerais uma litificação acentuada, forte compactação e fraturamento acentuado, que lhe confere além do comportamento de aquífero granular com porosidade primária baixa/média, um comportamento fissural acentuado (porosidade secundária de fendas e fraturas), motivo pelo qual se prefere enquadrá-lo com mais propriedade como aquífero do tipo misto, com baixa a média favorabilidade hidrogeológica.

Representam áreas de média a boa potencialidade aquífera. Os poços que captam água do embasamento cristalino nessa unidade podem ter boas vazões quando as perfurações alcançarem as fraturas existentes nas rochas. Normalmente a água é de boa qualidade, tendendo a ferruginosa.

5.1.6.3 Aquíferos Metassedimentares (poroso)

Compreende as rochas da Unidade Megassequência São Fidélis (**MNps**) do Complexo Paraíba do Sul. Esses tipos de aquíferos são contínuos, geralmente apresentando extensão regional a regional limitada, livres e/ou confinados. Por vezes, são encontrados em camadas ou lentes arenosas, de explorabilidade difícil devido à grande profundidade dos níveis d'água. Possui locais de permeabilidade geralmente média a baixa, e produtividade variando de média a fraca. A água é normalmente de boa qualidade química.

5.1.6.4 Aquíferos Sedimentares Quaternários (poroso/permeável)

Na área em estudo, estes sistemas aquíferos estão representados pelos depósitos Alúvio-Coluvionares (**Qha**), Flúvio-Lagunares (**Qhfl**) e os Depósitos de Restinga, Eólicos e Marinhas (**Qphrm**). Apresentam um comportamento de aquífero poroso/permeável, caracterizado por possuir porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade. Os aquíferos sedimentares podem ser divididos em quatro domínios hidrogeológicos segundo critérios faciológicos: leques detríticos e planícies arenosas, coberturas flúvio-lagunares e flúvio-marinhas argilo-arenosas, coberturas flúvio-marinho e flúvio-lagunar argilosas orgânicas e cordões e terraços arenosos.

Figura 5.11 Mapa dos Aquíferos da RH VIII

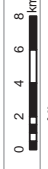
- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
- Aquíferos**
- Cristalino
 - Metassedimentar Poroso
 - Misto
 - Rio
 - Sedimentar

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPA, 2012;
 - Hidrografia: Ortofotos Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006; escala: 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPA, 2012;
 - Bacia da Lagoa de Imboacica: dados de campo - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006; dados cartográficos - escala 1:25.000)
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Sedas: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
 - Aquíferos: escala 1:400.000 - INEA/DMFIS/GEOPA/DRM/RJ, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

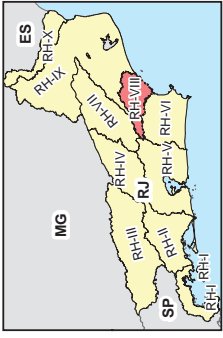
Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

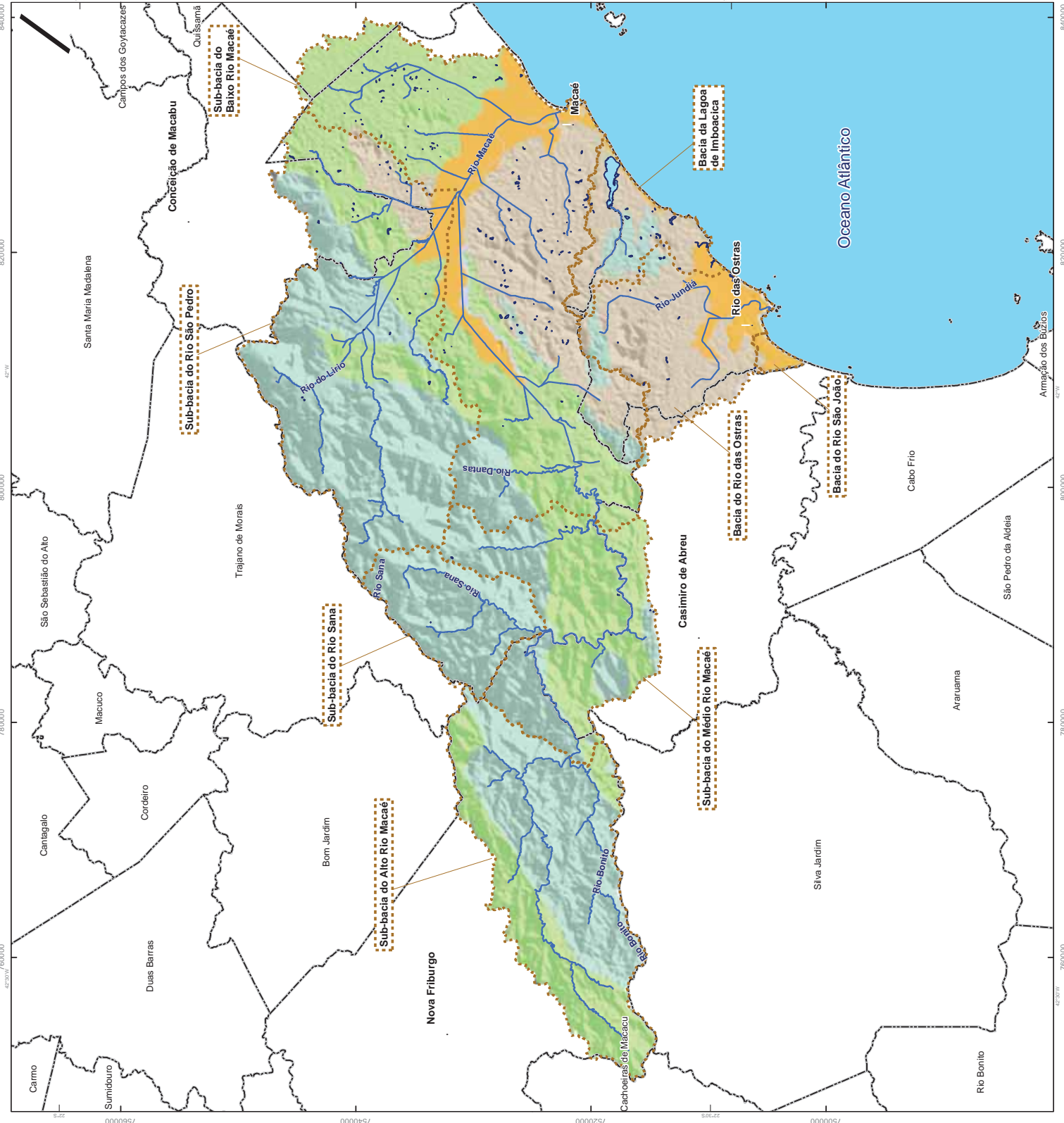
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E SUB-BACIAS



5.2 Meio Biótico

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, como todo o restante do Estado do Rio de Janeiro, pertence ao Bioma da Mata Atlântica, onde se destaca o Corredor da Serra do Mar, que abrange um dos maiores remanescentes da Floresta Ombrófila Densa.

O Corredor da Serra do Mar, no Estado do Rio de Janeiro, pode ser dividido em duas sub-regiões: o Corredor Ecológico Sul (a partir de Paraty, passando por Angra dos Reis, Mangaratiba até Rio Claro) e o Corredor Central da Serra do Mar, na região serrana, que vai da Reserva Biológica do Tinguá passando pelo Parque Nacional da Serra dos Órgãos até o Parque Estadual do Desengano.

5.2.1 Cobertura Vegetal

A Região Hidrográfica Macaé e das Ostras em sua totalidade ocupa a área do Corredor Central da Serra do Mar. Os remanescentes florestais desta região, que margeiam as bacias dos rios Macaé e das Ostras, são de extrema relevância uma vez que estes podem integrar o Sistema de Mosaicos de Unidades de Conservação Central Fluminense.

Conforme é possível visualizar na Figura 5.12: Mapa de Cobertura Vegetal, a RH VIII possui quatro elementos fitofisionômicos, característicos do Bioma Mata Atlântica, quais sejam: a floresta ombrófila densa e a floresta estacional semidecidual, que se dividem em quatro formações, segundo as condições de relevo e altitude, que são: de terras baixas, sub-montana, montana e alto montana; o manguezal e a restinga.

- **Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto Montana**

A flora dessa formação apresenta muitas espécies da Formação Submontana. Surgem o jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* - Lecythidaceae), que pode superar os 30m de altura, e o ouriceiro (*Sloanea* sp. - Eleocarpaceae). A família Lauraceae se apresenta com inúmeros gêneros (*Aiouea*, *Aniba*, *Cryptocarya*, *Endlicheria*, *Licaria*, *Nectandra*, *Ocotea*, *Persea*, *Phyllostemodaphne*, *Urbanodendron*) e espécies, destacando-se, entre elas, o raro tapinhoã (*Mezilaurus navalium*).

Outras espécies que fazem parte da Floresta Montana são o cedro (*Cedrela angustifolia* - Meliaceae), o louro-pardo (*Cordia trichotoma* - Boraginaceae), o vinhático (*Plathymenia foliolosa* - Leguminosae) e o guaperê (*Lamanonia ternata* - Cunoniaceae). No sub-bosque, aparecem a guaricanga (*Geonoma* sp. - Palmae) e as samambaias-gigantes: *Trichopteris* sp. (Cyatheaceae) e *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae). O interior dessas matas é ocupado por plantas herbáceas de pequeno porte, como *Besleria* spp (Gesneriaceae), *Coccocypselum* spp. (Rubiaceae), *Dichorisandra* spp. (Commelinaceae), *Dorstenia* spp. (Moraceae), *Pilea* spp. (Urticaceae) e uma infinidade de gêneros de Pteridophyta (*Blechnum* spp., *Didymochlaena* spp., *Dryopteris* spp., *Lygodium* spp., *Marattia* spp., *Polybotria* spp., *Sellaginella* spp.). Cipós e escandentes são, também, numerosos: *Bauhinia* spp (Leguminosae), *Cissus* spp. (Vitaceae), *Davilla rugosa* (Dilleniaceae), *Pithecoctenium* spp. (Bignoniaceae), *Serjania* spp. (Sapindaceae) e *Smilax* spp. (Smilacaceae), entre outros. Troncos e galhos das árvores são cobertos de epífitos, que incluem desde líquens, hepáticas e musgos, passando por várias Pteridophytas (*Hymenophyllum* spp., *Microgramma* spp., *Trichomanes* spp.); Dicotyledoneae, como Begoniaceae (*Begonia* spp.), Cactaceae (*Hariota* spp., *Ripsalis* spp., *Schlumbergera* spp.), Gesneriaceae (*Codonanthe* spp., *Nematanthus* spp.), Marcgraviaceae (*Marcgravia* spp.), Piperaceae (*Peperomia* spp.) e Monocotyledoneae, como Bromeliaceae (*Vriesia* spp., *Tillandsia* spp.), Cyclanthaceae (*Carludovica* spp.) e Orchidaceae (*Bifrenaria* spp., *Catasetum* spp., *Cattleya* spp., *Miltonia* spp., *Oncidium* spp., *Pleurothallis* spp.).

Figura 5.12 Mapa de Cobertura Vegetal da RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Corpo Hídrico
 - Limite Municipal
- Vegetação**
- Afloramento Rochoso
 - Cordões arenosos
 - Floresta Estacional Semidecidual Submontana
 - Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas
 - Floresta Ombrófila Densa Alto Montana
 - Floresta Ombrófila Densa Montana
 - Floresta Ombrófila Densa Submontana
 - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas
 - Mangue
 - Restinga
 - Água
 - Áreas úmidas

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: orientada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica alimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (BGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPFA, 2012;
 - Hidrografia: Cordeões Digitais (BGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPFA, 2012;
 - R-revco: MDT gerado a partir da base alimétrica - escala 1:25.000 (BGE/SEA - 2005/02/005 - dados intermediários);
 - Limites Municipais: escala 1:50.000/Fundação CEFERJ, 2010;
 - Shorline: escala 1:100.000 IBGE, 2010;
 - Aquisição Fotométrica: Estado do Araripe/INEA/GEOPFA - escala 1:100.000 (2011).

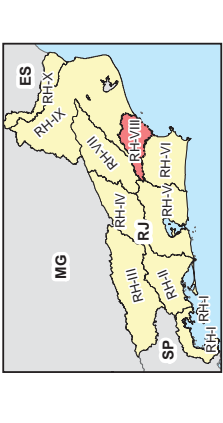
Fonte de Consulta: - Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal (Veloso, 1981).

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

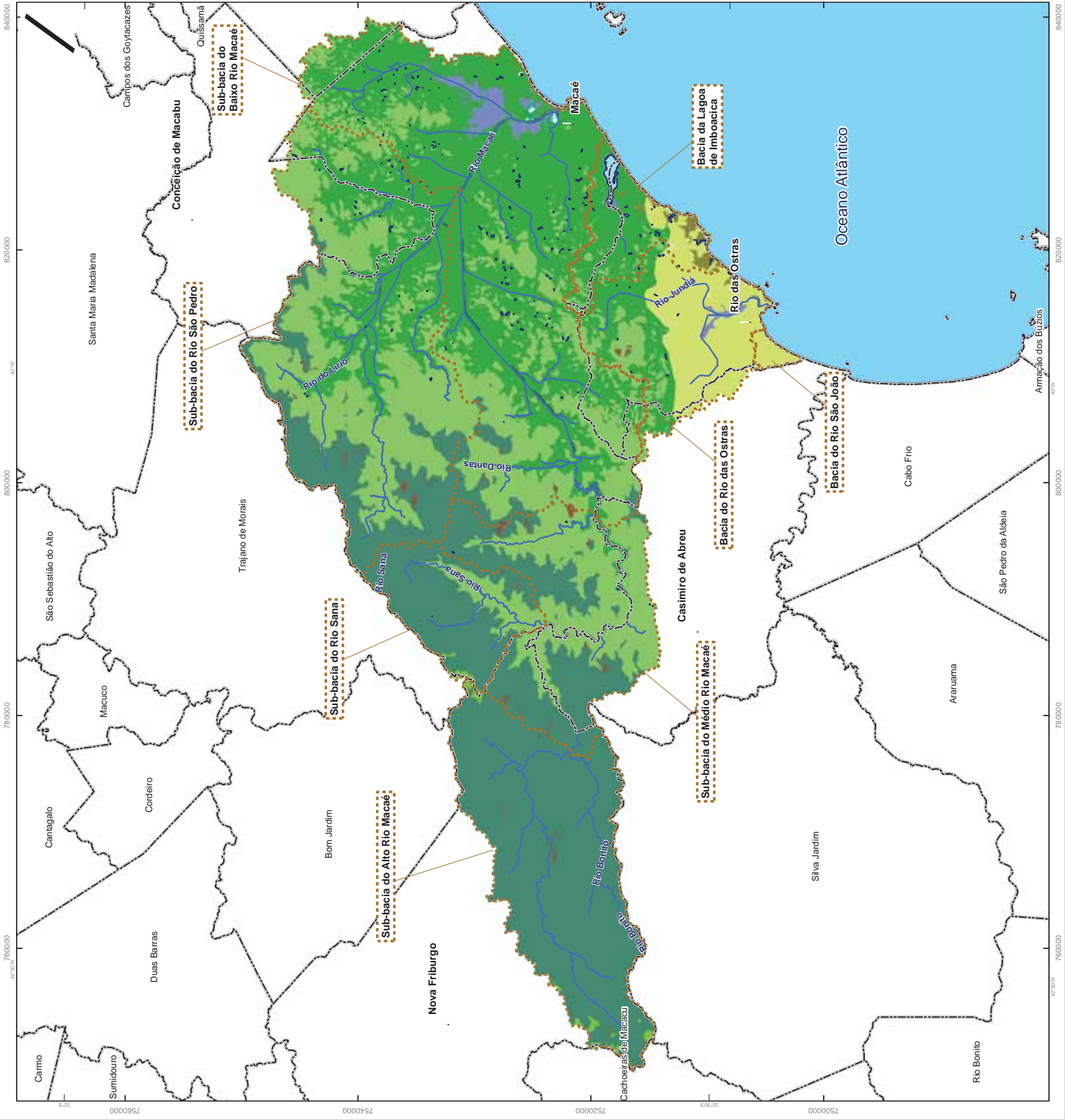
Informações Cartográficas:
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE ACESSO INTEGRADO ÀS BACIAS HIDROGRÁFICAS E SUB-BACIAS



- **Floresta Ombrófila Densa Submontana**

A composição florística é rica e variada, sendo alguns elementos bastante comuns, como o tapiá (*Alchornea iricurana* - Euphorbiaceae); as embaúbas (*Cecropia* spp. - Moraceae) e quaresmeiras (*Tibouchina granulosa* - Melastomataceae); as figueiras (*Ficus* spp. - Moraceae), a carrapeta (*Guarea guidonia* - Meliaceae), sempre presente às margens dos riachos; o açoita-cavalo (*Luehea grandiflora* - Tiliaceae) e a gregária pindaíba (*Xylopia brasiliensis* - Annonaceae). Essas espécies, juntamente com dezenas de outras, formam um dossel contínuo, sombreando o interior das matas. Sob esse dossel que pode estar a 25-30m do solo e do qual sobressaem as copas do jacatirão (*Miconia fairchildiana* - Melastomataceae) e da canela-santa (*Vochysia laurifolia* - Vochysiaceae), um sem número de plantas forma um sub-bosque adaptado à luminosidade diminuída pelas árvores mais altas.

- **Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas**

A composição florística é marcada pela presença constante do pau-de-tamanco (*Tabebuia cassinoides* - Bignoniaceae) e do coco-de-tucum (*Bactris setosa* - Palmae). Um sub-bosque pode estar presente com várias Piperaceae e *Costus spiralis* (Zingiberaceae). Outras espécies arbóreas frequentes são as figueiras (*Ficus organensis*, *Ficus insipida* - Moraceae) e os ingás (*Inga laurina* - Leguminosae). No litoral Sul, pode ocorrer a palmeira *Raphia ruffia* e nas bacias dos rios São João e Macaé aparecem o guanandi (*Symphonia globulifera* Guttiferae) e o uanani (*Callophyllum brasiliense* - Guttiferae). A umidade desses ambientes favorece a alta incidência de epífitas representadas por Bromeliaceae, Araceae, Cactaceae e Orchidaceae.

- **Floresta Estacionária Semidecidual de Terras Baixas**

A Floresta Estacionária Semidecidual de Terras Baixas constituem a mais extensa tipologia vegetal ocorrente nos domínios da bacia hidrográfica do rio das Ostras, ocupando quase toda a bacia, com algumas áreas mais elevadas cobertas pelas formações Florestas Estacionárias Semidecíduais Sub-montana e Montana.

Essa formação é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pêlos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais. É composta por mesofanerófitos que revestem as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros plioleptocênicos do Grupo Barreiras

Áreas de capoeiras e capoeirinhas são comuns por toda a extensão da região, e contém fragmentos de *Guarea guidonea* (Meliaceae) e *Cupania racemosa* (Sapindaceae). A grande matriz vegetal encontrada na região são as pastagens de gado.

Nessas áreas, a vegetação original foi substituída por forrageiras, principalmente as gramíneas *Brachiaria* spp. utilizadas principalmente para a alimentação de bovinos, bubalinos e equinos.

Essa tipologia apresenta-se sob diversos estados de conservação. É comum a presença invasoras que podem ser arbustivas, como assa-peixe (*Vernonia* spp.), erva-balieira (*Cordia* sp.), subarbustiva como o cambará-miúdo (*Lantana camara*), ou herbácea como o sapé (*Imperata brasiliensis*), o joá (*Solanum* spp) e o guaxuma (*Sida* spp.).

Nas planícies que sofrem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas e das depressões anualmente alagáveis, ainda ocorrem diminutas comunidades vegetais aluviais, em meio às pastagens. Indivíduos arbóreos de caixeta (*Tabebuia cassinoides*), guanandi (*Symphonia globulifera*) e imbaúba (*Cecropiapachysthachya*) podem ocorrer em pequenos grupamentos nestes ambientes.

Nos pântanos, o gênero cosmopolita *Typha* fica confinado a um ambiente especializado, diferente dos gêneros *Cyperus* e *Juncos*, que são exclusivos das áreas pantanosas dos trópicos. Estes três gêneros dominam nas depressões brejosas em todo o País (VELOSO et. al., 1991).

- **Manguezal**

Esta formação ocupa as áreas inundáveis às margens dos trechos inferiores dos rios Macaé, das Ostras, Iriry e Jundiá, até o limite alcançado pela influência salina das marés. Próximo à foz dos rios Macaé e das Ostras, o manguezal se apresenta bastante fragmentado, em função da ocupação da faixa marginal por construções e da urbanização.

O manguezal é a comunidade microfanerofítica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência de gêneros: *Rhizophora*, *Avicenia*, cujas espécies variam conforme a latitude norte e sul, e a *Laguncularia*, que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. Nesta comunidade pode faltar um ou mesmo dois desses elementos. Em algumas planícies, justamente quando a água do mar fica represada pelos terraços dos rios, a área salobra é densamente povoada por plantas aquáticas ou palustres da família Poaceae, do gênero *Spartina* e pela *Salicornia portulacoides*, que imprimem a paisagem um caráter de um “manguezal camefítico” (VELOSO et. al., 1991).

Estes ambientes têm sido bastante alterados e suprimidos com o avanço da expansão imobiliária. Sempre associados ao mau cheiro e ao aspecto degradado, justamente proveniente da expansão das atividades antrópicas em seus domínios, estes locais são tidos como sujos, sendo cada vez mais utilizados para a prática de aterramentos irregulares, uma vez que constituem APP, bem como para o vazamento de lixos domiciliares.

- **Restingas**

Esta formação ocorre na parte litorânea das bacias dos rios Macaé, das Ostras e da Lagoa de Imboacica. As restingas remanescentes encontram-se na área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, na região da foz do rio Macaé, no entorno das lagoas de Imboacica, Itapebussus e Salgada e na foz do rio das Ostras. Junto ao litoral as áreas que anteriormente eram ocupadas por restingas estão atualmente completamente urbanizadas.

As restingas possuem composições florísticas complexas e características vegetacionais variadas, que vão desde a vegetação rastejante das praias aos espaços desnudos com moitas esparsas e às matas de restinga.

A vegetação de restinga pode ser entendida como o conjunto de comunidades vegetais, com fisionomias distintas, sob influência marinha e flúvio-marinha. Sendo comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima. Na restinga os estádios sucessionais diferem das formações ombrófilas e estacionais, ocorrendo notadamente de forma mais lenta, em função do substrato que não favorece o estabelecimento inicial da vegetação, principalmente por dessecação e ausência de nutrientes (VELOSO et. al., 1991).

Dada a fragilidade desse ecossistema, a vegetação exerce papel fundamental para a estabilização de dunas e mangues, assim como para a manutenção da drenagem natural.

À medida que se adentra o continente, afastando-se do mar, o porte da vegetação e a cobertura do solo aumentam, predominando arbustos espinhosos e baixos. Dependendo da extensão da área de restinga, mais distante ainda do mar ocorre uma vegetação arbórea baixa (3,0 a 5,0m de altura), com árvores e arbustos emaranhados e espinhosos, podendo ser chamada de mata de restinga.

Nesta formação ocorrem espécies como tento (*Ormosia arborea*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), quaresmeira (*Tibouchina* sp), pau-pombo (*Tapirira guianensis*), além de diversas bromeliáceas (*Neoregelia* sp, *Vriesia eltoniana*), orquídeas (*Brassavola tuberculata*, *Cattleya guttata*, *Cattleya intermedia*, *Campylocentrum* sp, *Enchyclia oncioides*, *Oncidium barbatum*, *Vanilla chamissonis*) e cactáceas (*Cereus pernambucensis*, *Pilosocereus arrabidae*, *Opuntia monocantha*).

No Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba vivem muitas espécies raras, endêmicas, ameaçadas, incluindo espécies vegetais de grande valor econômico. As matas não-inundadas são o habitat original do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), praticamente eliminado do litoral do estado, com exceção de Cabo Frio. Além disso, a flora da restinga representa um importante estoque genético.

O Parque apresenta formações vegetacionais que variam desde a praia (formação rastejante), passando por arbustos esparsos, áreas permanentemente ou periodicamente alagadas, até as florestas altas nos locais mais distantes do mar. As seguintes formações fisionômicas são identificadas (Plano de Manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, 2005):

- praia gramínoide (herbáceas rasteiras na beira da praia);
- pós-praia (arbustiva fechada);
- arbustiva aberta de *Clusia*;
- arbustiva aberta de *Ericácea*;
- mata de restinga (periodicamente inundada);
- mata paludosa (permanentemente inundada),
- mata de cordão arenoso (nas regiões mais úmidas entre as dunas);
- arbustiva aberta de *Palmae*;
- gramínoide com arbustos (herbácea brejosa); e
- formação aquática.

Estas formações vegetais abrigam uma flora ameaçada por muitas pressões, em especial atividades humanas, e por isso muito valiosa. As espécies consideradas como ameaçadas de extinção são *Couepia schottii*, *Pavonia alnifolia* e *Jacquinia brasiliensis*, de acordo com a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2008). Outras são endêmicas às restingas fluminenses como *Marsdenia dorotheae*, *Orthosia arenosa*, *Dyospiros janeirensis*, *Croton macrocalyx* e *Algernonia obovata*, além de madeiras hoje raras como o pau-brasil, em alguns poucos remanescentes de mata, que vêm sofrendo sistematicamente o corte de madeira para carvão e pelas queimadas naturais ou ocasionadas pelo homem.

Existem poucas espécies que parecem ser próprias da restinga, provavelmente já diferenciadas de outras espécies ou de mata ou de formações mais secas (e.g. *Eugenia copacabanensis*, *Ocotea notata*, *Opuntia brasiliensis*, *Scutia arenicola*).

5.2.2 Fauna

O Bioma Mata Atlântica brasileira é considerado um dos ecossistemas com maior biodiversidade e taxa de endemismos do planeta (BROOKS & BALMFORD, 1996; FONSECA, 1985; MYERS et. al., 2000) e para grande parte dos grupos animais existe notável variação na diversidade local entre áreas ao longo desse contínuo. Particularmente em anfíbios, a Floresta Atlântica é considerada como uma das regiões de maior riqueza de espécies do planeta, sendo seu endemismo de 93% (DUELLMAN, 1999).

Embora ainda faltem estudos aprofundados e específicos, as informações disponíveis para alguns grupos de vertebrados e de invertebrados (BROWN & FREITAS, 2000) são consistentes com a ideia de que, no sudeste brasileiro, mais precisamente nas latitudes do Estado do Rio de Janeiro, para vários grupos ocorre elevado valor de diversidade de espécies e de taxa de endemismos. Isso aponta a região desse Estado como uma área de concentração de diversidade e endemismos dentro do *hot spot* (sensu MYERS 1988, 1990) Mata Atlântica.

Em grande parte, esta elevada biodiversidade no Estado pode ser explicada pelas características do seu relevo acidentado e de particularidades edáficas que promovem a

ocorrência de diferentes habitats, tais como florestas de baixada litorânea, florestas de encosta e ombrófilas densas, campos de altitude, restingas, mangues, riachos, lagoas, lagoas e brejos, além dos ambientes marinhos costeiros (BERGALLO et. al., 2000a).

Adicionalmente, a orientação particular leste-oeste de extensa porção da costa do Estado em relação à orientação da costa nordeste, sudeste e sul brasileira (que possui principalmente orientação nordeste-sudoeste), resulta em características particulares de temperatura, pluviosidade e regime de ventos predominantes (NIMER, 1979).

Essas particularidades atuam conjuntamente favorecendo a ocorrência de diversos habitats e recursos que favorecem a vida e o endemismo, incrementando a biodiversidade (BERGALLO et. al. 2000a; COSTA et. al. 2000).

5.2.2.1 Fauna Terrestre

A escassez de informações sobre a ocorrência, a distribuição e a história natural de espécies de vertebrados da Mata Atlântica limita o conhecimento para estes grupos nesse ecossistema e impede a compreensão da sua taxa de variação da diversidade, além de dificultar a implantação de políticas corretas de conservação. Mesmo o Estado do Rio de Janeiro constituindo, provavelmente, uma das regiões do Bioma Mata Atlântica com a maior biodiversidade, não tem ainda disponível para quaisquer dos grupos faunísticos uma relação completa das espécies existentes nos seus limites político-geográficos.

As informações sobre a fauna do estado do Rio de Janeiro são resultado de investigação em literatura específica, depósitos em coleções, registros pessoais de especialistas e moradores das áreas florestadas e plano de manejo das unidades de conservação.

Em recente lista, para o Estado do Rio de Janeiro, foi registrada a ocorrência de 478 espécies, sendo 166 espécies de anfíbios distribuídas em nove famílias, 127 espécies de répteis em 21 famílias e 185 espécies de mamíferos em 36 famílias. Entre os anfíbios, 35 espécies foram consideradas endêmicas do Estado do Rio de Janeiro, enquanto que cinco espécies de répteis e três de mamíferos têm a mesma característica. O que permite concluir que na área geográfica do Estado do Rio de Janeiro ocorre elevada riqueza de espécies de anfíbios, répteis e mamíferos (ROCHA et. al. 2004)

Em relação à avifauna brasileira, a Amazônia e a Mata Atlântica são os dois biomas com o maior número de espécies e os maiores níveis de endemismo. Noventa e dois por cento das aves brasileiras são espécies residentes, sendo apenas 8% espécies migrantes (SICK, 1993). A distribuição das espécies residentes ao longo do Brasil é desigual, estando a maior diversidade de espécies concentrada na Amazônia e na Mata Atlântica, dois biomas que, originalmente, eram cobertos por florestas úmidas. O maior número de espécies de aves residentes (1.300) e a maior taxa de endemismo (20%) ocorrem na Amazônia (MITTERMEIER et. al., 2003), seguida pela Mata Atlântica, com 1.020 espécies (18% endêmicas) (MMA, 2000).

A Mata Atlântica contém 75,6% das espécies ameaçadas e endêmicas do Brasil, fazendo do bioma o mais crítico para a conservação de aves no país. No estado do Rio de Janeiro, levantamento realizado entre 2005 e 2006 na maior unidade de conservação ambiental do Estado do Rio de Janeiro (58.000 ha), o Parque Estadual dos Três Picos, que protege uma das mais importantes regiões florestadas do território fluminense, foram registradas 321 espécies de aves, sendo que aproximadamente metade dessa avifauna foi constituída por espécies consideradas incomuns.

A fauna de invertebrados terrestres da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro apresenta uma lacuna de informações, embora alguns grupos sejam de extrema importância para o funcionamento do ecossistema. As formigas, por exemplo, representam componentes funcionais importantes em florestas tropicais devido aos papéis ecológicos que exercem, à sua grande biomassa e à riqueza de espécies. Embora a Mata Atlântica seja um dos

ecossistemas mais bem estudados no Brasil, ainda faltam informações sobre a diversidade de formigas nos fragmentos florestais do Estado do Rio de Janeiro. (SCHUTTE et. al., 2007).

Na parte mais elevada da RH, correspondente ao Alto Vale e parte do Médio Vale do rio Macaé, a Mata Atlântica é extremamente exuberante apresentando diversos grupos da fauna associados à extrema riqueza da vegetação. É a região onde é possível encontrar grupos de topo de cadeia alimentar o que indica o grau de preservação do ambiente.

Para o grupo de mamíferos destaca-se nesta região a presença de muitas espécies consideradas ameaçadas e raras na Mata atlântica. O sagui-da-serra-escuro (*Callitrix aurita*) e o veado-mateiro são exemplos que devem ser mencionados (CAMPOS et. al., 2009).

A fauna deste trecho da Serra de Macaé apresenta alta diversidade; impressiona a observância de algumas dessas espécies como, por exemplo, a lontra (*Lontra longicaudis*) e o macaco-barbado (*Alouatta fusca*), e, principalmente, por terem sido observadas em áreas urbanas do distrito, onde a cobertura florestal é quase escassa. Tais ocorrências podem representar importantes bioindicadores para monitoramento e análises mais aprofundadas das populações (Prefeitura Municipal de Macaé, 2003).

São as espécies de mamíferos as que mais sofrem com a caça predatória, estando, algumas delas, possivelmente em decadência populacional. Dentre estas se destacam o veado-mateiro (*Mazama americana*), o queixada (*Tayassu pecari*), o tatu canastra (*Priodontes maximus*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o guaxinim (*Procyon cancrivorus*). O destaque para os mamíferos da região fica por conta da ocorrência da onça-pintada (*Panthera onca*), no topo da cadeia alimentar, e cujo status merece estudo mais detalhado (Prefeitura Municipal de Macaé, 2003).

A avifauna da região é riquíssima. É possível com um pequeno caminhar na floresta notar a presença de diversos grupos, tendo se registrado inclusive diversas espécies constantes na Lista Oficial de Animais Ameaçados de Extinção. Dentre eles é importante destacar a presença de uma espécie ameaçada de extinção, *Biatas nigropectus* (MMA, 2008).

Entre as aves possivelmente extintas na região, pode-se considerar o macuco, ladeado por outras espécies bastante ameaçadas (principalmente, pela caça e pelo tráfico), como jacú-guela, jacuaçu, gavião-pomba, gavião-pato, juriti, saracura, seriema, trinca-ferro, tucano-de-bico preto, papa-capim, entre outros (estes três últimos são dos mais capturados). Abrigando aproximadamente 15% do total de espécies da avifauna nativa do Estado do Rio de Janeiro, este potencial sinaliza importante fator para diferenciação do turismo na região, bem como para estudos mais aprofundados (Prefeitura Municipal de Macaé, 2003). Além disso, 31 espécies que ocorrem na região são consideradas endêmicas para Mata Atlântica (CAMPOS et. al., 2009).

A herpetofauna conta com alguns Lacertídeos, como o teiú (*Tupinambis teguixim*), bastante atingido pela caça; algumas espécies de camaleões e lagartos, lagartixas e várias espécies de serpentes, como a caninana (*Spilotes pullatus*), a jararaca (*Bothrops jararaca*), o jararacuçu (*Bothrops jararacussu*), algumas corais (*Micrurus* spp.), a surucucu-fogo (*Lachesis muta*) e a ameaçada surucucu pico-de-jaca (*Lachesis muta rhombeata*) (Prefeitura Municipal de Macaé, 2003).

Como é usual nas florestas atlânticas, ocorrem inúmeros insetos, dentre os quais são de fácil observação as libélulas, o bicho-pau, besouros, vaga-lumes, o bicho-da-seda, o cachorrinho-do-mato, moscas, abelhas, carrapatos, formigas e uma variedade de borboletas (dentre as quais se cita a vulgarmente chamada de - oitenta e oito). Dentre as espécies mais curiosas, destaca-se a jequitiranabóia (*Fulgora laternaria*), um inseto voador com a cabeça que lembra a de uma serpente (daí o nome, do tupi - mboia, que equivale à cobra) e que tem sido pouco avistado na região. Este grupo requer estudos mais aprofundados, para que se possam identificar possíveis endemismos, espécies ameaçadas e, ainda, espécies em desequilíbrio (como no caso dos carrapatos que, na estação seca são abundantes e podem ser utilizados como importantes bioindicadores) (Prefeitura Municipal de Macaé, 2003).

Na parte mais baixa da RH, onde os fragmentos florestais são mais raros, algumas espécies da fauna terrestre, ameaçadas de extinção, são preservadas em unidades de conservação.

No Parque Natural Municipal Fazenda Atalaia verifica-se uma fauna composta pela mescla de espécies comuns em sistemas abertos, como, por exemplo, o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), furões (*Galictis cuja*) e diversos roedores, e táxons eminentemente florestais. Nesta última categoria, destaca-se a presença de organismos como os bugios (*Alouata fusca*) e do gato-do-mato (*Leopardus tigrina*), este último um táxon ameaçado (Ecologus & UTE Norte Fluminense).

Na área do parque encontram-se também os lagartos *Tupinambis merianae*, *Tropidurus torquatus* e *Ameiva ameiva*, espécies que se adaptam com facilidade ao convívio com seres humanos e *Hemidactylus mabouia*, que apesar de ser espécie introduzida é muito comum em todo o Brasil, principalmente junto a construções humanas. Nas áreas florestadas pode-se destacar o registro de *Lachesis muta* e *Bothrops bilineata*, espécies altamente ameaçadas de extinção e que servem como indicadores da boa preservação da mata. Neste ambiente encontram-se as espécies de répteis arborícolas, tais como as serpentes *Pseustes sulphureus* e *Corallus hortulanus* e os lagartos do gênero *Anolis* (Ecologus & UTE Norte Fluminense).

A Reserva Biológica União, juntamente com a Reserva Biológica de Poço das Antas, é utilizada para realocação do mico-leão-dourado, espécie que se encontra em risco de extinção. Essas Unidades de Conservação abrigam locais muito preservados e exuberantes possuindo um alto grau de endemismo, tanto para animais quanto vegetais.

A Reserva Biológica União possui uma fauna diversificada destacando-se, além do mico-leão-dourado, a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), a lontra (*Lutra longicaudis*), a surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*), o bugio (*Alouatta fusca*), o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), dentre outros. Por ser considerada uma área importante para a preservação da biodiversidade de Mata Atlântica de baixada, como mencionado anteriormente, foi incluída no mapeamento de áreas chaves para a proteção de aves endêmicas, raras e ameaçadas de extinção.

Das 217 espécies de aves registradas para a Reserva, 17 são consideradas ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro (ALVES et. al., 2000): *Tinamus solitarius*, *Crypturellus variegatus*, *Pilherodius pileatus*, *Cairina moschata*, *Columba speciosa*, *Ramphodon naevius*, *Phaethornis idaleae*, *Pteroglossus aracari*, *Campephilus robustus*, *Ornithion inermis*, *Rhynchocyclus olivaceus*, *Pipra rubrocapilla*, *Dixiphia pipra*, *Laniisoma elegans*, *Procnias nudicollis*, *Tangara mexicana* e *Cyanerpes cyaneus*; sete constam igualmente como ameaçadas em nível nacional (IBAMA, 2003) e internacionalmente (BIRD LIFE INTERNATIONAL, 2000): *Leucopternis lacernulatus*, *Pyrrhura cruentata*, *Touit surdus*, *Amazona rhodocorytha*, *Myrmotherula unicolor*, *Myrmotherula urosticta* e *Laniisoma elegans* e 28 são endêmicas do bioma Mata Atlântica (PACHECO & BAUER, 2000; SICK, 1997).

Destacam-se várias espécies de mamíferos ameaçadas, em especial: o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), o bugio (*Alouatta fusca*), o preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), a lontra (*Lutra longicaudis*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*). MELLO & SCHITTINI (2005), em uma análise ecológica preliminar, realizaram um levantamento das espécies de morcego que ocorrem na RB União. Foram encontradas nesta UC 10 espécies, sendo 3 consideradas espécies localmente raras: *Micronycteris minuta*, *Vampyressa pusilla* e *Pigoderma bilabiatum*. Cabe destacar que esta última espécie encontra-se na lista de fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro (MMA/ICMBIO, 2008).

A fauna da região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba ainda em estudo apresenta muitas espécies que foram extintas em outras restingas do estado e podem ser encontradas em Jurubatiba. No plano de manejo do parque é listado um total de 456 espécies, divididos em 23 espécies de mamíferos, 96 de aves, 18 de répteis, 10 de anfíbios, 39 de peixes e 270 de insetos (com predomínio da ordem lepidóptera).

É uma área importante de refúgio para muitas espécies, entre elas o papagaio chauá, já extinto em outras restingas; espécies endêmicas, como as borboletas (*Menander felsina*) e a belíssima borboleta da restinga (*Parides ascanius*). Há também aves aquáticas residentes; aves migratórias como os maçaricos de várias espécies; pequenas populações de garças, maguaris, carões, frangos d'água, jaçanãs, gaviões e outros, a cegonha brasileira (*Euxemura maguari*), a lontra (*Lutra longicaudis*) e o jacaré de papo amarelo (*Platemis radiolata*) (Plano de Manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba).

Dentre os anfíbios, o bufonídeo *Bufo pygmaeus* Myers e Carvalho, 1952 é uma espécie restrita às restingas (CARVALHO & SILVA, 2000), sendo conhecida das restingas de Jurubatiba e Grussaí, além de Marambaia, Maricá e Arraial do Cabo até São João da Barra (CARVALHO & SILVA, *op. cit.*). Dentre os répteis, a espécie de anfisbenídeo *Leposternon scutigerum*, que ocorre no Parque, é endêmica do Estado do Rio de Janeiro (ROCHA et. al., 2003). Entretanto, o endemismo de répteis nas restingas restringe-se a algumas poucas espécies, como o lagarto-de-cauda-verde *Cremidophorus littoralis* (Teiidae), presente no Parque, pois grande parte das espécies são de outros biomas e é composta por espécies de formações abertas (ROCHA, 2000). A distribuição conhecida de *C. littoralis*, espécie recentemente descrita, vai do trecho litorâneo da restinga de Maricá até a restinga de Jurubatiba, sugerindo que seja endêmica do estado do Rio de Janeiro (ROCHA et. al., 2004).

O roedor *Trinomys eliasi* foi recentemente considerado uma espécie endêmica de restinga, com ocorrência restrita às restingas de Maricá e de Jurubatiba. Porém, a coleta recente de indivíduo dessa espécie para a Reserva Biológica de Poço das Antas (BRITO & FIGUEIREDO, 2003) sugere a distribuição não apenas restrita as restingas, mas provavelmente a algumas regiões da planície costeira do Estado do Rio de Janeiro (ROCHA et. al., 2004). As restingas são os últimos refúgios das espécies que ocorrem nas matas de baixada, onde se encontra um maior número de espécies ameaçadas, cujos habitats são equivalentes para boa parte dos mamíferos (BERGALLO et. al., 2000). As espécies de mamíferos que ocorrem no Parque não estão em perigo ou ameaçadas de extinção. Apenas o roedor *Trinomys eliasi* (PESSOA et. al., 1992) foi relacionado entre as espécies ameaçadas de extinção para o Estado do Rio de Janeiro (BERGALLO, *op. cit.*; ROCHA, *op. cit.*).

Entre as aves, encontram-se atualmente reconhecidas três espécies ameaçadas para as restingas: *Formicivora littoralis*, *Mimus gilvus* e *Schitoclamis melanops* (extinta para o Estado) (ROCHA et. al., 2004). O formigueiro-do-litoral *Formicivora littoralis* encontra-se criticamente em perigo para o Estado do Rio de Janeiro (IBAMA/MMA/Fundação Biodiversitas/Conservation International do Brasil 2003). A espécie *Pipra pipra* encontra-se na lista de espécies de aves ameaçadas para o Estado do Rio de Janeiro (ALVES et. al., 2000).

5.2.2.2 Fauna Aquática

O rio Macaé, embora seja uma das principais drenagens do estado do Rio de Janeiro, teve sua ictiofauna pouco estudada até o momento (BRITO, 2007). Menor ainda é o conhecimento da ictiofauna dos demais rios da RH VIII. A bacia hidrográfica do rio das Ostras ainda permanece muito pouco conhecida quanto a sua biodiversidade e aos aspectos ecológicos relacionados. Apesar de relatos históricos esparsos muito pouco pode ser encontrado na literatura científica a referentes à ictiofauna local. O trabalho mais completo, onde foi apresentado o levantamento das espécies de água doce e espécies marinhas da área em questão, foi descrito em BIZERRIL & PRIMO (2001)

BIZERRIL & PRIMO (2001) classificam a região como um sistema de baixa complexidade e susceptíveis à ocorrência de eventos de desestruturação do ambiente, além de apresentarem populações pequenas de peixes.

No levantamento realizado por BIZERRIL & PRIMO (2001) são relatadas 105 espécies de peixes entre nativos e exóticos, existentes nos rios, lagoas e estuários da RH VIII.

Um aspecto marcante em todo o rio Macaé, principal curso d'água da região, é sua baixa riqueza de espécies dulciaquícolas em contraposição às demais bacias hidrográficas do

Estado. Mesmo assim se compararmos a representatividade dos diferentes grupos da ictiofauna no rio Macaé, espécies dulciaquícolas, marinhas e introduzidas, vê-se que predominam espécies características de habitat de água doce, seguidas pelas espécies marinhas e poucas são as espécies introduzidas.

Duas novas espécies de cascudos pertencentes ao gênero *Rineloricaria* foram encontradas por pesquisadores da UFRJ no Alto Macaé. Os cascudos, como outras espécies endêmicas têm papel essencial na cadeia alimentar daquele meio, pois servem de alimento às lontras, gambás d'água, cuícas d'água, aves e morcegos. Além disso, eles se alimentam de algas que formam limo nas pedras e que retêm nutrientes. Portanto, eles transformam essas algas, inaproveitáveis para qualquer outro animal, em alimento, realizando uma passagem de energia essencial.

Entre as espécies introduzidas destaca-se a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), introduzida em 1952 e 1959 nas cabeceiras do rio Macaé com o simples propósito de povoar o rio com peixes. (LAZZAROTTO & CARAMASCHI, 2009).

Além da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), é relatado também o cultivo de outras espécies exóticas na sub-bacia do rio Sana e em Macaé de Cima, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o pintado (*Pimelodus* sp.) (PINHEIRO, 2008).

BRITO (2007) registra ainda, através de entrevistas com ribeirinhos, a introdução da tilápia (provavelmente *Tilapia rendalli*) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). O bagre-africano (*Clarias gariepinus*) e o tucunaré (*Cichla kelberi*) também são espécies introduzidas relatadas para o rio Macaé (MAZZONI et. al., 2009).

A introdução dessas espécies exóticas, embora comercialmente mais interessantes e geralmente de maior porte, podem vir a causar um desequilíbrio junto às espécies nativas do rio Macaé, de porte menor.

É esperado que a comunidade de peixes se modifique conforme os trechos do rio, como resultado dos processos evolutivos e históricos de adaptações peculiares de cada espécie, modulados por influências ambientais, condições de habitats e até mesmo alterações de origem antrópica. Essa hipótese é corroborada com o conceito do Rio Contínuo (*River Continuum Concept*) (VANNOTE et. al., 1980) que prevê que as variáveis físicas de um rio natural apresentam gradiente contínuo de montante para jusante, com as comunidades biológicas se ajustando através da substituição de espécies.

Para o rio Macaé, o trecho entre a nascente e a cota 100 apresenta uma ictiofauna muito uniforme, caracterizada pelo domínio absoluto de espécies típicas de ambientes com alta energia hidrodinâmica e pela reduzida riqueza de táxons (BIZERRIL & PRIMO, 2001).

À medida que os rios da região deixam seus trechos superiores e se dirigem rumo à foz, exibem uma complexidade em sua estrutura que vem acompanhada de um aumento na riqueza de peixes. É na parte inferior que reside um maior número de espécies de grande porte como *Leoporus copelandii* (BRITO, 2007).

A variedade das espécies de peixes e sua distribuição no trecho inferior dos rios da região é resultado da influência do regime de marés sobre desse trecho. As áreas alagadas, que advém deste regime, têm características totalmente diferentes, uma vez que são ambientes mais lânticos ou de água parada, na qual predomina a deposição de sedimento e o acúmulo de matéria orgânica. Esses locais podem ser importantes também como áreas de abrigo e de alimentação para os peixes nas fases iniciais de desenvolvimento. Nesse sentido, a região tem características particulares, pois além das áreas alagadas, havia inicialmente uma grande extensão de manguezais, cuja importância ecológica gera reflexos, na população aquática.

Nos remansos algumas espécies podem ser evocadas como mais frequentes, aspecto este que usualmente denota a maior abundância dos mesmos. Nesta categoria estão os

barrigudinhos (*Phalloceros caudimaculatus*), os acarás (*Geophagus brasiliensis*, *Cichlasoma facetum*), mandis (*Pimelodella lateristriga*), alguns cascudos (*Hypostomus punctatus*), as traíras (*Hoplias malabaricus*), bocarras (*Oligosarcus hepsetus*), tuviras (*Gymnotos carapo*) e o jundiá (*Rhamdia quelen*). Estas áreas mais remansosas, entre pedras e em poços mais profundos exibem como arranjo íctico mais característico aquele formado por cardumes de uma espécie de lambaris, que ocupam as áreas mais abertas deste biótopo, grupos de limpa-fundo (*Scleromystax barbatus*) e barrigudinho (*Phalloceros caudimaculatus*), nas áreas mais próximas das margens. As condições de deposição estabelecidas em remansos são atrativos para grupos que se alimentam de depósitos, tais como os peixes dos gêneros *Hypostomus* (cascudos) e *Cyphocharax* (sairu). Nestes mesmos sistemas são encontrados também pequenos bagres, tamboatás, tuviras, cumbacas, mussuns e pequenos cascudos.

Sob pedras ou troncos é comum a presença do mineiro-branco (*Rhamdioglanis frenatus*), sendo a população do rio Macaé o registro mais extremo do limite norte da área de ocorrência deste táxon.

Amostragens realizadas nesses sistemas (ECOLOGUS, 2002) identificaram as espécies *Hoplias malabaricus*, *Hyphessobrycon bifasciatus*, *H. reticulatus*, *Astynanax bimaculatus*, *Mimagoniates microlepis*, *Callichthys callichthys*, *Holposternum litoralle*, *Poecilia vivipara*, *Synbranchus marmoratus*, *Geophagus brasiliensis* e *Tilapia rendalli*.

A pesca continental nos rios da região não é significativa como atividade econômica. Esta se limita à pesca esportiva ocasional e a estabelecimentos do tipo pesque-pague, no caso com truta arco-íris, no Alto Macaé. No entanto a pesca, principalmente de espécies marinhas que adentram os cursos d'água, nos seus trechos inferiores, assume importância principalmente para as famílias de baixa renda. Algumas famílias que habitam suas margens, mesmo as que vivem para dentro da área urbana, usam o rio como fonte de renda. A diminuição do pescado devido à degradação do meio fluvial vem trazendo sérias dificuldades a essa população.

Dentre os demais vertebrados caracterizados como aquáticos ou semi-aquáticos, ocorrem na Região, a lontra (*Lontra longicaudis*) e o gambá d'água (*Chironectes minimus*). Na Reserva Biológica União há registro ainda do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*).

A lontra apresenta ampla distribuição, na região, apesar de suas populações estarem diminuindo. É uma espécie versátil que tolera bem modificações no ambiente e alimenta-se majoritariamente de peixes, crustáceos e moluscos (WALDEMARIN & ALVARES, 2008).

O gambá d'água também apresenta ampla distribuição, com decréscimo de suas populações, entretanto é uma espécie muito exigente que necessita de rios encachoeirados, águas limpas e ambiente íntegro. É uma espécie noturna, semi-aquática, solitária, carnívora que se alimenta de pequenos peixes, crustáceos, insetos e ocasionalmente anuros (CUARÓN et. al., 2008).

O jacaré-de-papo-amarelo já foi uma espécie bastante comum em toda a baixada litorânea do Estado. Apesar de ser uma espécie de grande capacidade adaptativa, sendo frequentemente encontrada em ambientes alterados, há indícios de que suas populações vêm declinando em um ritmo considerável e que, atualmente, as poucas populações remanescentes estejam sobre forte pressão antrópica (ROCHA et. al., 2000).

Há ainda para a região o registro histórico de antas (*Tapirus terrestris*) e capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e de nove espécies de anfíbios anuros.

5.3 Limnologia

Em relação a sua formação, as lagoas costeiras da RH Macaé e das Ostras, a exceção da lagoa do Iriry, derivam de feições do relevo na forma de cristas de praia. Essas têm sido formadas pelos movimentos de transgressão e regressão marinhos e pela deposição de sedimentos de origem fluvial. Assim, a sedimentação marinha barrou a foz de rios e córregos que, ao perderem a força de sua vazão, deram origem a lagoas perpendiculares ao mar, com braços longitudinais nas depressões entre as cristas de praia (ESTEVEZ & PETRY, 2009).

Lagoas costeiras, como as da RH VIII, apresentam uma produtividade comparável aos estuários e zonas de ressurgência, e podem estabelecer contato esporádico com o mar de forma natural, em períodos de elevada pluviosidade, ou pelo rompimento artificial da barreira arenosa que separa estes ecossistemas do ambiente marinho adjacente. A despeito da relativamente baixa riqueza de espécies e de endemismos para a maior parte dos táxons, a manutenção dos organismos nesses ambientes costeiros depende estritamente de sua capacidade em lidar com condições por vezes adversas (elevado estresse hídrico, variações bruscas da salinidade e intensa radiação solar). Assim, as lagoas costeiras representam o limite de distribuição de espécies que em função de sua história filogenética e do histórico evolutivo fortemente associado ao isolamento e formação das bacias de drenagem, diferem amplamente entre si em aspectos ecológicos e fisiológicos, tais como a tolerância à salinidade.

Alterações na pluviosidade e eventos de intrusão de água marinha nos ecossistemas costeiros regulam a ciclagem dos nutrientes, a vida de organismos aquáticos e a biodiversidade regional. A salinidade da água e os nutrientes atuam como os principais reguladores da distribuição de diversos organismos tais como bactérias, algas, plâncton, microcrustáceos e peixes.

As lagoas costeiras encontram-se normalmente em estado de eutrofização natural, sendo, portanto, vulneráveis a qualquer aumento no aporte de nutrientes ou material orgânico, e por serem ambientes rasos, tornam-se favoráveis ao desenvolvimento de extensas comunidades de macrófitas aquáticas.

Este processo de eutrofização natural, resultante do acúmulo de matéria orgânica no entorno e dos organismos mortos da lagoa, é um processo que ocorre em todos os ambientes lênticos e que leva à supressão destes, pelo lento processo de redução do espelho d'água.

Portanto, quanto mais rasa for a lagoa, quanto maior for o aporte de sedimento da sua micro bacia e mais frequente às aberturas da barra arenosa (que causam a mortalidade das espécies intolerantes ao sal e das espécies sésseis como a taboa – *Typha domingensis*) e maior for a carga de efluentes ricos em nutrientes, mais rápido se dá o processo de eutrofização da lagoa.

Registra-se que os bancos de taboa da Lagoa de Imboacica têm sua área de ocupação ampliada a cada evento de abertura da barra. Ou seja, as aberturas da barra frequente aceleram o processo de redução do espelho d'água das lagoas costeiras.

Como descrito anteriormente, a Lagoa de Imboacica encontra-se sob forte impacto do aporte da poluição orgânica, fruto do lançamento de esgotos sanitários diretamente em seu interior ou nos cursos d'água afluentes, bem como da abertura artificial de sua barra por ocasião do período de cheias, na região.

A entrada constante de poluição orgânica gera situações de alta concentração de nutrientes, o que acarreta a alteração na estrutura das comunidades e a ocorrência de "blooms" de fitoplâncton. As diferentes estratégias de utilização desses nutrientes pelas comunidades de macrófitas e fitoplâncton acarretarão consequências marcantes sobre o sistema lagunar.

O desenvolvimento de extensas comunidades de macrófitas aquáticas submersas na lagoa de Imboacica acarreta a provisão de habitats para macroinvertebrados associados e refúgio para

cladóceros, que pastam sobre epífitas e fitoplâncton. Por sua vez esses macroinvertebrados formam a dieta alimentar de espécies de camarões de água doce. No entanto um aumento excessivo na concentração de nutrientes na coluna d'água pode levar ao desaparecimento das macrófitas submersas e conseqüentemente uma redução na produção de camarão.

A abertura da barra da lagoa gera um abaixamento do nível da lagoa e um aumento da salinidade e da concentração de nutrientes. As marés, por sua vez, alteram a morfologia dos sedimentos, redistribuem propágulos de macrófitas e atuam como um escoadouro do excesso de nutrientes. A abertura da barra da lagoa provoca ainda efeitos diferenciados sobre a comunidade de macroinvertebrados. O *Macrobrachium acanthurus*, uma espécie de camarão de origem continental se beneficia das condições mesohalinas resultantes do ingresso de água marinha para desovar e passar seus primeiros estágios larvais. Concomitantemente, larvas de espécies de origem marinhas entram na lagoa enquanto a barra permanece aberta.

Dos estudos realizados por Cleber. P. Silva, Edélti. F. Albertoni e Francisco. A. Esteves (2003), sobre o efeito das perturbações antrópicas na lagoa de Imboacica, conclui-se que as comunidades de macrófitas e macroinvertebrados podem ser utilizadas como indicadores de alterações no sistema lagunar da RH.

Na Lagoa de Imboacica, foram identificadas duas espécies de macroalgas do gênero *Chara* (*C. angolensis* e *C. fibrosa*), apresentando ampla distribuição. A biomassa varia entre 172 e 510 gDW.m⁻² em diferentes áreas da lagoa. A concentração de nutrientes apresenta ampla variação, com os valores de carbono entre 325 e 392 mg.g⁻¹DW, nitrogênio entre 14 e 27 mg.g⁻¹DW e fósforo entre 0,45 e 0,85 mg.g⁻¹DW, assim as taxas de Carbono, Nitrogênio e Fósforo (C:N:P) apresentaram variação de 387:24:1 a 872:47:1. Os valores mínimo e máximo de energia na biomassa são, respectivamente, 9,54 e 12,34 kJ.g⁻¹DW. Há tendência de as menores taxas C:N:P ocorrerem em áreas mais eutrofizadas. Considerando os valores de biomassa e a concentração de nutrientes na biomassa, os maiores estoques de nutrientes estão associados aos bancos de Carófitas em áreas mais oligotróficas. A correlação de Spearman entre a concentração de nutrientes na coluna de água e a biomassa foi $r_s = 0,45$ ($p < 0,05$) para o nitrogênio e $r_s = 0,50$ ($p < 0,01$) para o fósforo ($n = 30$). A grande biomassa associada à concentração de nutrientes e os valores energéticos indicam que as carófitas são um importante compartimento biológico na estrutura e metabolismo da lagoa.

Santos, A. M. & Esteves, F.A (1999), em estudo sobre a influência da variação do nível d'água de uma lagoa costeira sobre a biomassa aérea das macrófitas aquáticas, *Eleocharis interstincta*, realizado por ocasião na abertura da barra da lagoa de Jurubatiba, mostram que o abaixamento brusco do nível d'água resultou num distúrbio para a população de macrófitas aquáticas na lagoa, com a redução da sua biomassa aérea, densidade e peso específico do rametes, sem, entretanto, causar a sua morte, indicando que essa macrófita está bem adaptada a este ecossistema pois o tempo de resiliência estimado foi de 30 dias, tempo necessário para a recuperação dos parâmetros biométricos citados.

6 CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

6 CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

A caracterização e mapeamento do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da RH VIII foi realizada com apoio das ortofotos digitais, disponibilizadas pelo INEA, bem como de outras bases cartográficas disponíveis e técnicas de geoprocessamento, adaptadas para cada tema.

Os temas mapeados foram:

- Uso do Solo e Cobertura Vegetal;
- Áreas de Preservação Permanente (APP);
- Unidades de Conservação (UC);
- Hidrografia;
- Áreas de Mineração;
- Estações de Captação e Tratamento de Água e Tratamento de Esgoto;
- Dutovias e Linhas de Transmissão;
- Infraestrutura Viária; e
- Polos Urbanos, Industriais e Distritos.

A partir de uma operação de análise espacial (intercepção) entre o mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal e os limites das sub-bacias da RH VIII foi possível estimar as proporções das diferentes classes de cobertura presente em cada sub-bacia analisada, conforme expresso no Quadro 6.2.

No que diz respeito às proporções de cada classe, no todo da região Hidrográfica, é expressiva a participação da classe pastagens (44,40 %) e pastagens de várzea (6,94 %), e das classes Floresta Ombrófila Densa Montana (24,88%) e Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana (14,79%). Da área total da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, 42,83 % estão ocupadas por diferentes formações florestais, as quais se concentram nas áreas de maior altitude.

A análise da distribuição das classes, por sub-bacia, permite verificar que a sub-bacia do Rio São João (96,32%) apresenta a maior proporção de ocupação urbana de média densidade, seguida da bacia da Lagoa de Imboacica (14,68%) e Baixo Rio Macaé (2,83%).

Esta análise permite identificar ainda que as sub-bacias do Alto Rio Macaé, do Médio Rio Macaé e do Rio Sana, apresentam os maiores percentuais de área ocupada por tipologias florestais. Já nas sub-bacias dos Rios das Ostras, Baixo Macaé, Lagoa Imboacica e São Pedro, percebe-se o predomínio de áreas de pastagens.

Quanto às APPs a bacia do rio Macaé apresenta as maiores proporções de área ocupada com áreas classificadas como de preservação permanente, refletindo o relevo forte ondulado a montanhoso presente na Bacia e a densidade da hidrografia.

Esta análise permite identificar que as sub-bacias Alto Rio Macaé, Médio Rio Macaé, Baixo Rio Macaé e do Rio Sana, apresentam uma maior área proporcional de APP. A sub-bacia do Rio Sana, apresenta 33,04 % de sua área ocupada com APP, dos quais 23,45 % estão representadas por APP de topo de morro.

As APPs presentes nas sub-bacias do Rio São João, das Ostras e da Lagoa de Imboacica são predominantemente associadas à hidrografia, principalmente de cursos de água com até 30 metros de largura (95,45 %, 80,82 % e 69,63 %, respectivamente), conforme pode ser visualizado na Figura 6.1.

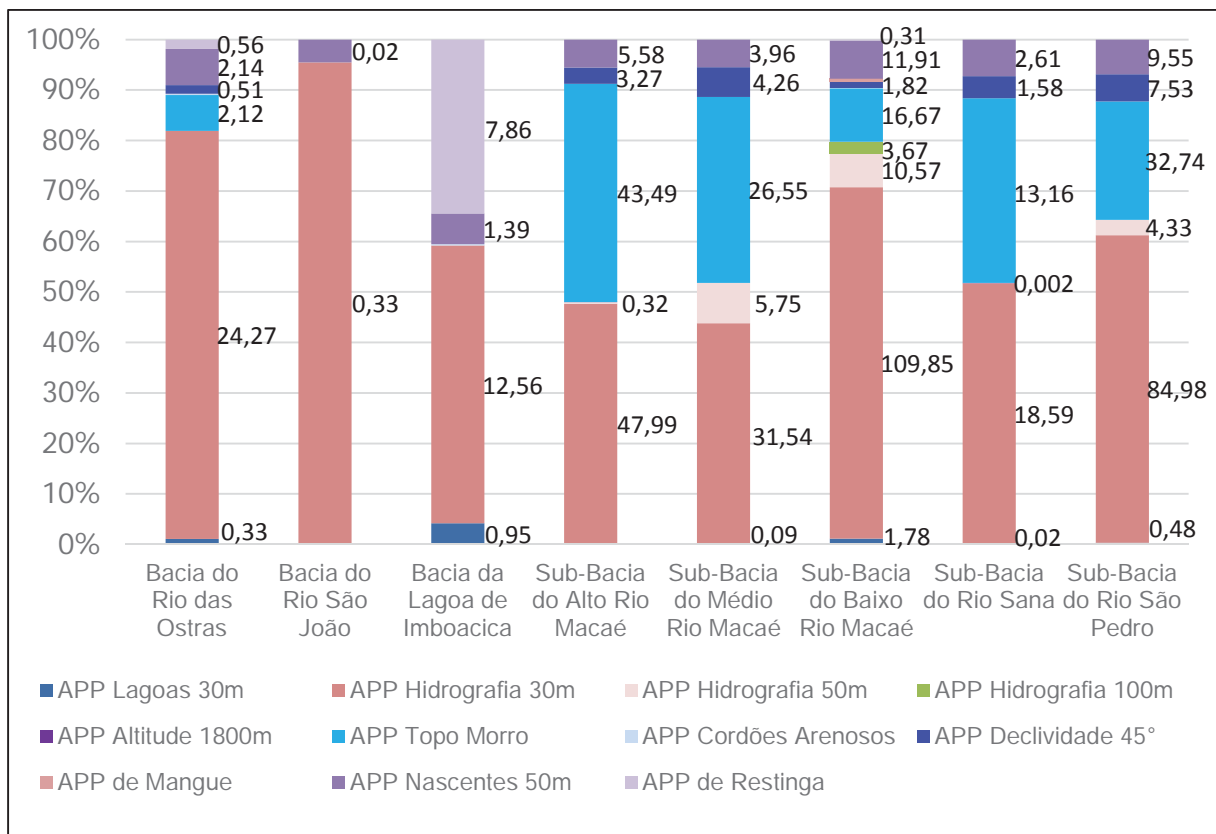


Figura 6.1: Participação percentual, por tipo de app, nas sub-bacias da RH VIII

Foram identificadas 27 unidades de conservação na RH VIII, sendo 18 de uso sustentável e 09 de proteção integral, cujas legislações de criação e tutela constam no Quadro 6.1.

Quadro 6.1: Relação das Unidades de Conservação na Região

Nome	Categoria	Legislação	Tutela
Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio São João - Mico Leão Dourado	Uso Sustentável	Decreto Federal de 27 de junho de 2002	Federal
Reserva Biológica (REBIO) União	Proteção Integral	Decreto Federal de 22 de abril de 1998	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Barra do Sana	Uso Sustentável	Portaria nº 65-N, de 28 de julho de 1999, do IBAMA, publicada no DOU em 29 de julho de 1999	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Sítio Shangri-lá	Uso Sustentável	Portaria nº 156/1998	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Jardim das Delícias	Uso Sustentável	Portaria nº 4, de 12 de fevereiro de 2008, do ICMBIO, publicada no DOU em 13/02/2009	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Reserva do Sossego I	Uso Sustentável	Portaria nº 35, de 19 de abril de 2007, do IBAMA, publicada no DOU em 20 de abril de 2007	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Reserva do Sossego II	Uso Sustentável	Portaria nº 36, de 19 de abril de 2007, do IBAMA, publicada no DOU em 20 de abril de 2007	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Sítio Azul	Uso Sustentável	Portaria nº 32, de 9 de março de 2004, do IBAMA, publicada no DOU em 10 de março de 2004	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Sítio Sumidouro e Sítio Peito de Pomba	Uso Sustentável	Portaria nº 9-156 N, de 19 de novembro de 1998, do IBAMA, publicada no DOU em 20 de novembro de 1998	Federal

Nome	Categoria	Legislação	Tutela
Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Vila São Romão	Uso Sustentável	Portaria nº 73, de 11 de novembro de 2009	Federal
Reserva Particular do Patrimônio Natural - Matumbo	Uso Sustentável	Portaria nº 13, DE 11 de novembro de 2007, do ICMBIO, publicada no DOU em 15 de outubro de 2007	Federal
Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio Macacu	Uso Sustentável	Lei Estadual nº 4.018 de dezembro de 2002	Estadual
Área de Proteção Ambiental (APA) de Macaé de Cima	Uso Sustentável	Decreto Estadual nº 29.213 de setembro de 2001	Estadual
Parque Estadual dos Três Picos	Proteção Integral	Decreto Estadual nº 31.343 de junho de 2002	Estadual
APA da Lagoa do Iriry	Uso Sustentável	Projeto de Lei nº 062/02	Municipal
APA do Arquipélago de Santana	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 1216/1989	Municipal
APA do Sana	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 2172/2001	Municipal
APA Municipal de Macaé de Cima	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 156/1990	Municipal
APA Municipal do Rio Bonito	Uso Sustentável	Decreto Municipal nº 443/1996	Municipal
APA do Morro Santana	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 1463/1993	Municipal
Monumento Natural dos Costões Rochosos	Proteção Integral	Lei Municipal nº054/2000	Municipal
Parque Municipal do Arquipélago de Santana	Proteção Integral	Lei Municipal nº1216/1989	Municipal
Parque Natural Municipal do Estuário do Rio Macaé	Proteção Integral	Lei Municipal nº 3146/2008	Municipal
Parque Natural Municipal da Fazenda de Atalaia	Proteção Integral	Lei Municipal nº 1.59216, de 27/04/1995	Municipal
Parque Municipal dos Pássaros	Proteção Integral	Decreto Municipal nº091/2002	Municipal
Parque Ecológico Municipal Fazenda Atalaia	Proteção Integral	Lei Municipal nº 1596/1995	Municipal
ARIE de Itapebussus	Proteção Integral	Decreto Municipal nº 038/2002	Municipal

Da área total da região hidrográfica, em torno de 30 % estão inseridos em algum tipo de unidade de conservação, seja de uso sustentável (APA) ou de proteção integral (reserva biológica/parque estadual).

A sub-bacia do Baixo Rio Macaé apresenta a maior densidade de drenagem, resultado do elevado número de canais drenagem artificiais.

O mapeamento permitiu a identificação, na RH VIII, de quatro Estações de Tratamento de Água, treze Estações de Captação de Água e cinco Estações de Tratamento de Esgoto, 33,82 km de extensão de aquedutos e 89,32 km de gasoduto. Além disso, a RH-VII possui 226,23 km de linhas de transmissão.

A extensão da infraestrutura viária existente na RH VIII, o número de agrupamentos urbanos rurais, de polos industriais e de geração de energia, bem como a área dos setores censitários urbanos e rurais e dos distritos mapeados, encontram-se expostos entre o Quadro 6.2 ao Quadro 6.8 e, na sequência, a especialização de todos os temas mapeados.

Quadro 6.2: Áreas das classes de cobertura e uso, por sub-bacia

Número da Sub-bacia	1		2		3		4		5		6		7		8		RHHIII		
	Bacia do Rio das Ostras	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Bacia do Rio São João	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Bacia da Lagoa de Imboaceta	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Sub-Bacia do Alto Rio Macaé	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Sub-Bacia do Baixo Rio Macaé	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Sub-Bacia do Rio São Pedro	Área (km²)	Participação na sub-bacia (%)	Participação na RHHIII (%)
Afloramento Rochoso	0,47	0,29%	-	-	-	0,75	0,25%	0,85	0,14%	2,22	0,95%	0,17	0,16%	0,17	0,16%	2,27	0,48%	6,73	0,34%
Agricultura	-	-	-	-	-	0,16	0,05%	1,08	0,47%	1,08	0,47%	-	-	-	-	-	-	1,24	0,06%
Água	0,18	0,11%	-	2,79	3,53%	-	-	0,95	0,41%	2,10	0,85%	-	-	-	-	0,41	0,09%	6,42	0,33%
Áreas úmidas	2,59	1,63%	-	0,92	1,16%	-	-	16,43	2,70%	-	-	-	-	-	-	-	-	19,94	1,01%
Cordeões Arenosos	0,08	0,05%	-	0,07	0,08%	-	-	0,13	0,02%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,01%
Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas	4,75	2,98%	0,12	1,68%	0,76%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,47	0,28%
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	0,14	0,08%	-	0,23	0,29%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,02%
Floresta Ombrófila Densa Alto Montana	-	-	-	-	-	4,34	1,46%	-	-	-	-	1,45	1,33%	-	-	-	-	5,78	0,29%
Floresta Ombrófila Densa Montana	0,09	0,06%	-	-	-	248,94	83,98%	17,75	2,92%	81,71	35,05%	64,57	59,32%	75,88	16,04%	75,88	488,94	24,88%	
Floresta Ombrófila Densa Submontana	14,33	8,99%	-	2,07	2,62%	-	-	74,62	32,01%	90,60	32,01%	7,11	6,53%	101,90	21,55%	101,90	290,63	14,79%	
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas	5,63	3,53%	-	3,18	4,02%	-	-	0,83	0,36%	30,67	0,36%	-	-	10,28	2,17%	10,28	50,59	2,57%	
Floresta Ombrófila e Formações Pioneira Submontana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,00%
Mangue	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	0,05%
Ocupação Urbana de Alta Densidade	-	-	-	0,22	0,28%	-	-	7,26	1,19%	-	-	-	-	-	-	-	-	7,48	0,38%
Ocupação Urbana de Média Densidade	19,05	11,96%	7,26	98,32%	14,68%	5,13	1,73%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	0,15%	60,97	3,10%
Pastagem	103,06	64,67%	-	50,03	63,31%	37,13	12,52%	69,10	29,64%	348,08	57,25%	35,56	32,66%	229,55	48,54%	229,55	872,49	44,40%	
Pastagem em Várzea	7,84	4,92%	-	0,54	0,69%	-	-	2,62	1,12%	73,52	12,09%	-	-	51,90	10,97%	51,90	136,42	6,94%	
Reflorestamento	0,59	0,37%	-	-	-	-	-	-	-	2,02	0,33%	-	-	-	-	-	2,60	0,13%	
Restinga	0,58	0,36%	-	6,78	8,58%	-	-	-	-	0,31	0,05%	-	-	-	-	-	7,67	0,39%	
Área total da sub-bacia	159,36	100,00%	7,38	100,00%	79,02	296,44	100,00%	233,13	100,00%	608,01	100,00%	108,86	100,00%	472,94	100,00%	1965,14	100,00%	100,00%	

Quadro 6.3: Infraestrutura viária na RH VIII

Nº	Infraestrutura Viária	Comp. Total (km)	Sub-bacias - Comprimento (km)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Arruamento	1254,13	340,02	116,23	102,79	113,93	47,73	421,94	20,17	91,32
2	Caminho		-	-	-	-	-	-	-	-
3	Caminho (Trilha)	130,13	-	-	-	78,29	16,75	19,66	5,13	10,30
4	Rodovia	305,83	39,98	5,81	29,43	15,89	26,63	162,25	-	25,84
5	Rodovia Não Pavimentada	1363,03	120,28	1,11	50,00	124,84	211,02	429,30	82,85	343,63
Comprimento Total por Bacia:		3053,12	500,28	123,15	182,22	332,95	302,13	1033,15	108,15	471,09
Observação: As Rodovias integrantes da bacia são: RJ-162, RJ-116, RJ-142, RJ-106, BR-101, BR-116.										
	Rodovia Estadual	60,14	0,16	-	-	2,03	9,27	30,78	-	17,90
	Rodovia Federal	9,67	0,77	-	-	1,68	0,32	6,45	-	0,45
Comprimento Total por Bacia:		69,81	0,93	-	-	3,71	9,59	37,23	-	18,35

Sub-bacia do rio das Ostras (1); Sub-bacia do rio São João (2); Bacia da Lagoa de Imboacica (3); Sub-bacia do Alto Rio Macaé (4); Sub-bacia do Médio Rio Macaé (5); Sub-bacia do Baixo Rio Macaé (6); Sub-bacia do Rio Sana (7) e Sub-bacia do Rio São Pedro (8).

Quadro 6.4: Agrupamentos urbanos na RH VIII

Nº	Sede, Localidade e Povoado	Quant. Total	Sub-bacias - Quantidades							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Sedes Municipais	2	1	-	-	-	-	1	-	-
2	Localidade	71	3	-	-	68	-	-	-	-
3	Povoado	35	-	-	-	1	3	4	1	26
4	Vilas	40	-	-	-	18	3	-	-	19
Quantidade Total por Bacia:			4	-	-	87	6	5	1	45

Sub-bacia do rio das Ostras (1); Sub-bacia do rio São João (2); Bacia da Lagoa de Imboacica (3); Sub-bacia do Alto Rio Macaé (4); Sub-bacia do Médio Rio Macaé (5); Sub-bacia do Baixo Rio Macaé (6); Sub-bacia do Rio Sana (7) e Sub-bacia do Rio São Pedro (8).

Quadro 6.5: Agrupamentos rurais isolados na RH VIII

Nº	Agrupamentos Rurais Isolados	Quant. Total	Sub-bacias - Quantidades							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Agrupamentos Rurais Isolados	624	1	-	-	261	171	56	103	32

Quadro 6.6: Polos industriais e de geração de energia na RH VIII

Nº	Usina e Refinaria	Quant. Total	Sub-bacias - Quantidades							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Refinaria	2	-	-	1	-	-	1	-	-
2	Usina	6	-	-	-	-	-	4	-	2
3	Indústria	36	-	-	6	-	-	30	-	-
Quantidade Total por Bacia:			44	-	-	7	-	-	35	2

Sub-bacia do rio das Ostras (1); Sub-bacia do rio São João (2); Bacia da Lagoa de Imboacica (3); Sub-bacia do Alto Rio Macaé (4); Sub-bacia do Médio Rio Macaé (5); Sub-bacia do Baixo Rio Macaé (6); Sub-bacia do Rio Sana (7) e Sub-bacia do Rio São Pedro (8).

Quadro 6.7: Setores censitários na RH VIII (IBGE 2010)

Nº	Setores Urbanos e Rurais	Área Total (km ²)	Sub-bacias - Área (km ²)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Setores Rurais	1715,86	136,11	0,12	49,92	292,47	223,08	457,17	93,82	463,17
2	Setores Urbanos	249,08	23,21	7,26	29,07	3,96	10,05	150,72	15,03	9,78

Sub-bacia do rio das Ostras (1); Sub-bacia do rio São João (2); Bacia da Lagoa de Imboacica (3); Sub-bacia do Alto Rio Macaé (4); Sub-bacia do Médio Rio Macaé (5); Sub-bacia do Baixo Rio Macaé (6); Sub-bacia do Rio Sana (7) e Sub-bacia do Rio São Pedro (8).

Quadro 6.8: Distritos na RH VIII

Nº	Município	Área Total dos Municípios (km ²)	Distritos	Sub-bacias - Área (km ²)								Área Total dos Distritos (km ²)
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Carapebus	308,03	Carapebus	-	-	-	-	-	25,36	-	-	25,36
2	Casimiro de Abreu	464,13	Barra de São João	-	-	-	-	-	-	-	5,56	5,56
3			Casimiro de Abreu	-	-	-	-	64,33	-	-	-	64,33
4			Professor Souza	-	-	-	-	17,99	5,83	-	-	23,82
5			Rio Dourado	-	-	-	-	-	6,21	-	9,90	16,11
6	Conceição de Macabu	338,25	Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-	-	71,93	71,93
			Macabuzinho	-	-	-	-	-	0,72	-	0,30	1,02
7	Macaé	1218,58	Cachoeiros de Macaé	-	-	-	-	67,15	131,79	1,28	4,56	204,78
8			Córrego do Ouro	-	-	0,08	-	-	158,74	-	80,35	239,17
9			Frade	-	-	-	-	-	-	1,59	109,48	111,07
10			Glicério	-	-	-	-	-	0,84	-	148,26	149,1
11			Macaé	-	-	28,05	-	-	251,41	-	50,24	329,7
12			Sana	-	-	-	0,12	42,91	-	105,90	8,28	157,21
13	Nova Friburgo	934,15	Lumiar	-	-	-	176,61	40,75	-	0,08	-	217,44
14			Muri	-	-	-	94,55	-	-	-	-	94,55
15			São Pedro da Serra	-	-	-	25,16	-	-	-	-	25,16
16	Rio das Ostras	229,79	Rio das Ostras	-	7,38	50,89	-	-	27,12	-	143,45	228,84

Sub-bacia do rio das Ostras (1); Sub-bacia do rio São João (2); Bacia da Lagoa de Imboacica (3); Sub-bacia do Alto Rio Macaé (4); Sub-bacia do Médio Rio Macaé (5); Sub-bacia do Baixo Rio Macaé (6); Sub-bacia do Rio Sana (7) e Sub-bacia do Rio São Pedro (8).

Figura 6.2 Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Uso do Solo e Cobertura Vegetal

- Alfombramento Rochoso
- Agricultura
- Cordões Arenosos
- Floresta Estacional Semidecidual Submontana
- Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas
- Floresta Ombrófila Densa Alto Montana
- Floresta Ombrófila Densa Montana
- Floresta Ombrófila Densa Submontana
- Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas
- Floresta Ombrófila e Formações Pioneiras Submontana
- Mangue
- Ocupação Urbana de Alta Densidade
- Ocupação Urbana de Média Densidade
- Pastagem
- Pastagem em Várzea
- Reflorestamento
- Restinga
- Áreas úmidas

Referências Cartográficas:

- Limites das bacias e Sub-Bacias: delimitado de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica alimétrica na escala 1:25.000 - 2012; Informacionais (BGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFRS/GEPEA, 2012;
 - Hidrografia: Ortofoto Digital (BGE/SEA, 2005/2006, escala 1:25.000 - dados informativos de digitalização pelo INEAD/INFRS/GEPEA, 2012;
 - Relevo: MDT gerado a partir da base alimétrica - escala 1:25.000 (BGE/SEA - disponibilizado pelo INEAD/INFRS/GEPEA, 2010);
 - Sub-Bacias: delimitado a partir do modelo digital de elevação (BGE/SEA, 2010);
 - Uso do solo e Cobertura do Vegetal: escala 1:100.000 - COPRETEC, 2007 e Vegetação Potencial Estado do Ambiente (GEPEA - escala 1:100.000, (2011)).

Fonte de Consulta: - Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal (Veloso, 1981).

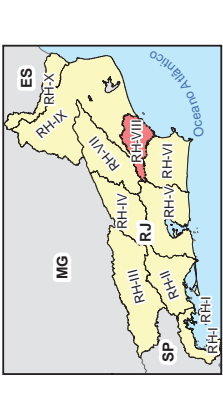
Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

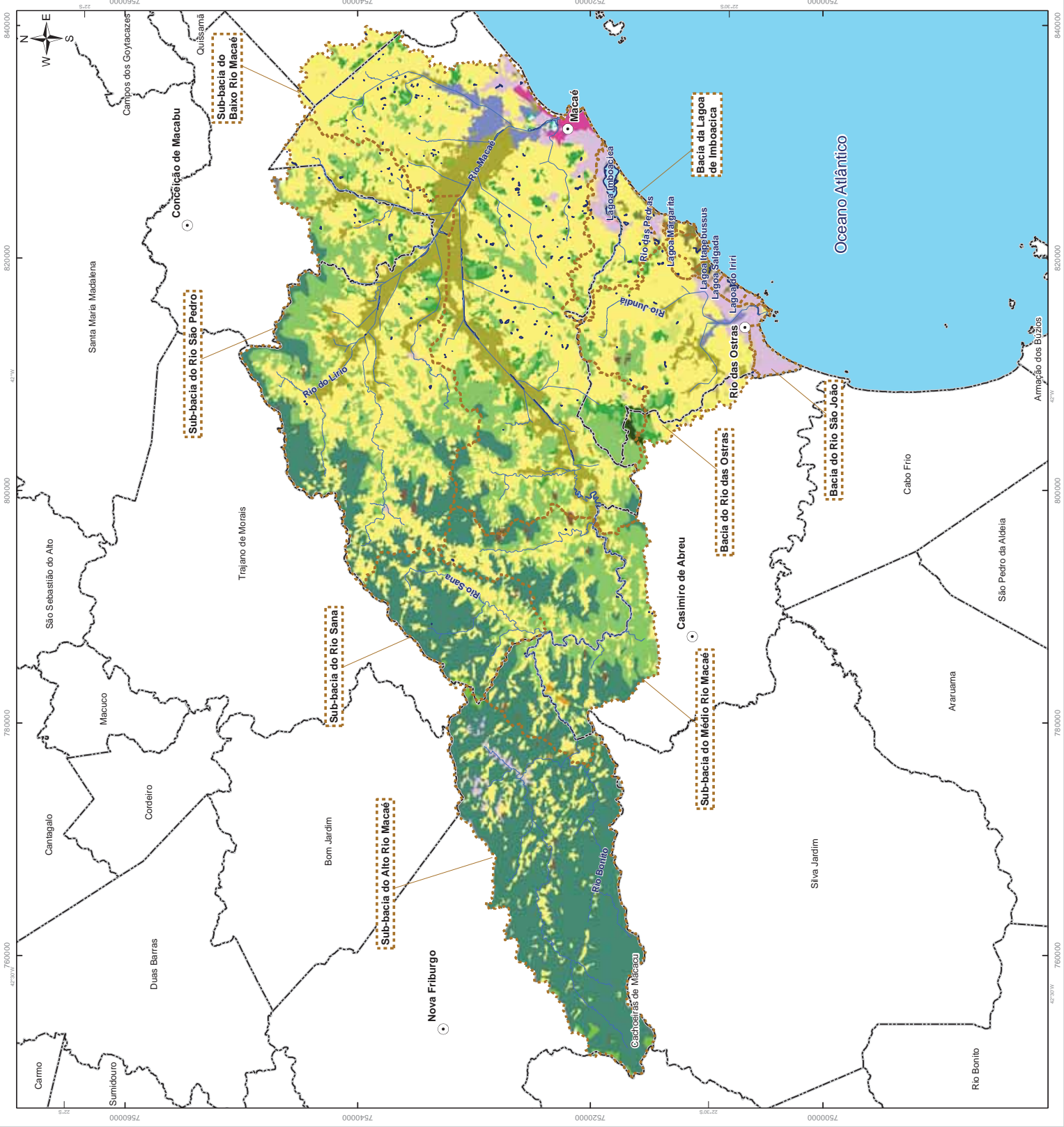


Figura 6.3: Mapa das APPs de Hidrografia da RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Faixa Marginal de Proteção do Cursos D'Água
 - 30m
 - 50m
 - 100m
 - Área de Preservação Permanente de Rios até 10m
 - Área de Preservação Permanente de Rios de 10m a 50m
 - Área de Preservação Permanente de Rios de 50m a 200m
 - Área de Preservação Permanente de Lagos e Lagoas
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

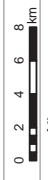
- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPFA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala: 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPFA, 2012;
- Limites Municipais: escala: 1:50.000, Fundação CEPERJ, 2012;
- Sistema de Referência Geográfica: IBGE (2010);
- APP: Conselho Macaé Ostras, 2012.

Fonte de Consulta:

- Áreas de preservação permanente delimitada em conformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ OSTRAS

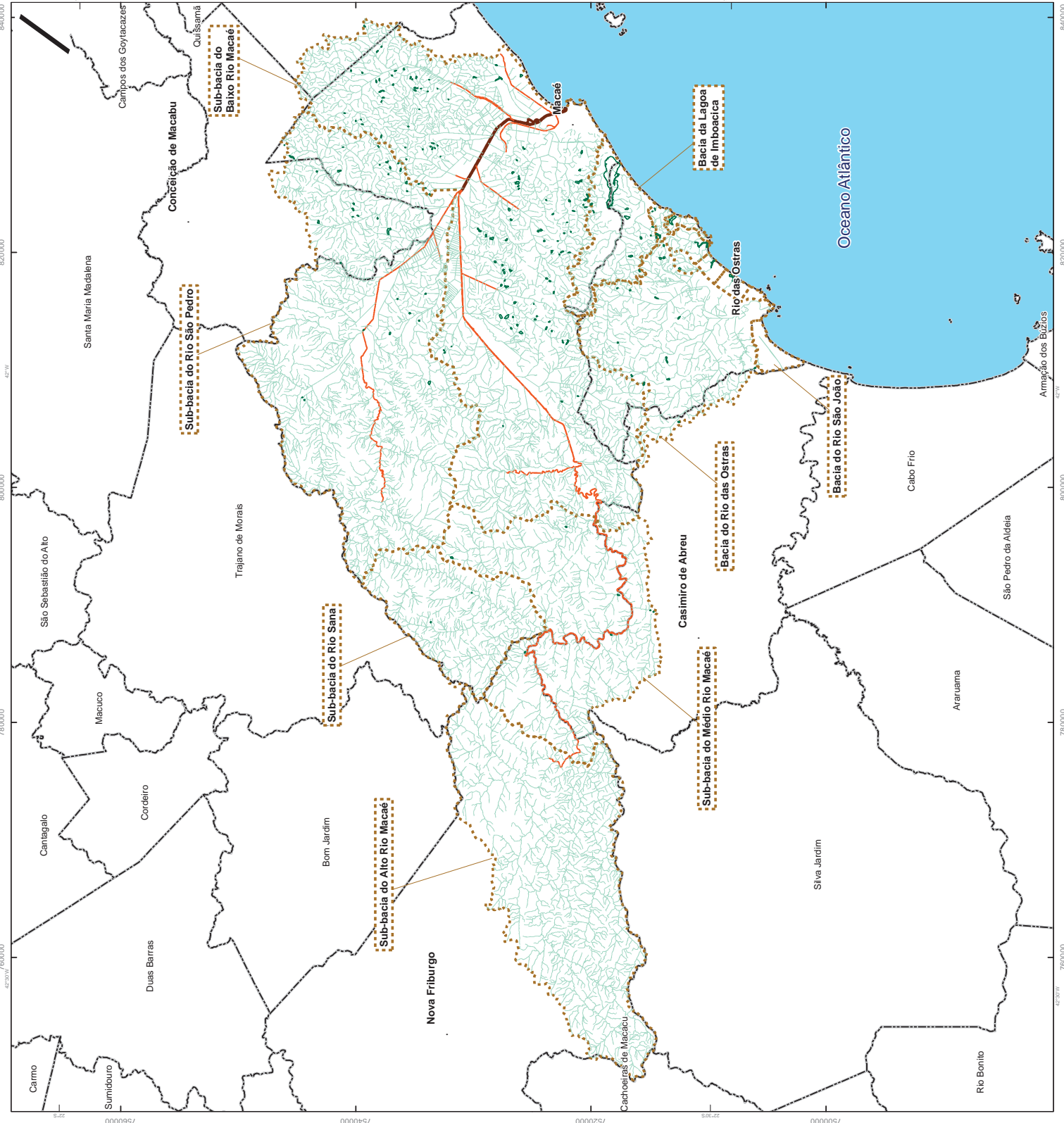


Figura 6.4 Mapa das APPs de Nascentes da RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
 - 50m - Área de Preservação Permanente das Nascentes

***Nota:**

- São consideradas nascentes o início dos cursos d'água.

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir de carta cartográfica de escala 1:250.000, dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEP/RJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- APP: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Fonte de Consulta:

- Áreas de preservação permanente delimitada em conformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012.

Escola numérica em A3: 1:320.000

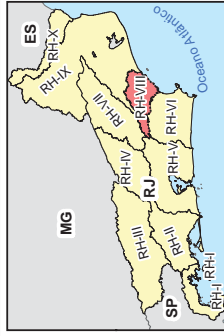
Escola Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ/OSTRAS

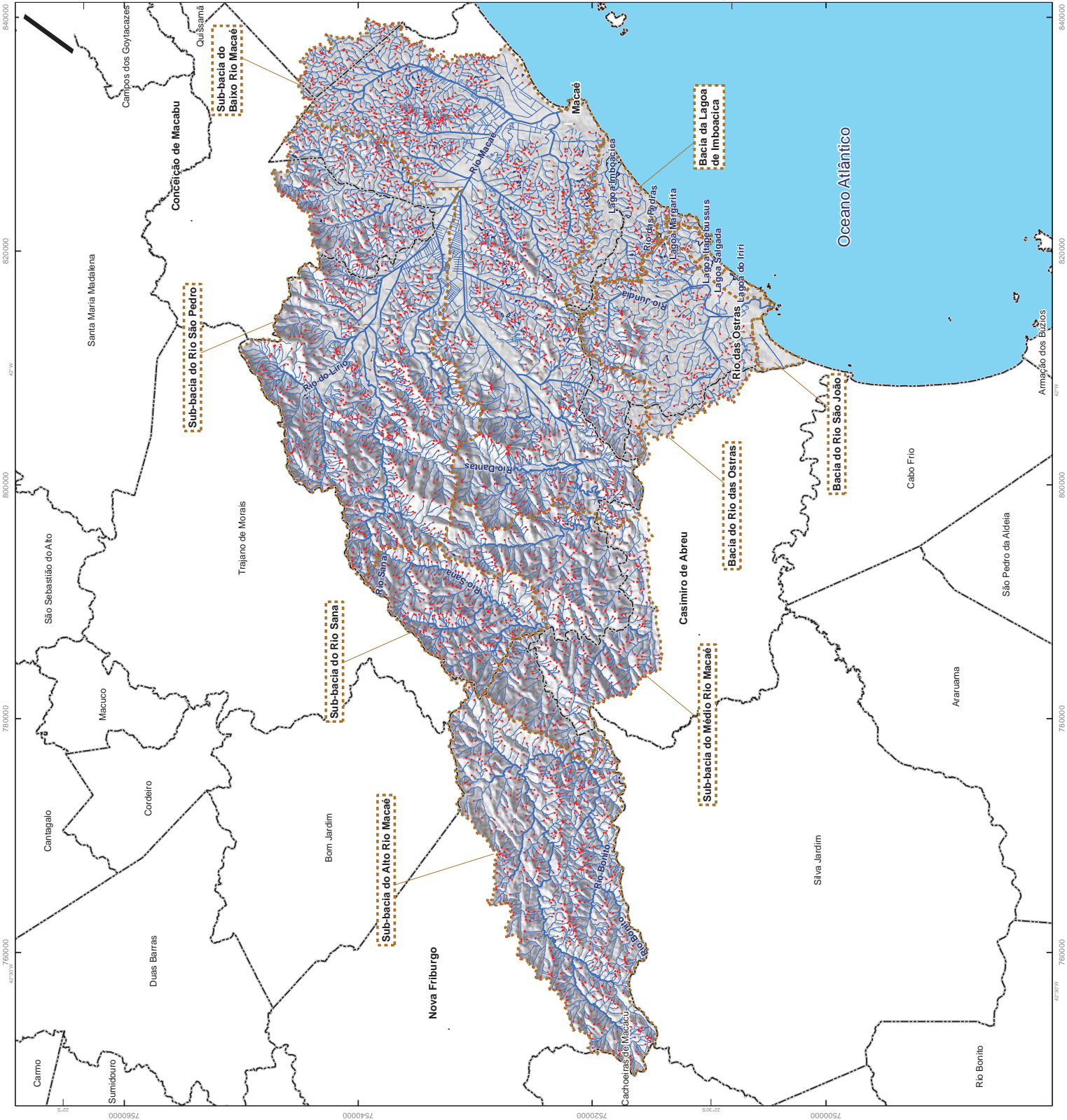


Figura 6.5 Mapa das APPs de Altitude e Declividade na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
 - Área de Preservação Permanente de Altitude acima de 1800m
 - Área de Preservação Permanente de declividade acima de 45°

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA - 2005/2006 - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPA, 2012);
- Hidrografia: Ortofotomontagens (IBGE/SEA - 2005/2006, escala: 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPA, 2012);
- Rios: IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários; escala: 1:25.000;
- Limites Municipais: escala: 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala: 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Altimetria: Gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:50.000 (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPA, 2012;
- APP: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Fonte de Consulta:

- Áreas de preservação permanente delimitada em conformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE AGRICULTURA FAMILIAR NA ZONA URBANA

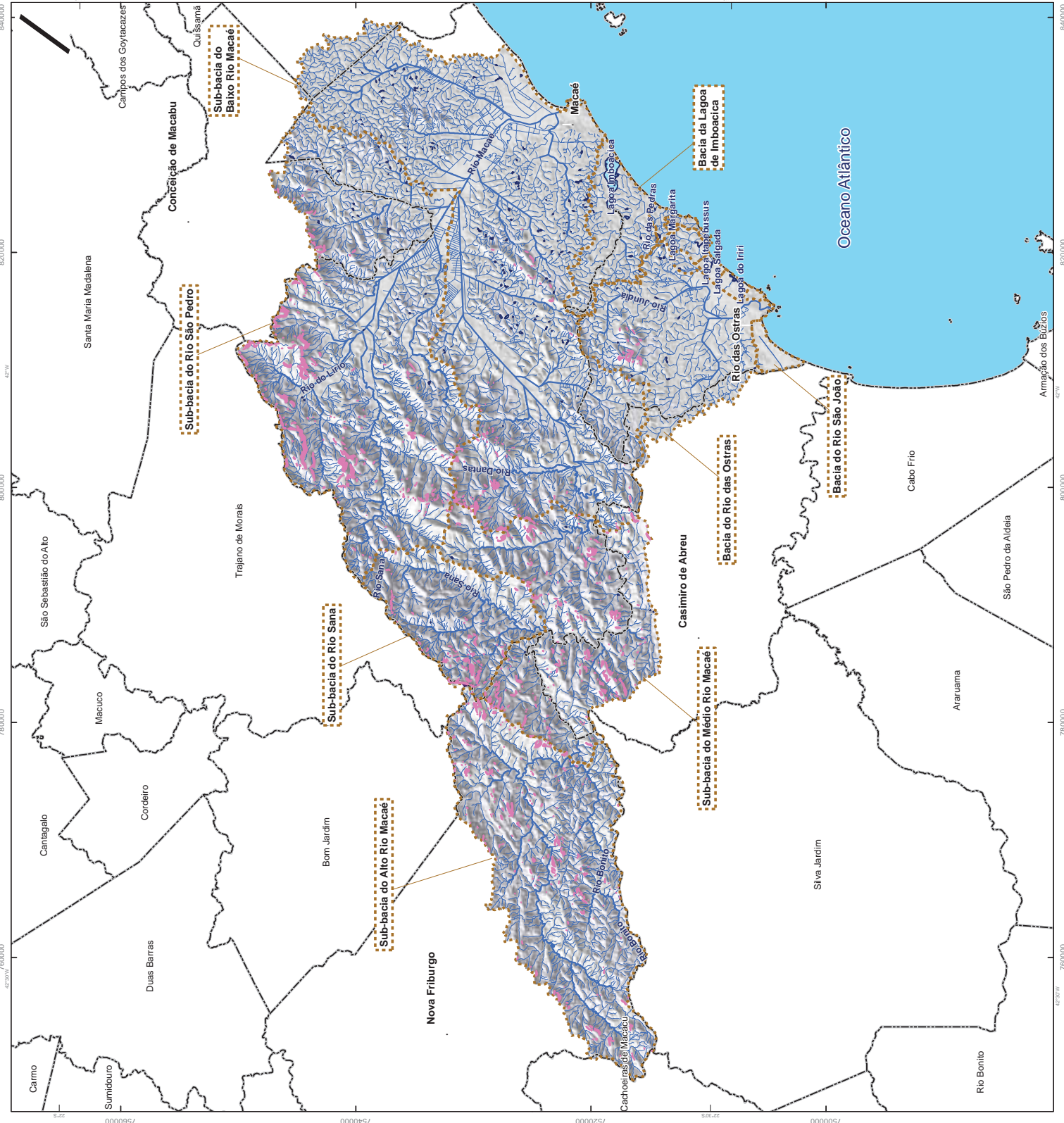



Figura 6.6 Mapa das APPs de Topo de Morro na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
 - Áreas de Preservação Permanente de Topo de Morro

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:30.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- APP: Conselho Macaé Ostras, 2012.

Fonte de Consulta:

- Áreas de preservação permanente delimitada em conformidade com a Lei Federal nº 12.651/2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

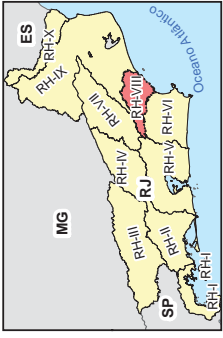
Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE BACIAS HIDRÓLOGICAS EM REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ/OSTRAS

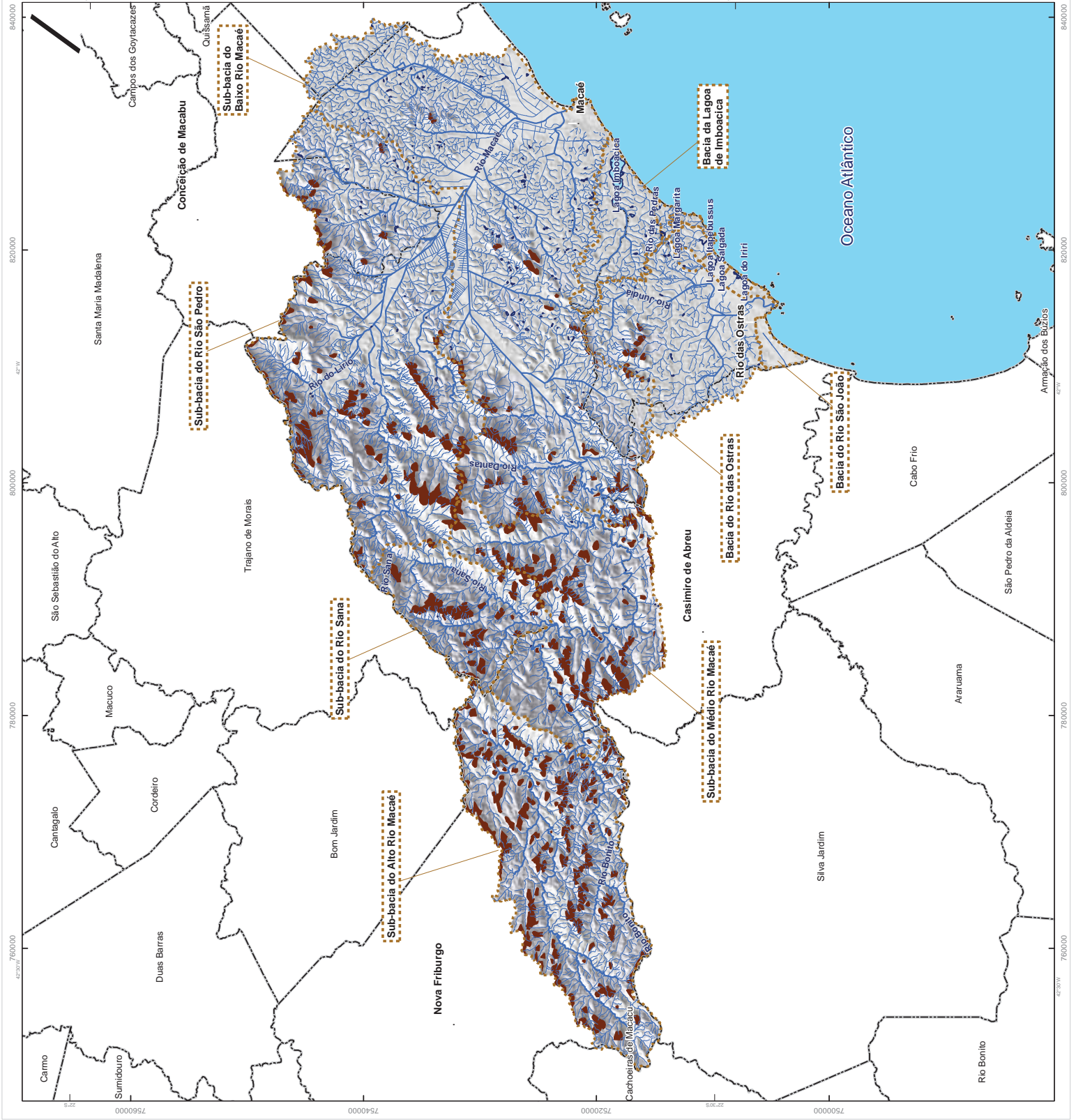


Figura 6.8 Mapa de Hidrografia por Tipo de Drenagem na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia**
 - TIPO**
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica administrativa escala 1:250.000, 2012; intermédias (IBGE/SEA) - disponibilizada pelo INE/DIRFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INE/DIRFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:250.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Relevo: SRTM, NASA, 2000;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:2.500.000 IBGE, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E BARRAS

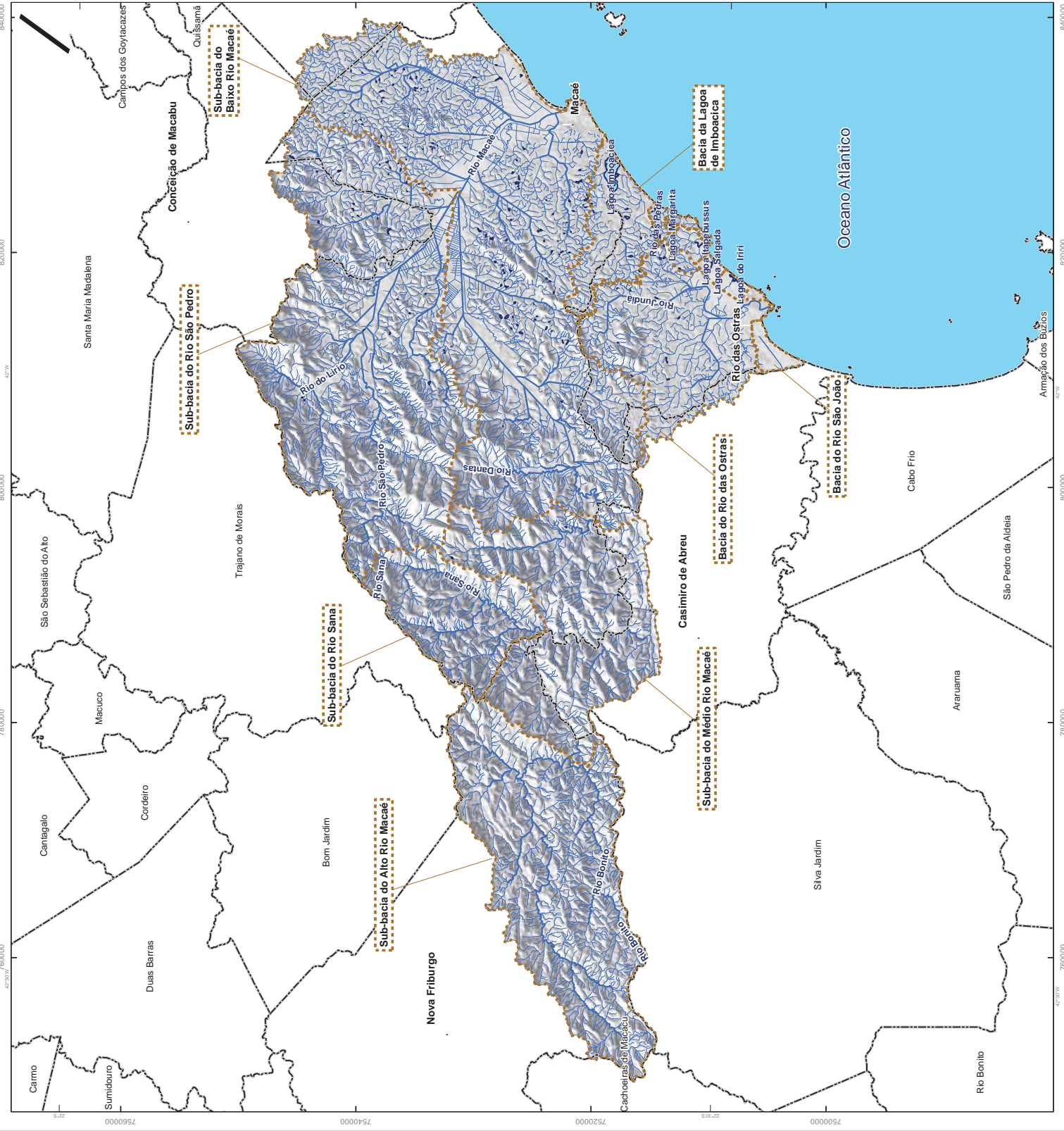


Figura 6.9 Mapa de Hidrografia por Ordem de Drenagem na RH VIII

Legenda

Sede dos Municípios

Hidrografia

ORDEM

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Corpo Hidrico

Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas

Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012);

- Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012);

- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);

- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;

- Sede: escala 1:50.000/IBGE - 2010;

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:

0 2 4 6 8 km

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator

Meridiano Central: -45

Fuso: Z: -2055206 - dados intermediários;

Data: SIRGAS 2000



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E BARRAS

inea

Comunidade Técnica de Estudos

Agência de Planejamento e Desenvolvimento Urbano

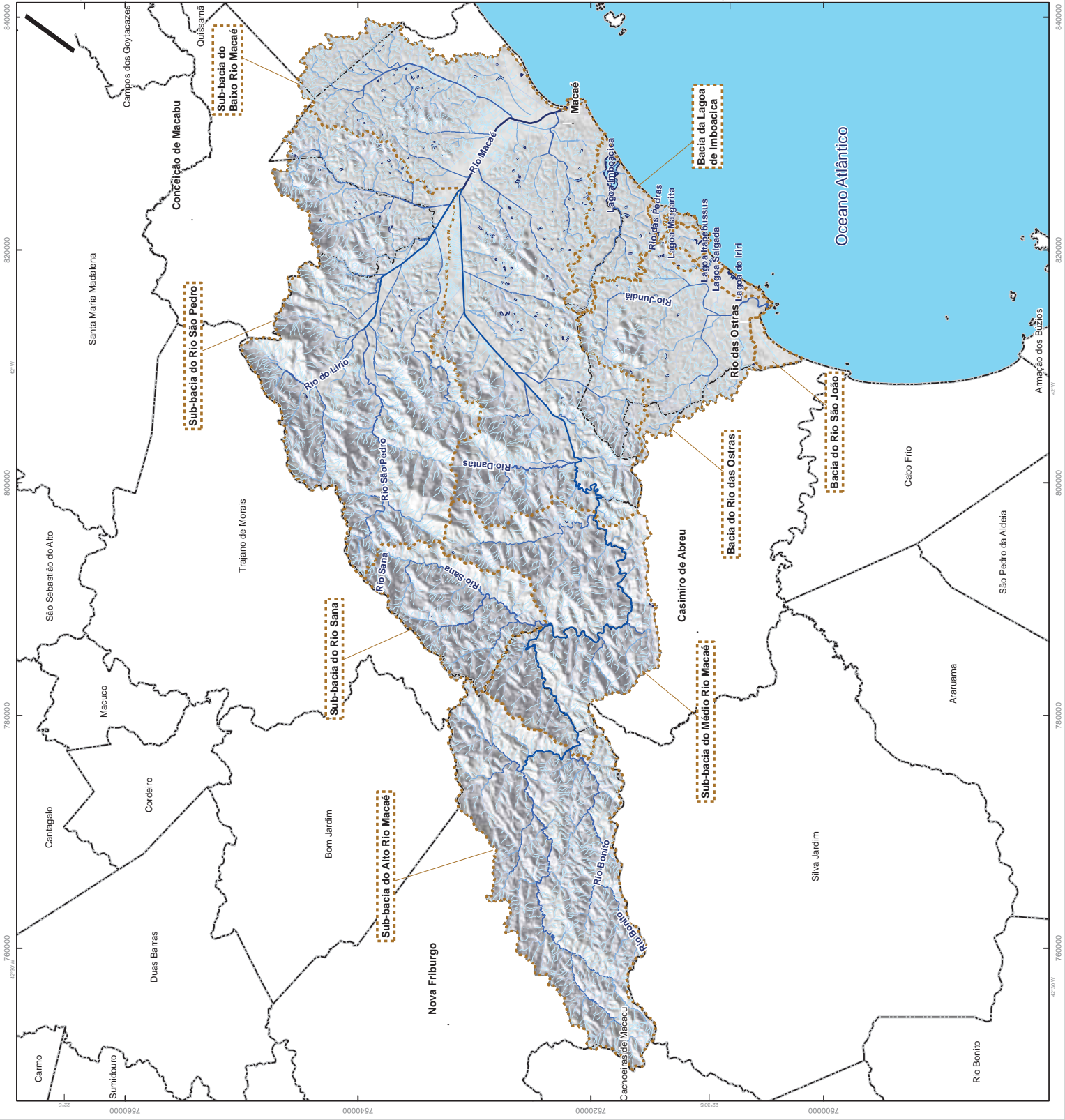


Figura 6.10 Mapa das Áreas de Extração Mineral na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Requerimentos Minerais DNPM - Substância,
 - Ateia
 - Atgila
 - Caulim
 - Gnaíse
 - Granito
 - Minério de Ouro
 - Sabro
 - Turfa
 - Água Mineral

Fases de Concessão

- 1- Autorização de Pesquisa
- 2- Concessão de Lavra
- 3- Disponibilidade
- 4- Licenciamento
- 5- Requerimento de Lavra
- 6- Requerimento de Licenciamento
- 7- Requerimento de Pesquisa

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitadas de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir de dados cartográficos a partir de dados de altimetria (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIM/FIS/GEOPEA, 2012;
 - Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006; escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIM/FIS/GEOPEA, 2012);
 - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Sedes: escala 1:2.500.000 IBGE, 2010;
 - Áreas de Mineração: SIGMINE - DNPM - 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

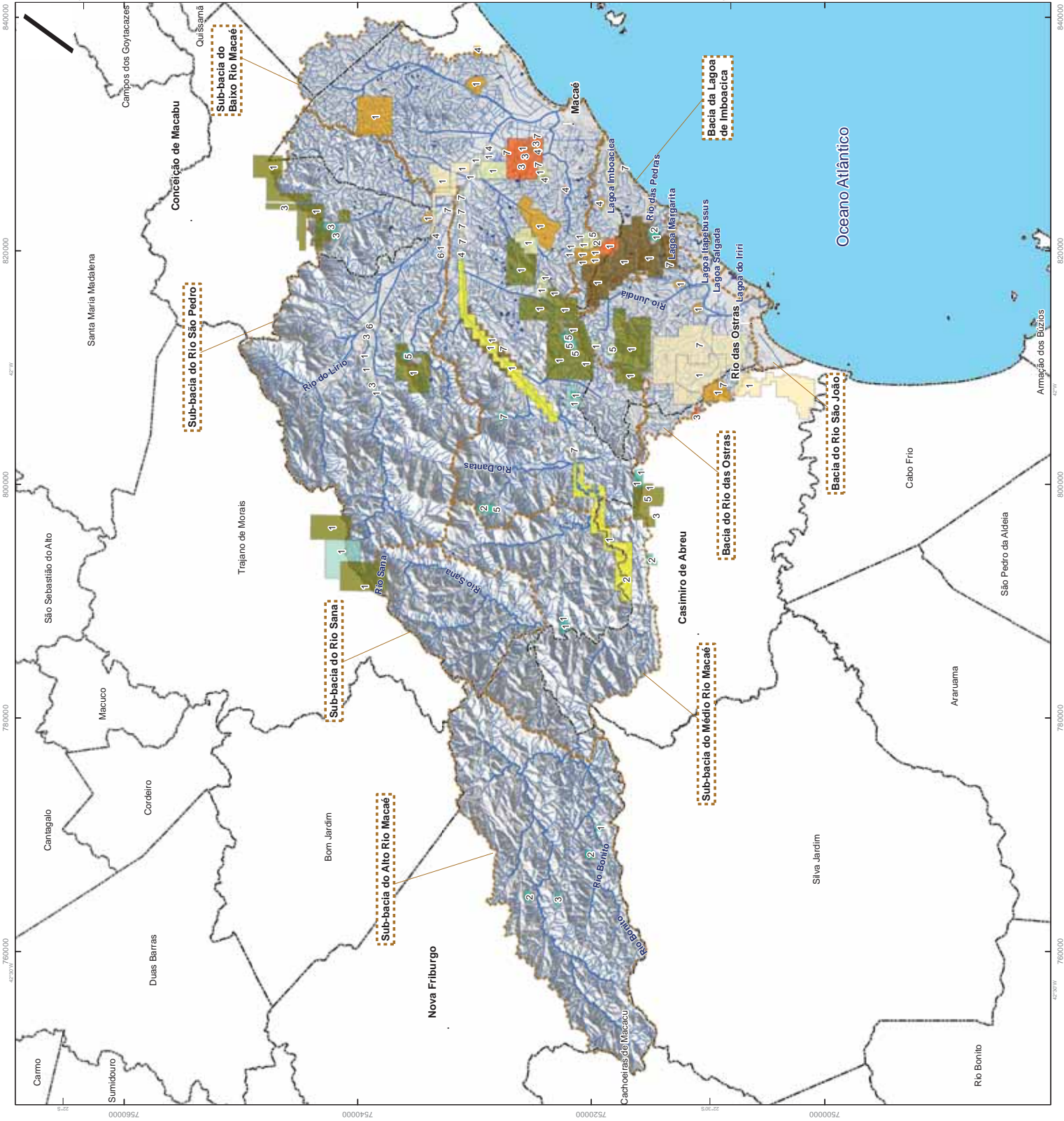


Figura 6.11 Mapa das Estações de Captação de Água na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Estação de Captação de Água
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012; Raster de Posição Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012; Raster de Posição Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Estação de Captação de Água: CEDAE e INEA.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



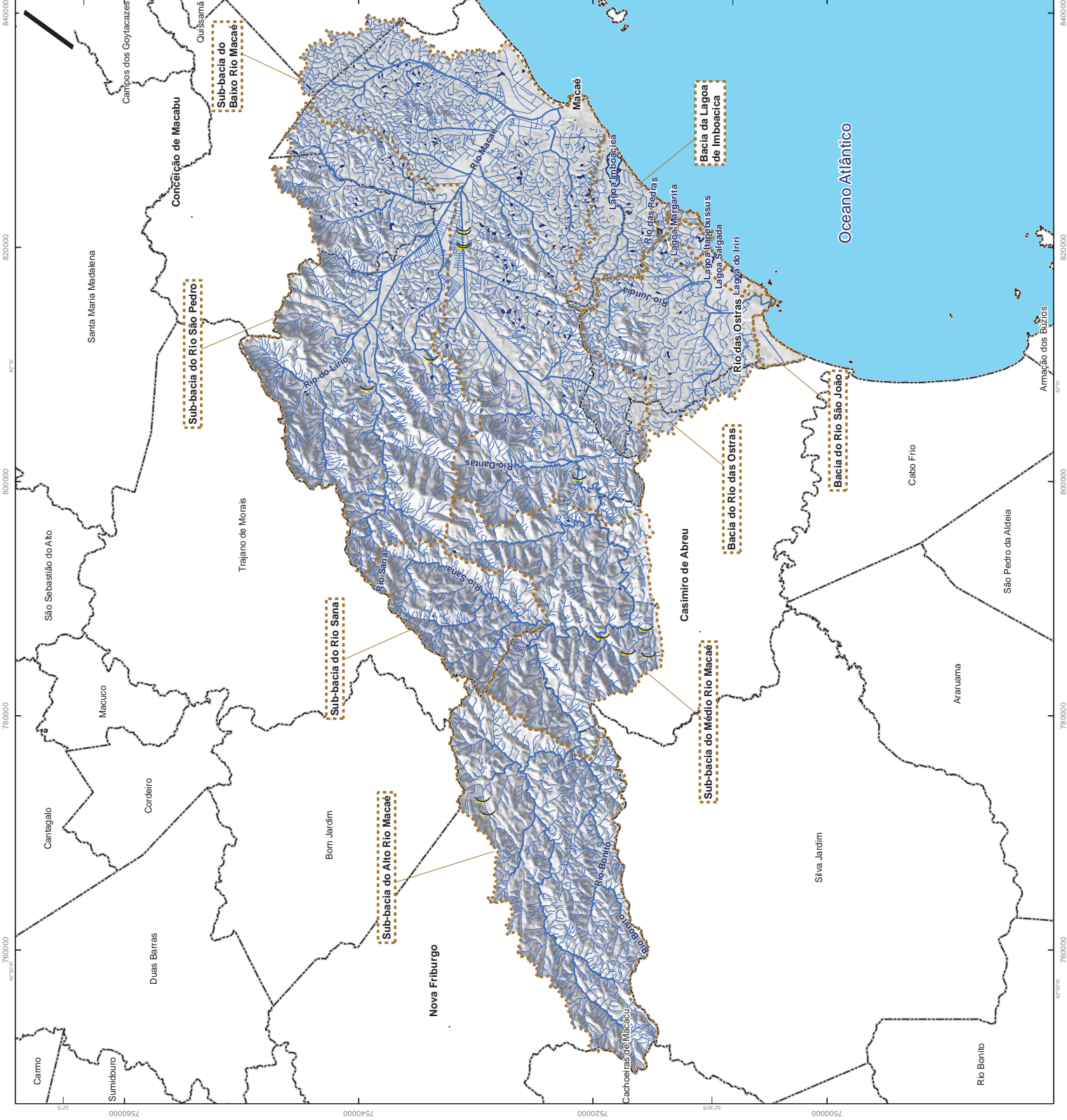
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: -45
Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



840000 820000 800000 780000 760000 7560000 7540000 7520000 7500000 22°38'N 22°36'N 22°34'N

Figura 6.12 Mapa das Estações de Tratamento de Água na RH VIII


- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Estação de Tratamento de Água
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/IMS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/IMS/GEOPEA, 2012; - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA, 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Estação de Tratamento de Água: CEDAE e INEA.

Escala numérica em A3: 1:320.000

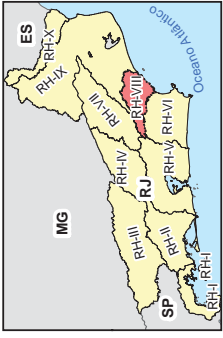
Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE MELHORIA DE BARRAGENS DE REGULAÇÃO HIDROLÓGICA NA ZONA DE BARRAGENS

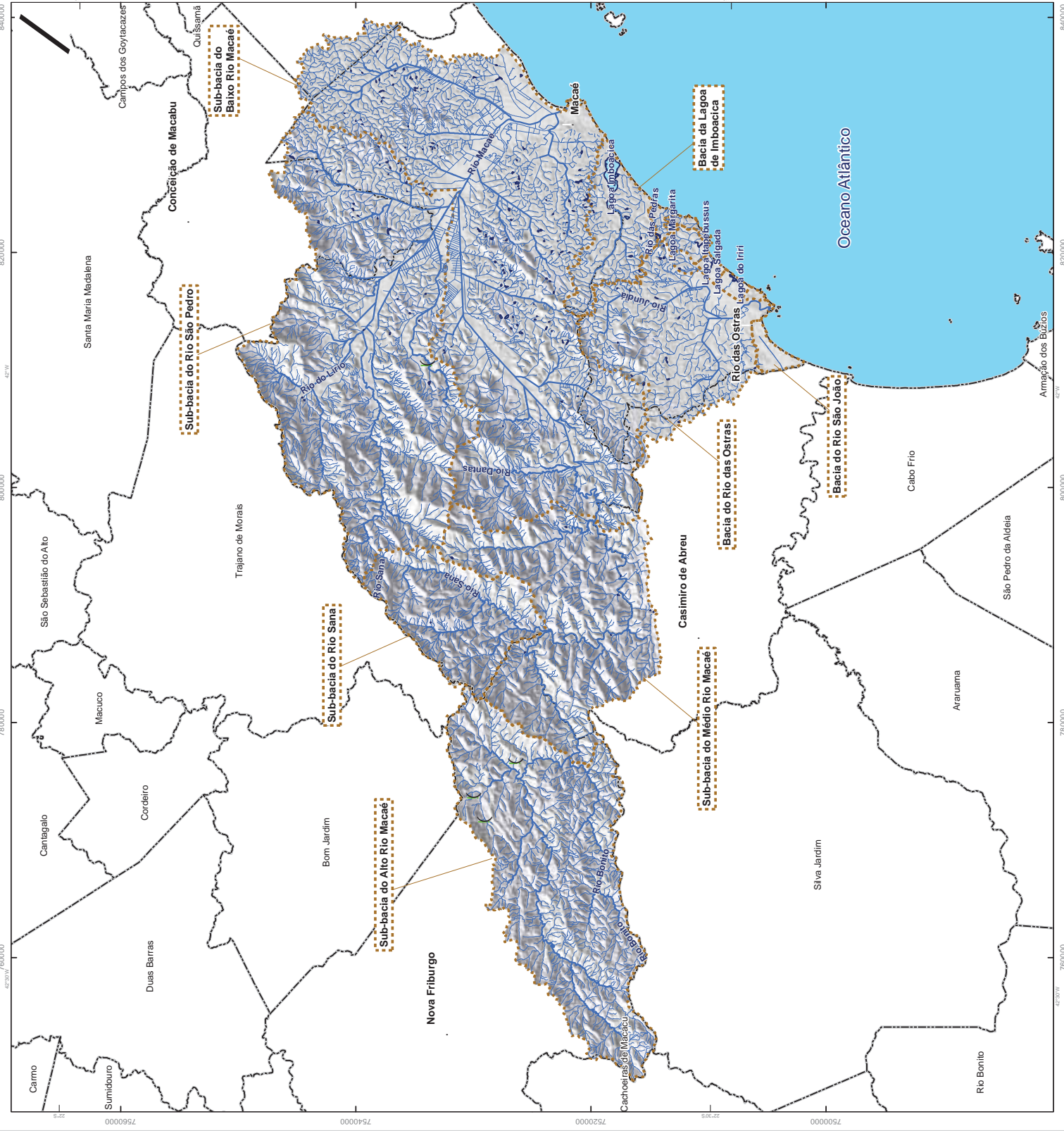



Figura 6.13 Mapa das Estações de Tratamento de Esgoto na RH VIII

Legenda

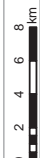
- Sede dos Municípios
- Estação de Tratamento de Esgoto
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPEA, 2012;
 - Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPEA, 2012);
 - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA, 2005/2006 - dados intermediários);
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação COPERJ, 2010;
 - Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
 - Estação de Tratamento de Esgoto: CEDAE e INEA.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E SUAS OBRAS

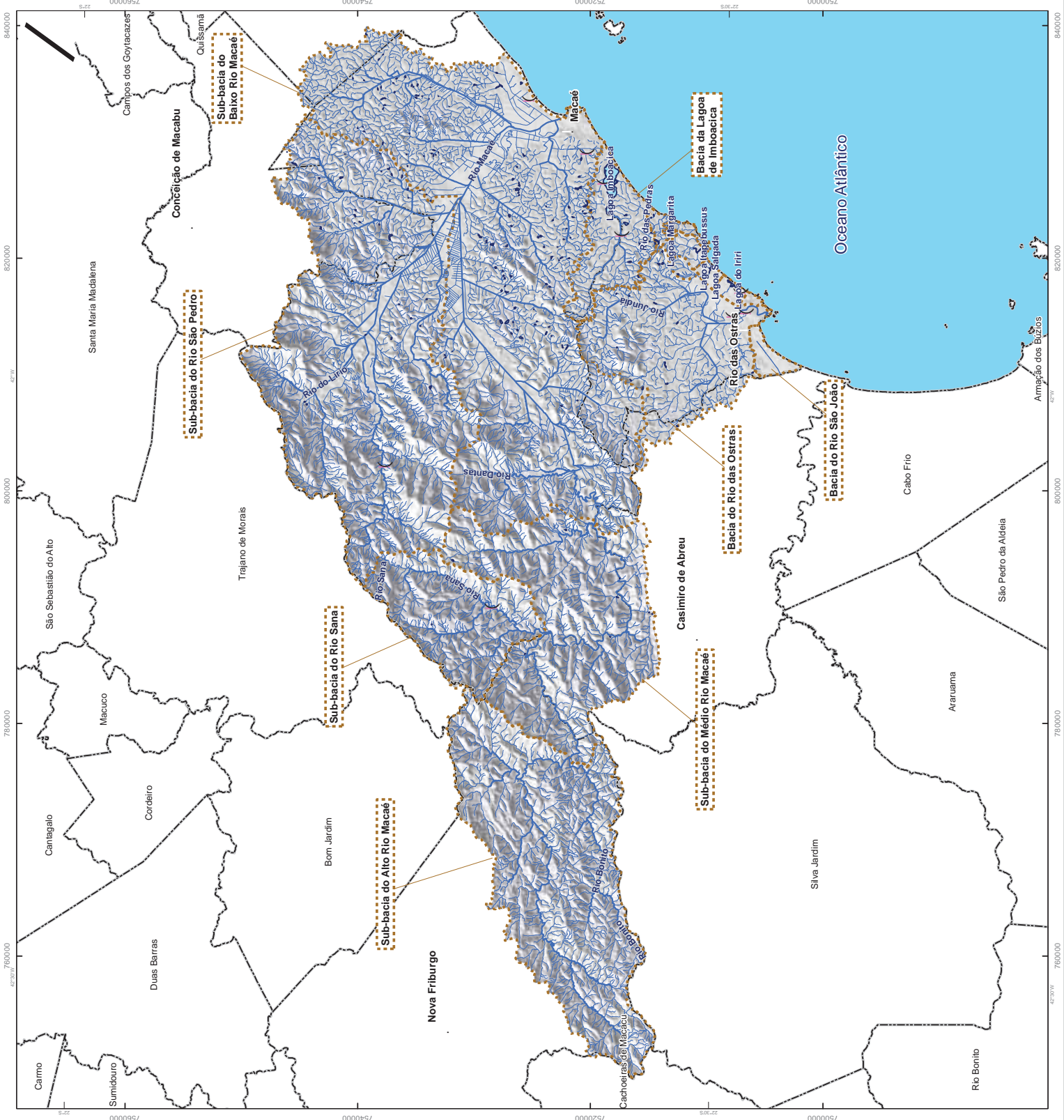


Figura 6.15 Mapa das Linhas de Transmissão de Energia na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Linha de Transmissão de Energia
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEN) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, Hidr; Hidr; Hidr;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:35.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Relieve: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000; (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Linha de Transmissão de Energia: IBGE/SEA - escala: 1:25.000.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE REGIÃO INTERMUNICIPAL MACAÉ E SUB-BASINS

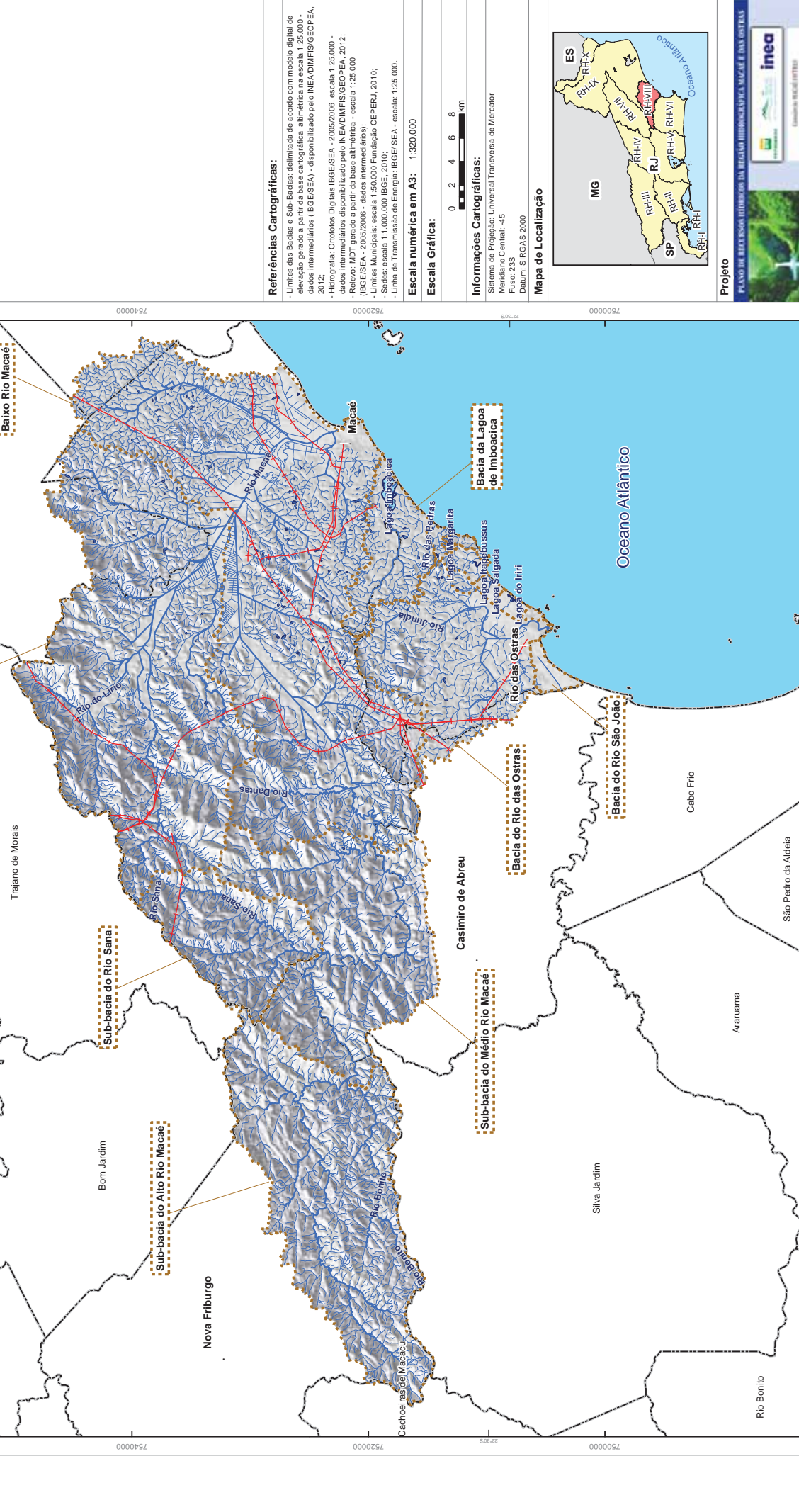


Figura 6.16 Mapa da Infraestrutura Viária na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Sistema de Transporte Ferroviário
 - Sistema de Transporte Rodoviário**
 - Rodovia
 - Rodovia Não Pavimentada
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPFA, 2012;
- Hidrografia: Orlatores Digitais IBGE/SEA - 20/05/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPFA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 20/05/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPEX, 2010;
- Sedes: escala 1:100.000 IBGE, 2010;
- Limites: escala 1:25.000 IBGE/SEA - DER;
- Sistema de Transporte Ferroviário: escala 1:50.000 restituição orfotótipo IBGE/SEA.

Escala numérica em A3: 1:320.000



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

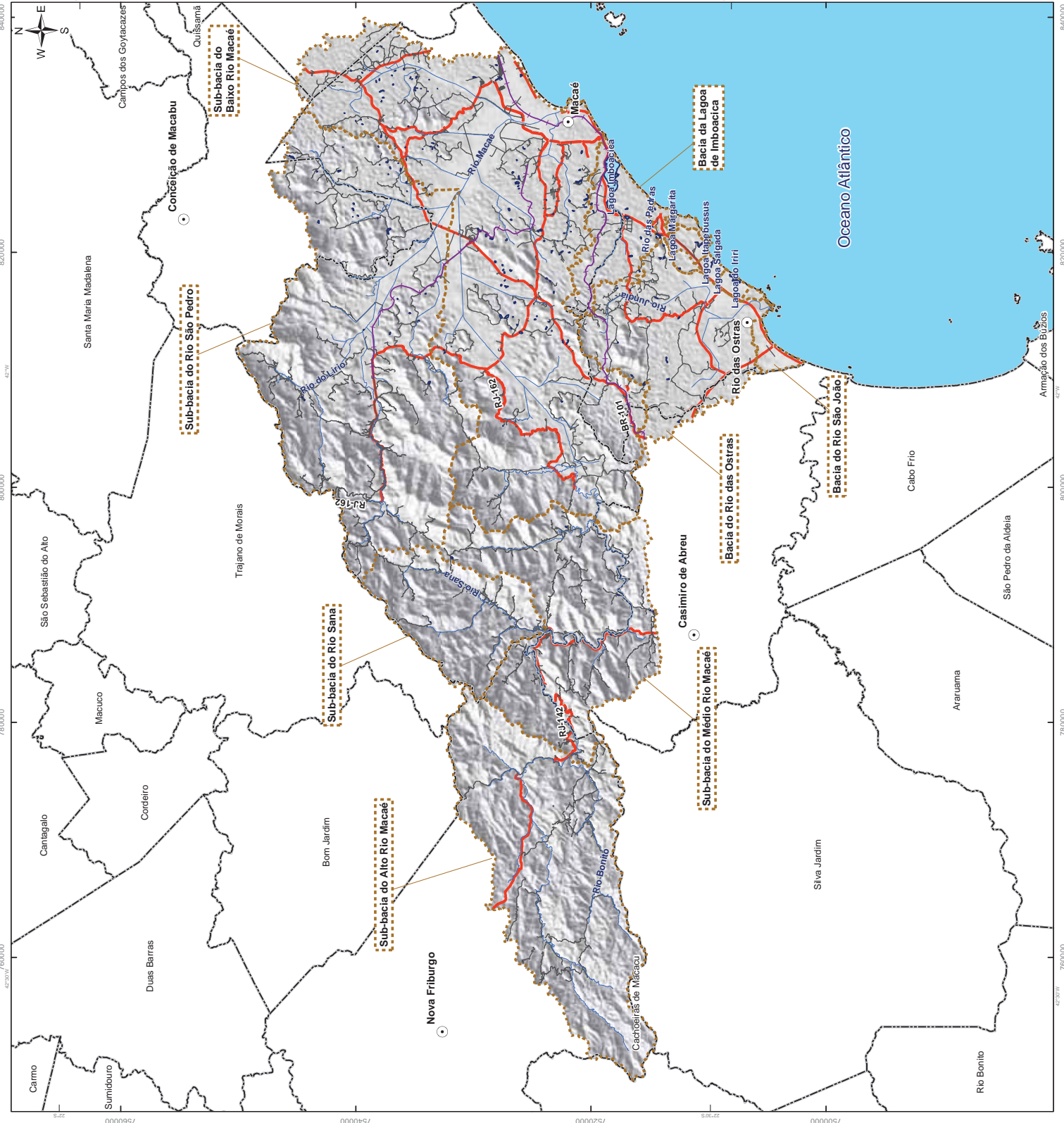


Figura 6.18 Mapa de Polos Industriais e de Geração de Energia na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Indústria
- Refinaria
- Usina
- Hidrografia Principal
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados inermédias (IBGE/SEA - disponibilizado pelo INEA/ADMIS/GEOPA, 2012);
- Hidrografia, Orientações Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados inermédias) (IBGE/SEA - disponibilizado pelo INEA/ADMIS/GEOPA, 2012);
- Relévo: MDT gerado a partir da base altimétrica (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados inermédias); (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados inermédias); escala 1:25.000
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Pop. Industriais e Usinas: IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000.

Escala numérica em A3: 1:320.000

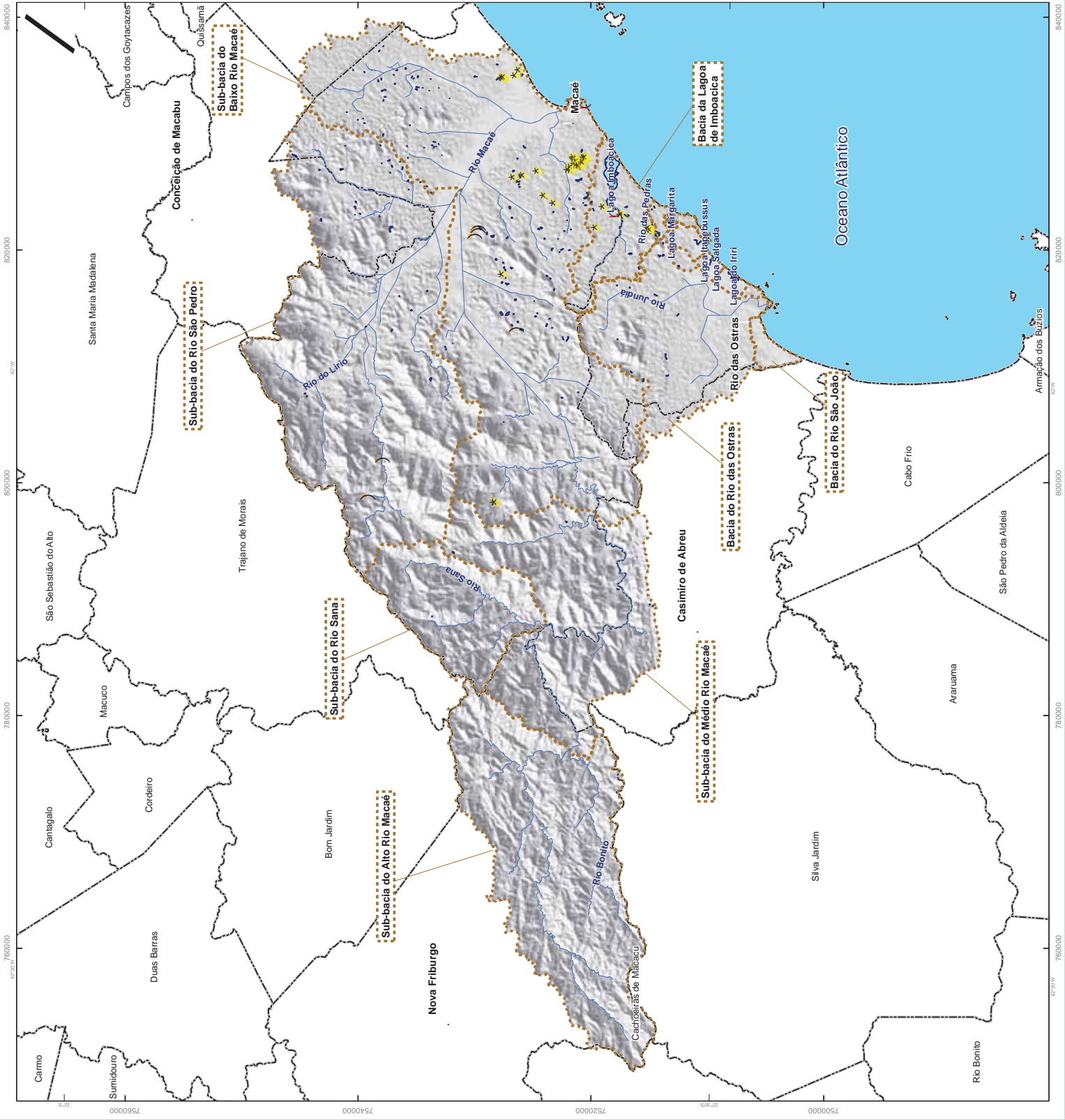
Escala Gráfica:

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

Projeto



7 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

7 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

No prosseguimento deste capítulo estão abordados os aspectos quanti-qualitativos dos recursos hídricos superficiais, a partir da avaliação da disponibilidade hídrica da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RH VIII, com o apoio de modelo hidrológico chuva-vazão, e dos aspectos de qualidade das águas, com base em dados secundários e campanhas de campo.

7.1 Águas Superficiais

7.1.1 Avaliação da Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade hídrica de uma região deve ser avaliada com base na vazão natural dos rios, que seria a vazão observada caso não existissem as retiradas de água para irrigação e outros usos e, tampouco houvesse operação de reservatórios e transposição interbacias.

7.1.1.1 Metodologia

A metodologia utilizada para a estimativa da disponibilidade hídrica consiste na utilização de dados de postos fluviométricos e na aplicação de um modelo hidrológico chuva-vazão. Foi utilizado o modelo distribuído MGB-IPH, que foi calibrado e verificado utilizando dados de vazão de postos fluviométricos dando ênfase ao ajuste nas vazões mais baixas, como a Q_{90} , de forma a refletir adequadamente a disponibilidade de água em períodos relativamente críticos, onde o suprimento de água às demandas fica mais comprometido.

Após as fases de calibração e verificação do modelo hidrológico, foram geradas as vazões de referência em 723 trechos de rio que englobam a bacia do rio Macaé, a bacia do rio das Ostras e a bacia da Lagoa de Imboacica. Estes trechos de rio correspondem a uma subdivisão da bacia realizada seguindo os métodos disponíveis no conjunto de ferramentas ArcHydro do software ArcGIS. As vazões de referência foram geradas calculando em cada trecho a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$ ou ${}_7Q_{10}$), além das vazões diárias com permanência de 90% (Q_{90}) e com permanência de 95% (Q_{95}).

No presente trabalho a avaliação de disponibilidade de água foi realizada com base em séries históricas de dados hidrológicos de estações de monitoramento, e complementada utilizando técnicas de modelagem hidrológica e regionalização de parâmetros do modelo hidrológico.

O modelo hidrológico distribuído MGB-IPH foi calibrado utilizando os dados de chuva e de vazão no período de 1971 a 1990 e posteriormente verificado no período total de 1991 a 2011.

Após a verificação o modelo foi aplicado durante todo o período de 1950 a 2011, de forma a gerar séries de vazão em 723 trechos de rio, nos quais foi dividida a rede de drenagem da bacia. Para cada um destes trechos de rio foram calculadas as vazões de referência de disponibilidade hídrica: Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$. No caso da $Q_{7,10}$ os cálculos foram realizados considerando válida a distribuição de Weibull para vazões mínimas, na forma descrita por Naghetini e Pinto (2007).

Para a análise foram utilizados dados hidrológicos e meteorológicos em intervalo de tempo diário de vazão, chuva e clima. Os dados foram obtidos através do Sistema Hidroweb da Agência Nacional de Águas (<http://hidroweb.ana.gov.br/>), e do estudo sobre sedimentos desenvolvido pela HICON e ECOLOGUS para a UTE Norte Fluminense (2011).

7.1.1.1.1 Dados Utilizados no Modelo MGB-IPH

Para os dados de vazão foram utilizados os postos fluviométricos expostos no Quadro 7.1, e ilustrados na Figura 7.1, existentes no banco de dados do Hidroweb e na rede complementar descrita no relatório HICON e ECOLOGUS (2011), conforme descrito no relatório de caracterização da região hidrográfica (relatório EG0143-R-PRH-RD-01-02).

Quadro 7.1: Postos fluviométricos da bacia do rio Macaé existentes no banco de dados Hidroweb, e posto fluviométrico Jusante BR101, operado pela empresa HICON

Código	Nome	Lat.	Long.	Ativo	Resp.	Oper.	Rio	Município	Área (km ²)
59125000	GALDINÓPOLIS	-22,3689	-42,3792	Sim	ANA	CPRM	Rio Macaé	Nova Friburgo	101
59120000	MACAÉ DE CIMA	-22,3722	-42,4622	Sim	ANA	CPRM	Rio Macaé de Cima	Nova Friburgo	67
59135000	PILLER	-22,4092	-42,3361	Sim	ANA	CPRM	Rio Bonito	Nova Friburgo	70
59137100	Ponte do Baião	-22,383	-42,083	Não	DNOS	DNOS	Macaé	Macaé	659
-	Jusante BR101			Sim	HICON	HICON	Macaé	Macaé	927

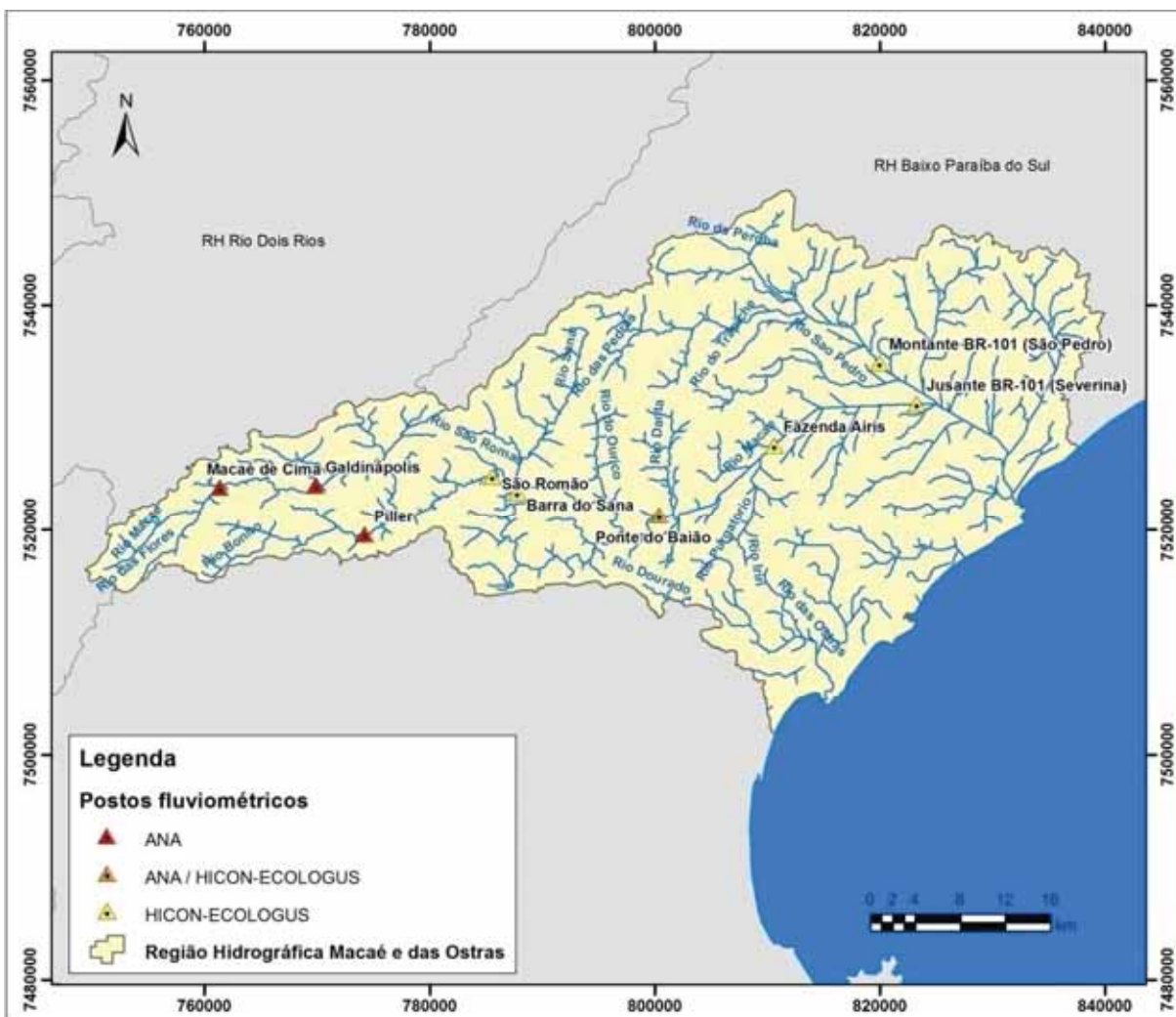


Figura 7.1: Postos fluviométricos disponíveis na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras

A disponibilidade de dados em cada um dos postos fluviométricos e no monitoramento da UTE Norte Fluminense está ilustrada na Figura 7.2, em que são apresentados os postos com gráficos que representam o número de anos com dados em cada década no período de 1950 a 2010. Os dados anteriores a 2006 (inclusive) foram consistidos pela ANA. Os dados

posteriores a 2006 não foram ainda consistidos (dados brutos). Nos postos da rede da HICON e ECOLOGUS foram disponibilizados os dados de vazões em intervalo de tempo mensal no período de fevereiro de 2010 a junho de 2011.

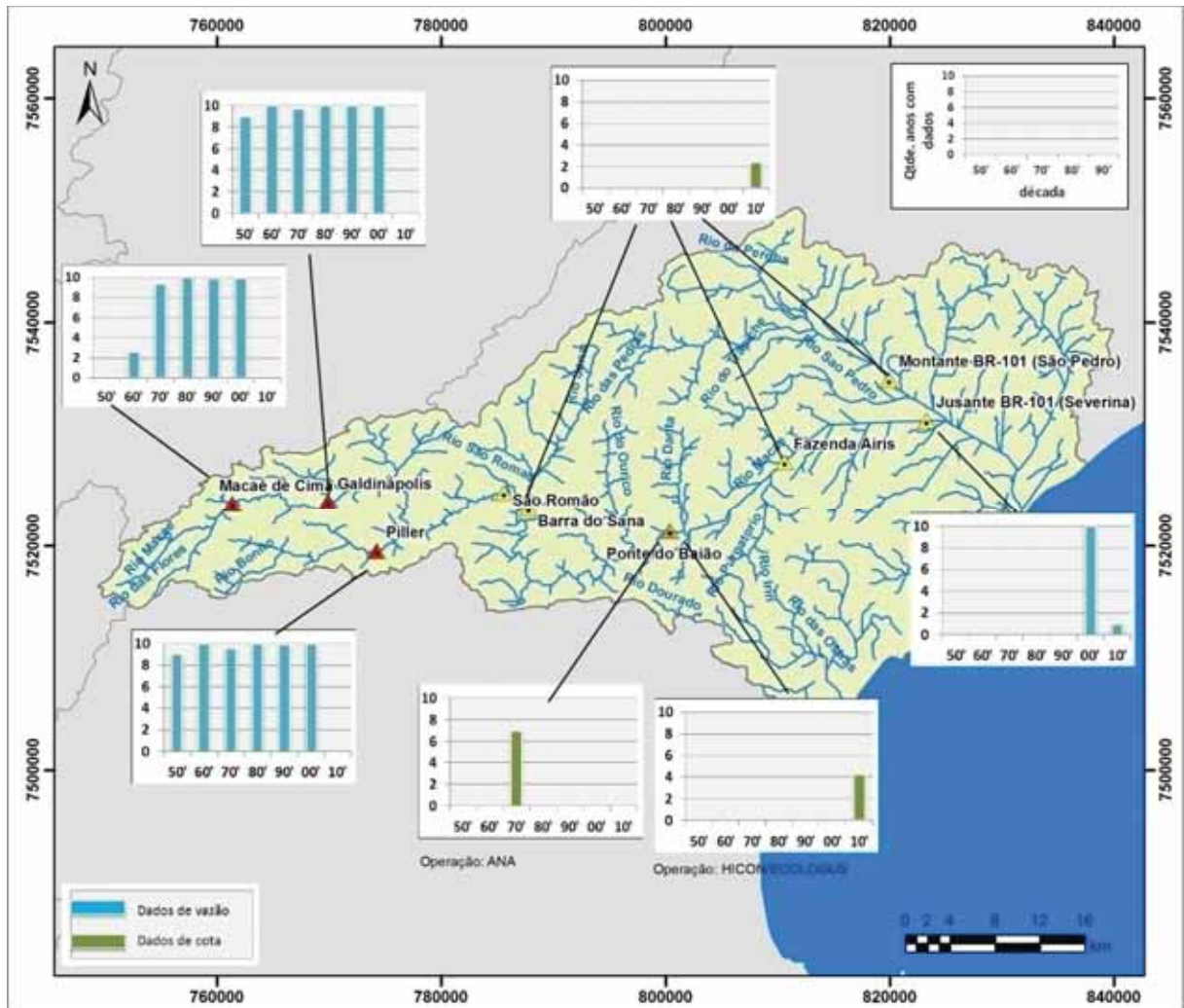


Figura 7.2: Gráfico de Gantt com disponibilidade de dados, por posto fluviométrico selecionado na RH VIII, por ano, no período de 1950 a 2010.

Para compor a disponibilidade utilizando-se dados de chuva, consultou-se o banco de dados da ANA (Hidroweb). Foram identificados 11 postos pluviométricos no interior da RH VIII, além de outros 33 postos no entorno, pertencentes às bacias vizinhas (Quadro 7.2, Quadro 7.3 e Figura 7.3).

A disponibilidade de dados em cada um dos postos pluviométricos da região está ilustrada na Figura 7.4, que apresenta o gráfico de Gantt, para o período de 1940 a 2010, com cores identificando a percentagem de dados disponíveis para cada posto pluviométrico para cada ano do período. A cor vermelha indica que o ano está completo, sem falhas. A cor branca indica que o ano não apresenta dados, e as cores intermediárias (amarelo ao laranja) indicam disponibilidade parcial, de acordo com a legenda.

Quadro 7.2: Postos pluviométricos disponibilizados no banco de dados da ANA, no interior da RH VIII.

Código	Nome	Lat.	Long.	Ativo	Resp.	Oper.	Município
02241004	Fazenda Oratório	-22.2592	-41.9842	Sim	ANA	CPRM	MACAÉ
02241014	Fazenda Belo Monte - Neves	-22.3500	-41.9833	Não	DNOS	Desativada	MACAÉ
02241016	Macaé	-22.3667	-41.7833	Não	DNOS	Desativada	MACAÉ
02241020	Macaé	-22.3833	-41.8000	Sim	INMET	INMET	MACAÉ
02241029	Macaé (Pesagro)	-22.3833	-41.7667	Não	INMET	Desativada	MACAÉ
02242003	Piller	-22.4047	-42.3392	Sim	ANA	CPRM	NOVA FRIBURGO
02242004	Galdinópolis	-22.3636	-42.3808	Sim	ANA	CPRM	NOVA FRIBURGO
02242005	Fazenda São João	-22.3894	-42.5000	Sim	ANA	CPRM	NOVA FRIBURGO
02242060	Glicério (Crubixais)	-22.2333	-42.0500	Não	DNOS	Desativada	MACAÉ
02242063	Rocha Leão (EFL)	-22.4333	-42.0167	Não	DNOS	Desativada	CASIMIRO DE ABREU
02242099	Cachoeira de Macaé	-22.4167	-42.1667	Não	DNOS	Desativada	MACAÉ

Quadro 7.3: Postos pluviométricos disponibilizados no banco de dados da ANA, no entorno da RH VIII.

Código	Nome	Lat.	Long.	Ativo	Resp.	Oper.	Bacia
02241008	Duas Barras	-22.4578	-42.7678	Sim	INEA	CPRM	Baía de Guanabara
02241011	Japuiba	-22.5592	-42.6989	Sim	ANA	CPRM	Baía de Guanabara
02241015	Japuiba (Santana de Japuiba)	-22.5667	-42.6833	Não	DNOS	Desat.	Baía de Guanabara
02242006	Japuiba (p-37r)	-22.5614	-42.6936	Sim	INEA	INEA	Baía de Guanabara
02242007	Cachoeiras de Macacu	-22.4667	-42.6500	Não	ANA	Desat.	Baía de Guanabara
02242008	Apolinário (e-04)	-22.3767	-42.5750	Não	INEA	Desat.	Baía de Guanabara
02242058	Fazenda São Joaquim	-22.4411	-42.6219	Sim	ANA	CPRM	Baía de Guanabara
02242064	Cachoeiras de Macacu	-22.4794	-42.6578	Sim	INEA	INEA	Baía de Guanabara
02241016	Conde de Araruama	-22.0667	-41.6000	Não	DNOS	Desat.	Baixo Paraíba do Sul
02241023	Macabuzinho	-22.0775	-41.7089	Sim	ANA	CPRM	Baixo Paraíba do Sul
02241029	Carapebus (efl)	-22.1833	-41.6500	Não	DNOS	Desat.	Baixo Paraíba do Sul
02242003	Fazenda Paciência	-22.0667	-41.7333	Não	DNOS	Desat.	Baixo Paraíba do Sul
02242059	Maria Mendonça	-22.1864	-42.1636	Sim	ANA	CPRM	Baixo Paraíba do Sul
02242063	Leitão da Cunha	-22.0428	-42.0442	Sim	ANA	CPRM	Baixo Paraíba do Sul
02241004	Gaviões	-22.5489	-42.5461	Sim	ANA	CPRM	Lagos São João
02241014	Barra do Lontra	-22.5000	-42.1167	Não	DNOS	Desat.	Lagos São João
02241020	Rio Dourado	-22.4728	-42.0861	Sim	ANA	CPRM	Lagos São João
02242004	Quarteis	-22.4606	-42.3103	Sim	ANA	CPRM	Lagos São João
02242005	Parada de Indaiáçu	-22.5000	-42.2500	Não	DNOS	Desat.	Lagos São João
2242060	Rio Dourado (efl)	-22.4667	-42.0667	Não	DNOS	Desat.	Lagos São João
2242099	Barra de São João	-22.5833	-41.9833	Não	DNOS	Desat.	Lagos São João
2242009	São Lourenço	-22.3494	-42.6242	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242009	São Lourenço	-22.3494	-42.6242	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242017	Visconde de Imbé	-22.0678	-42.1600	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242018	Barra Alegre	-22.2356	-42.2858	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242019	Vargem Alta	-22.2994	-42.4011	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242020	Vargem Grande	-22.2767	-42.5022	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242022	Fazenda Mendes	-22.2858	-42.6600	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242023	Conselheiro Paulino	-22.2167	-42.5167	Não	ANA	Desat.	Rio Dois Rios
2242024	Teodoro de Oliveira	-22.3772	-42.5517	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242025	Cascatinha do Cônego	-22.3500	-42.5667	Sim	ANA	CPRM	Rio Dois Rios
2242032	Nova Friburgo	-22.2833	-42.5333	Não	ANA	Desat.	Rio Dois Rios
2242070	Nova Friburgo	-22.2833	-42.5333	Sim	INMET	INMET	Rio Dois Rios

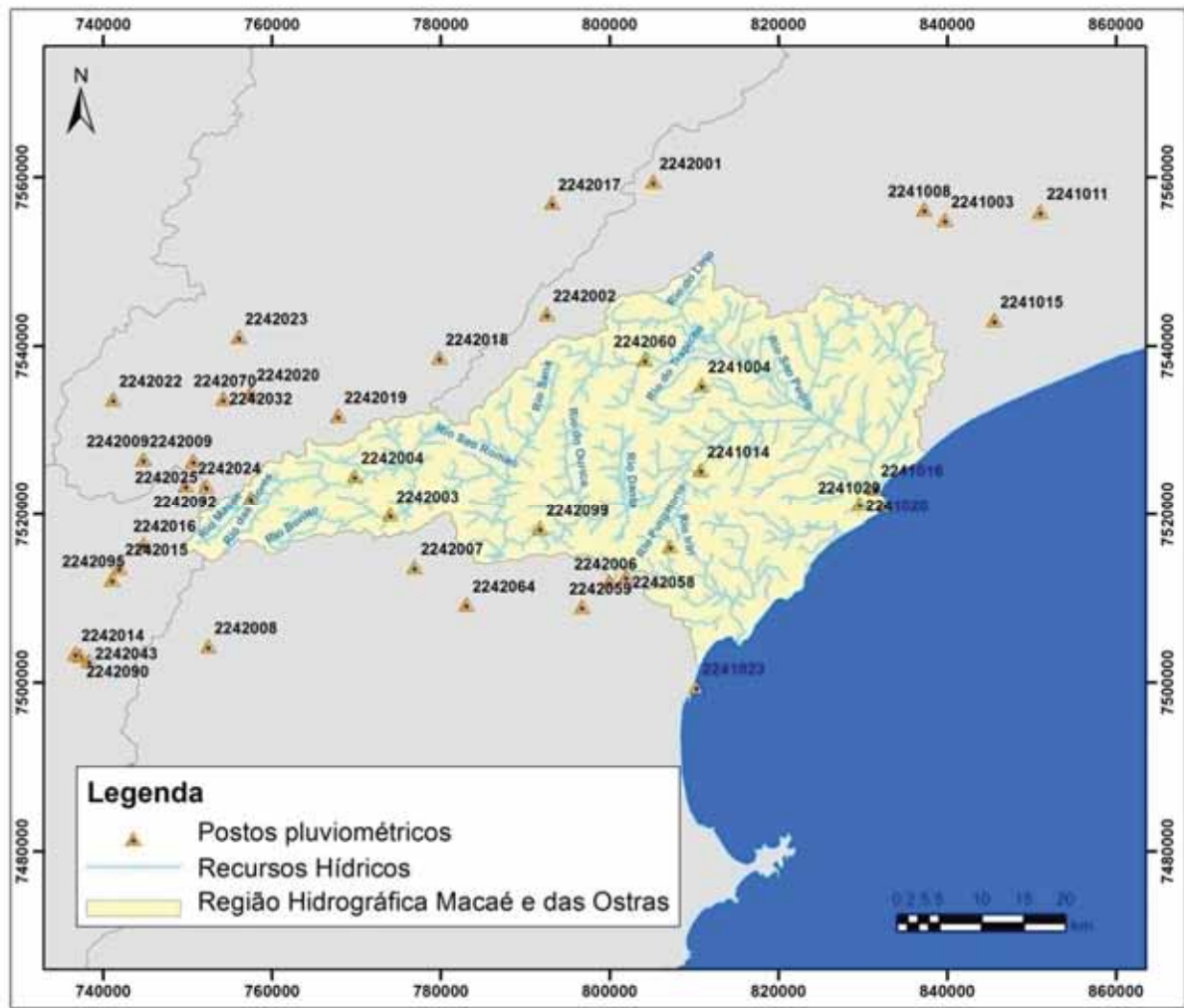


Figura 7.3: Mapa da localização dos postos pluviométricos na RH VIII e entorno.

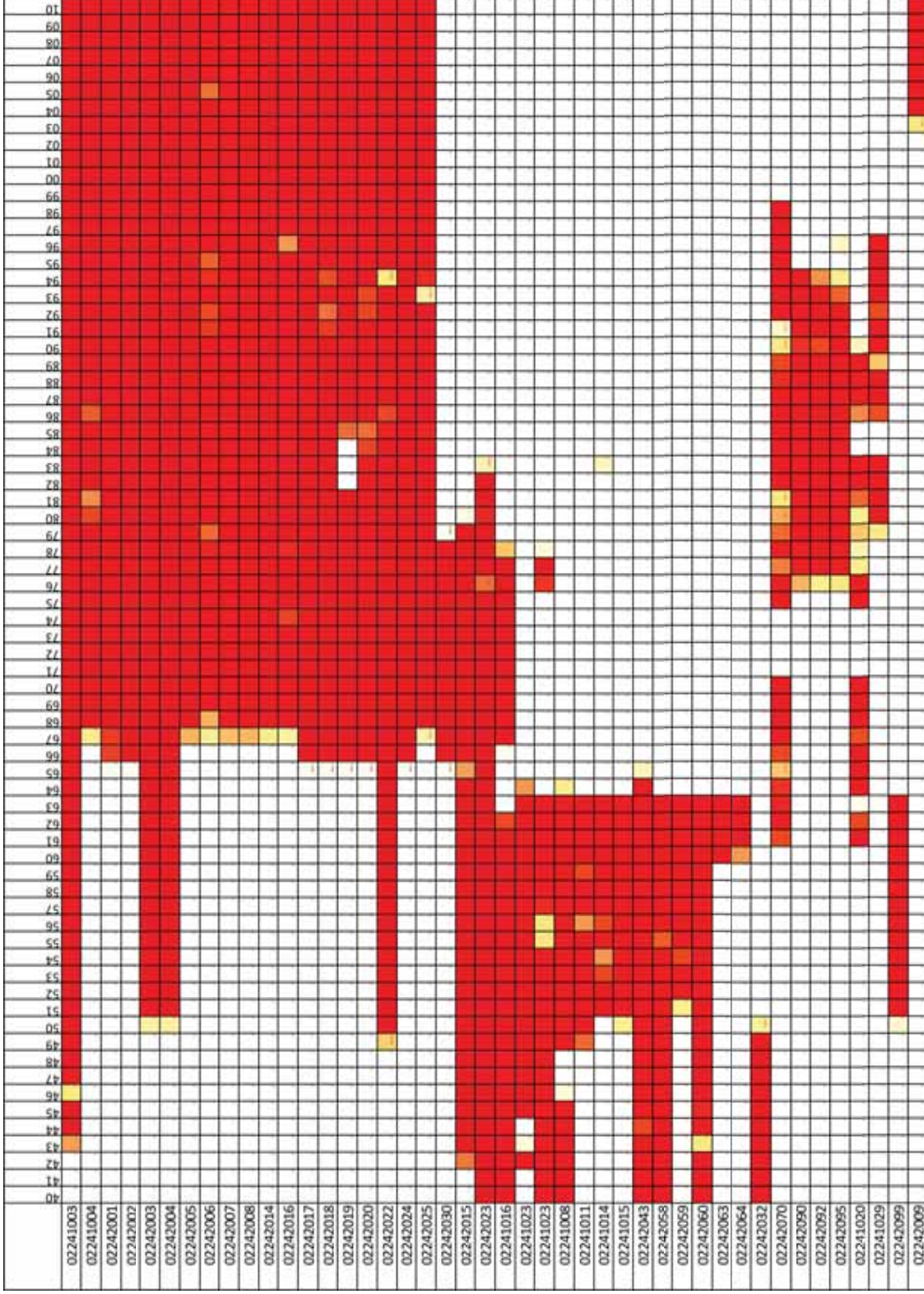


Figura 7.4: Gráfico de Gantt com disponibilidade de dados por posto pluviométrico selecionado e por ano, no período de 1940 a 2010

A Figura 7.5 apresenta as precipitações mensais máxima, média e mínima dos postos avaliados (1970-2010). Observa-se que a precipitação está mais concentrada nos meses de outubro a março, embora também ocorram eventos no resto do ano.

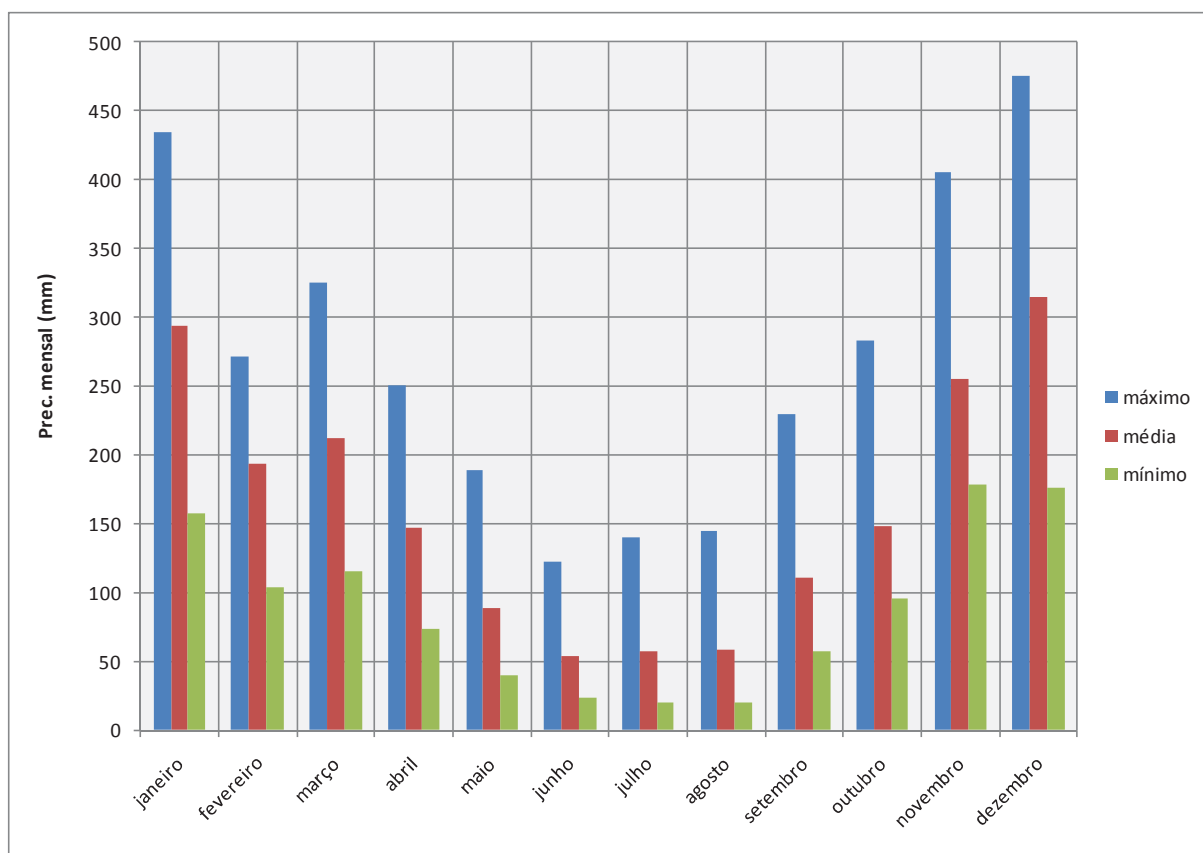


Figura 7.5: Distribuição das precipitações mensais máximas, médias e mínimas na RH VIII, nos postos avaliados

Os dados de clima (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, insolação e pressão atmosférica) utilizados para compor o modelo hidrológico chuva-vazão foram obtidos no banco de dados da ANA (ver Quadro 7.4 e Figura 7.6).

Os dados climatológicos obtidos e utilizados na avaliação da disponibilidade encontram-se graficamente ilustrados entre a Figura 7.7 à Figura 7.10.

Rede hidrográfica, relevo, tipos de solos, litologia, vegetação ou uso da terra integraram o sistema de informações geográficas. Destes atributos, gerou-se um mapa de classes de comportamento hidrológico da bacia (Figura 7.11).

Quadro 7.4: Postos climatológicos do banco de dados Hidroweb na RH VIII e entorno.

Nome	Código	Lat.	Long.	Ativo	Resp.	Oper.	Município
CABO FRIO (ALCALIS)	02242067	-22,8833	-42,0333	Sim	INMET	INMET	CABO FRIO
CAMPOS	02141044	-21,7500	-41,3333	Sim	INMET	INMET	CAMPOS DOS GOYTACAZES
MACAÉ	02241020	-22,3833	-41,8000	Sim	INMET	INMET	MACAÉ
NOVA FRIBURGO	02242070	-22,2833	-42,5333	Sim	INMET	INMET	NOVA FRIBURGO
TERESÓPOLIS (PARQUE NACIONAL)	02242071	-22,4333	-42,9833	Sim	INMET	INMET	TERESÓPOLIS

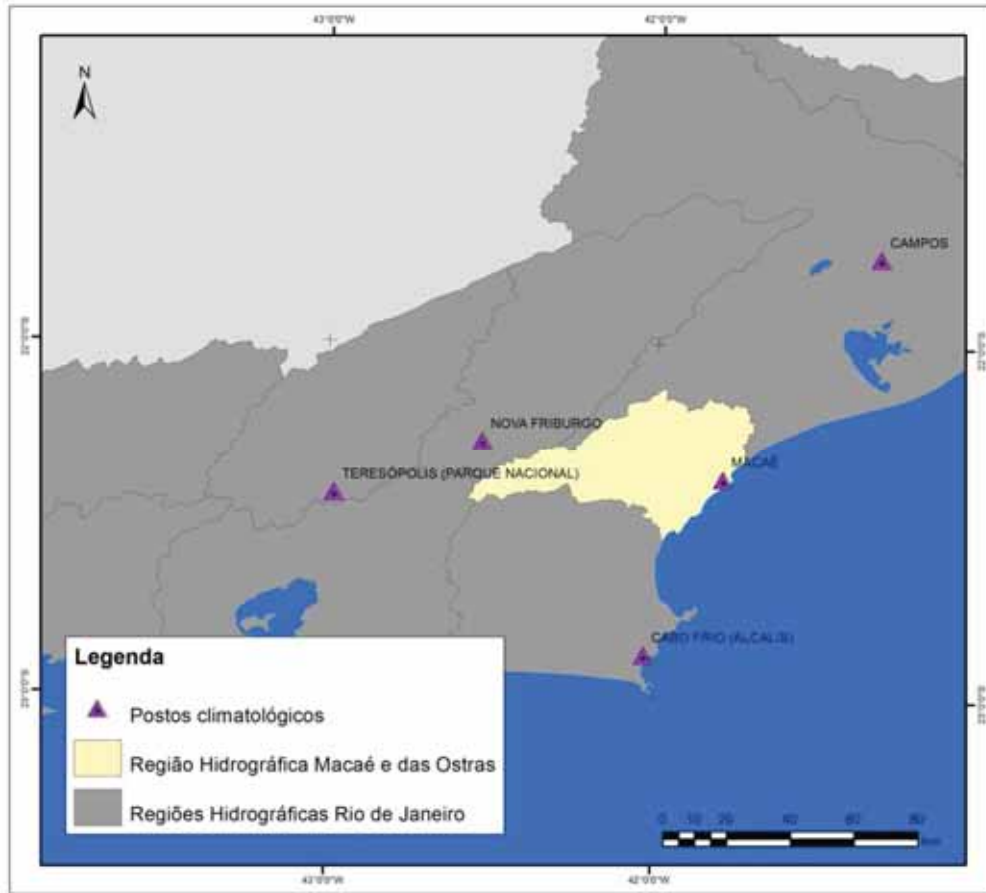


Figura 7.6: Localização dos postos climatológicos na bacia do rio Macaé.

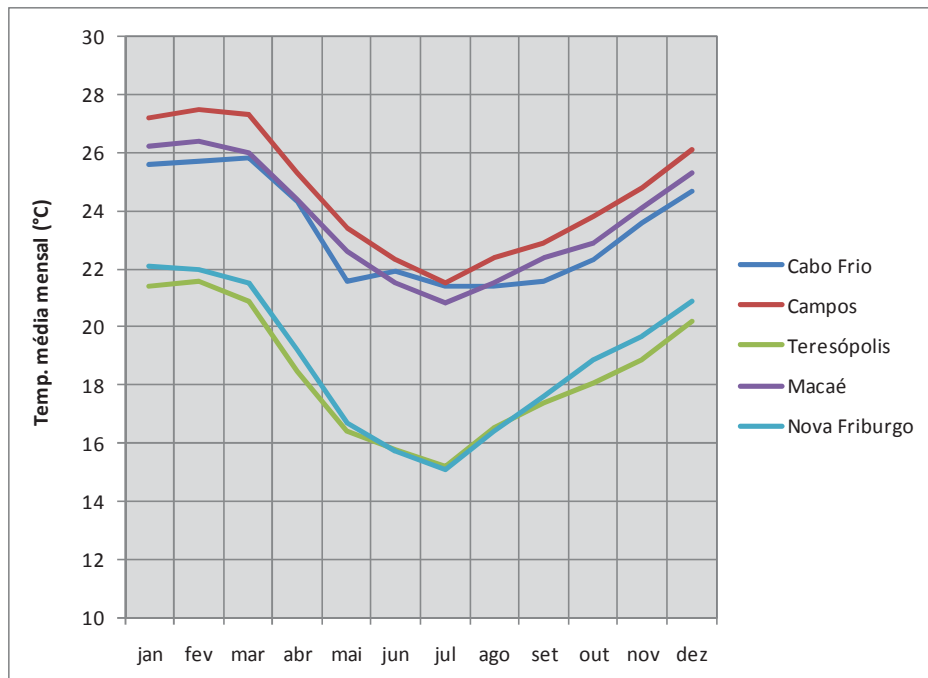


Figura 7.7: Temperaturas médias mensais nos postos meteorológico selecionados.

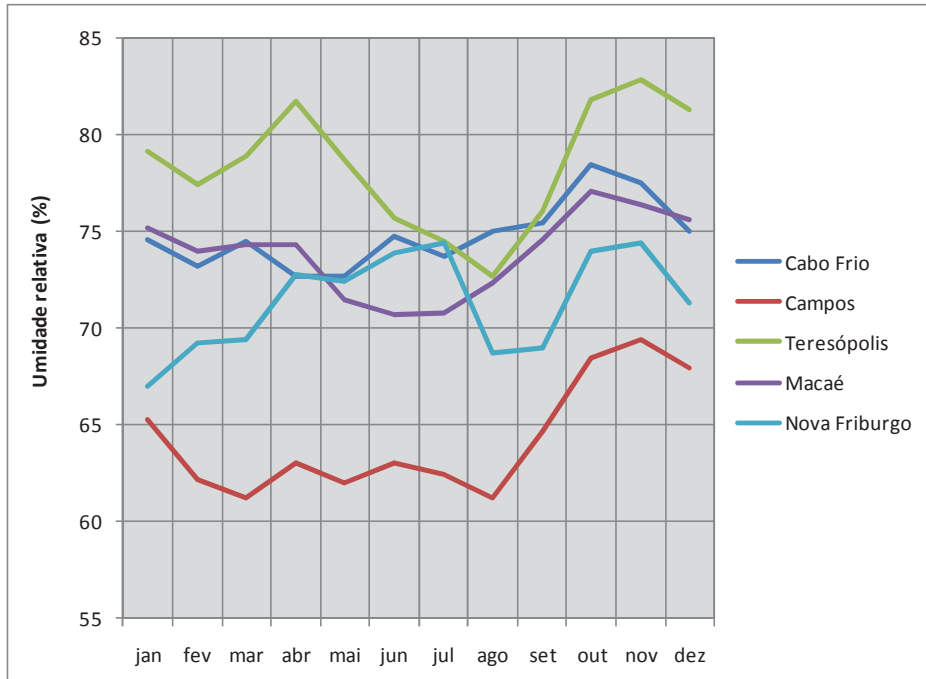


Figura 7.8: Umidade relativa média mensal nos postos meteorológicos selecionados

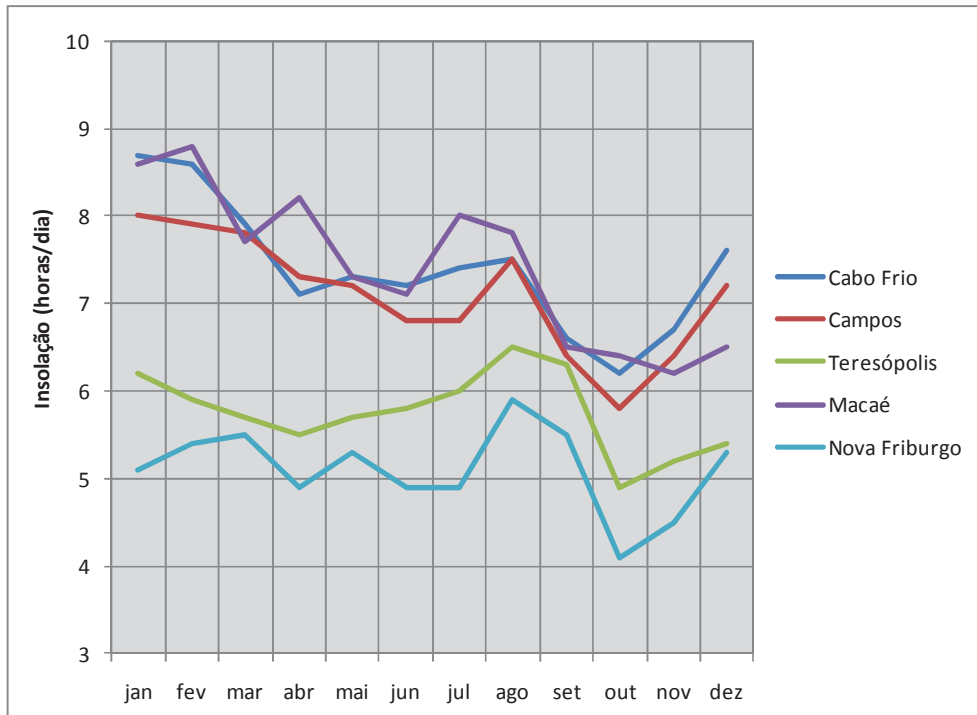


Figura 7.9: Insolação média mensal nos postos meteorológicos selecionados

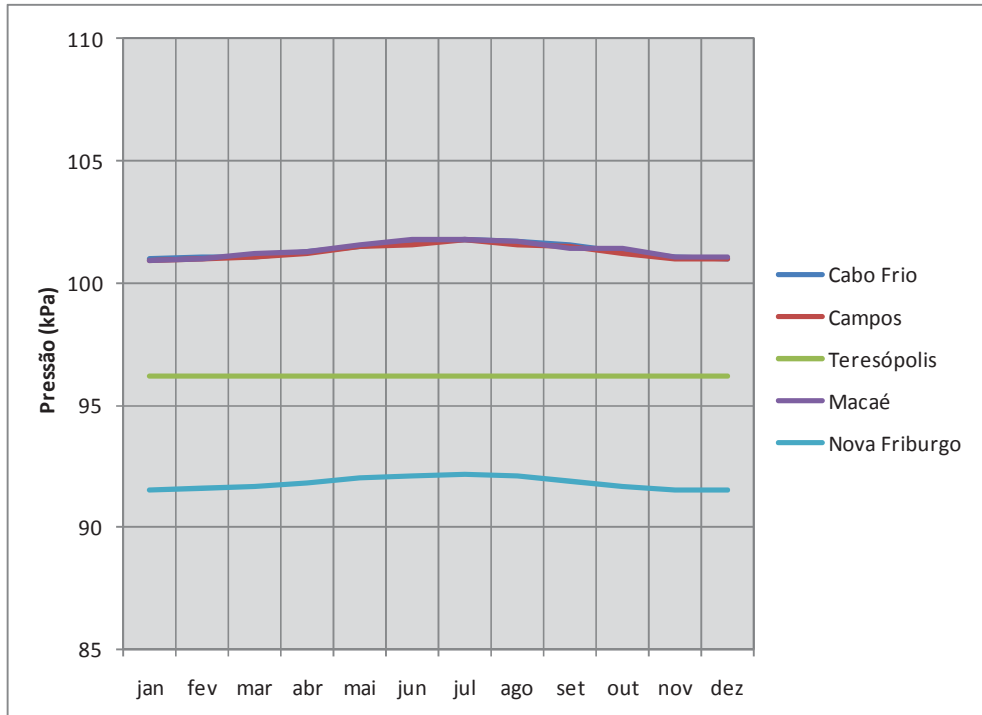


Figura 7.10: Pressão atmosférica mensal nos postos meteorológicos selecionados

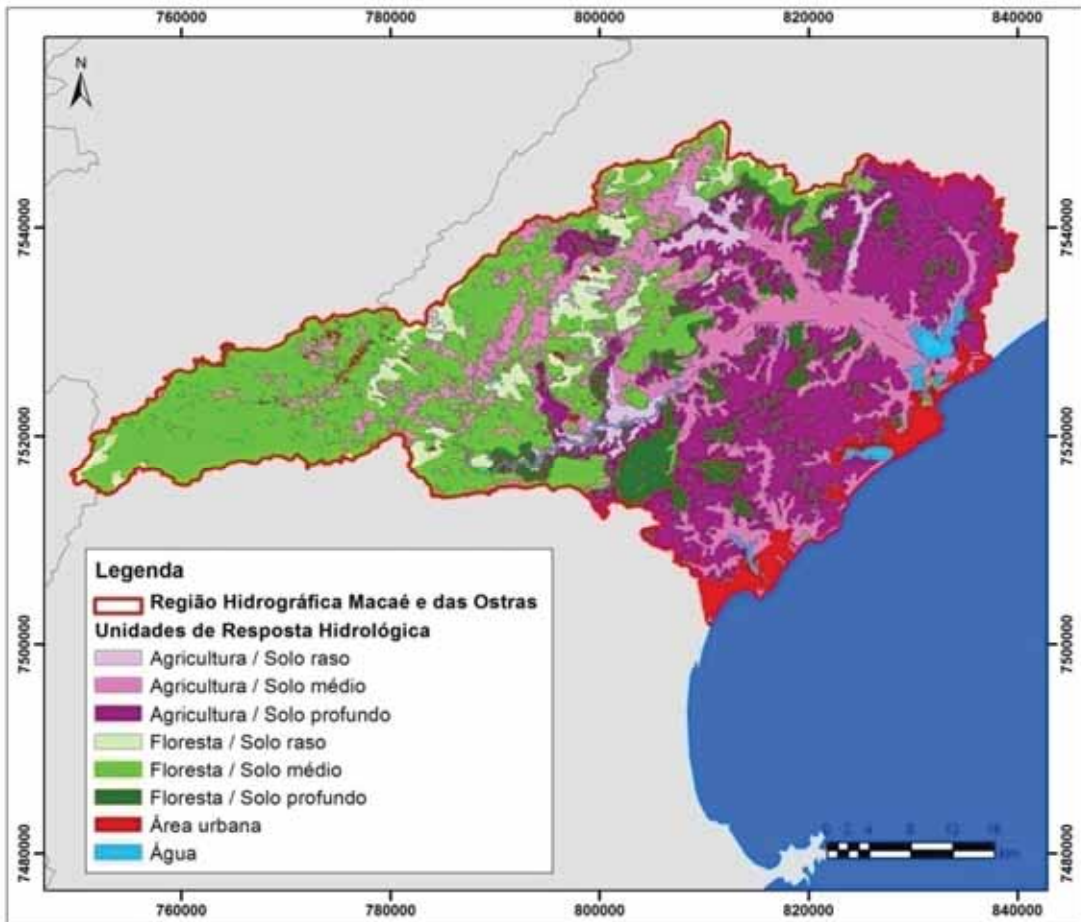


Figura 7.11: Mapa de Unidades de Resposta Hidrológica na RH VIII, obtido a partir da combinação dos tipos de solos e dos tipos de vegetação e uso da terra

7.1.1.1.2 Modelagem Hidrológica

Em continuação descrevem-se os procedimentos de modelagem hidrológica, quanto à discretização das bacias hidrográficas (divisão das bacias em unidades menores), calibração e verificação do modelo MGB-IPH.

A discretização do modelo MGB-IPH é realizada utilizando como ponto de partida o modelo digital de elevação (MDE), que representa o relevo da região em que a bacia hidrográfica analisada está inserida. As etapas da discretização são: 1) recondicionar o MDE utilizando a rede de drenagem vetorial; 2) calcular direções de escoamento, área de drenagem e rede de drenagem; 3) segmentar trechos de rede de drenagem; 4) definir as mini-bacias que drenam para os trechos individuais de drenagem; 5) calcular as propriedades das mini-bacias e gerar o arquivo de entrada para o MGB-IPH.

Após o recondicionamento do MDE, a bacia foi discretizada em trechos de rio e em mini-bacias, conforme pode ser visualizado na Figura 7.12. Esta etapa foi realizada utilizando as ferramentas do ArcHydro, disponíveis no software ArcGIS.

A Figura 7.13 apresenta o mapa vetorial de mini-bacias e a rede de drenagem vetorial obtida a partir do MDE recondicionado.

Para a calibração do modelo MGB-IPH foram selecionados dados de postos fluviométricos com séries relativamente extensas, porém mal distribuídos na bacia. Foram utilizados na calibração do modelo os 3 postos fluviométricos caracterizados no Quadro 7.1.

A Figura 7.14 apresenta um mapa das sub-bacias consideradas na calibração do modelo MGB-IPH.

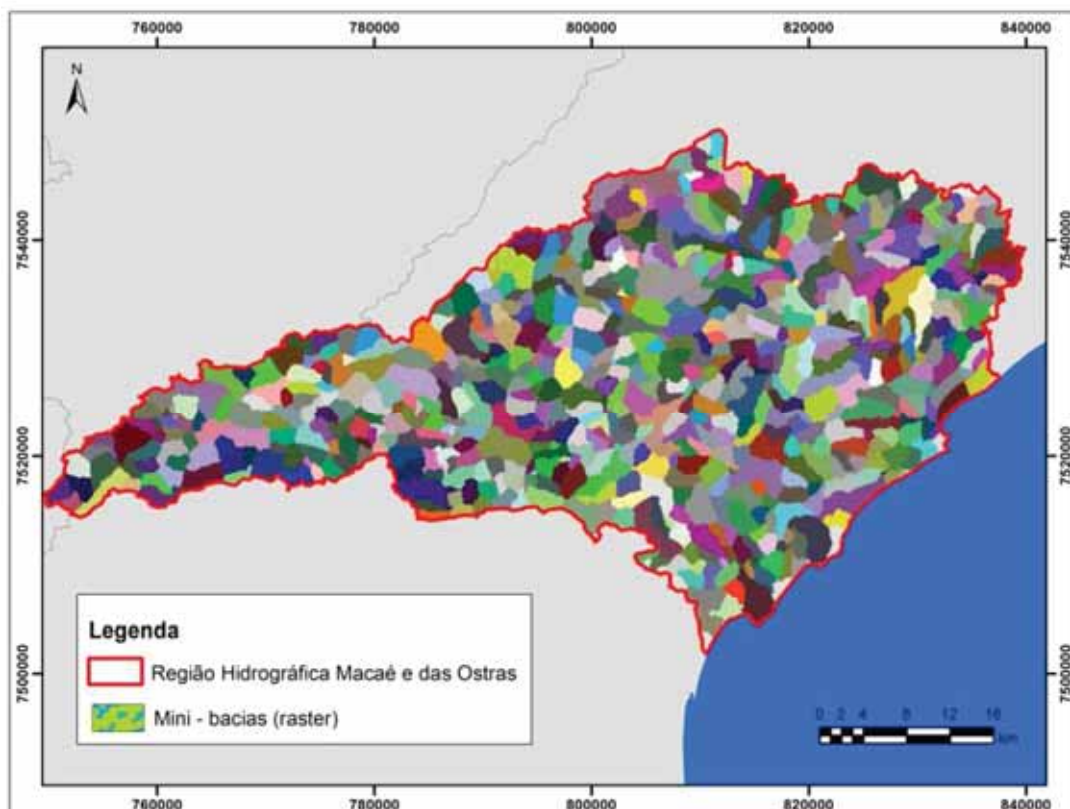


Figura 7.12: Definição das mini-bacias em formato raster, correspondente a segmentação realizada com a rede de drenagem

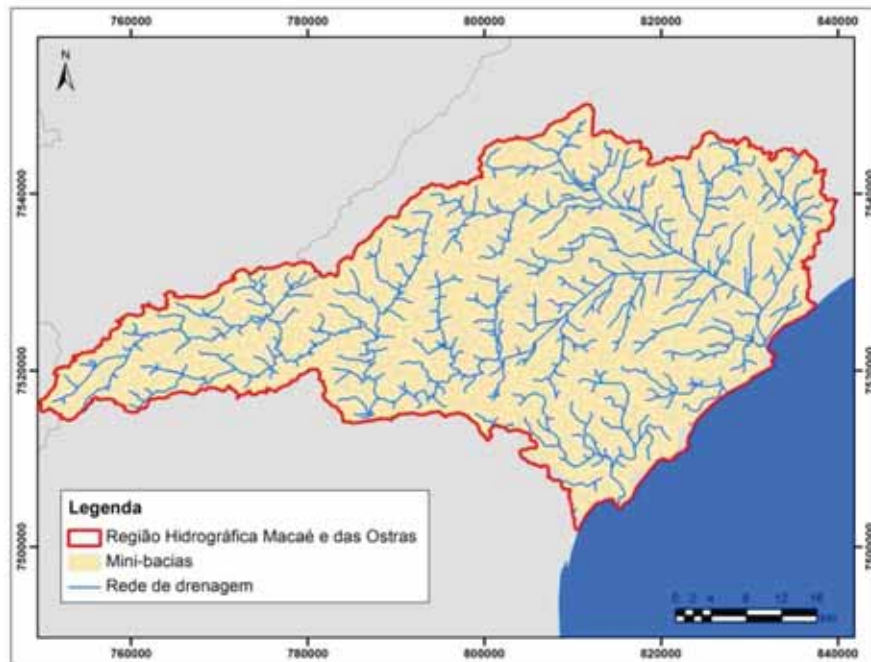


Figura 7.13: Mapa de mini-bacias e rede de drenagem em formato vetorial

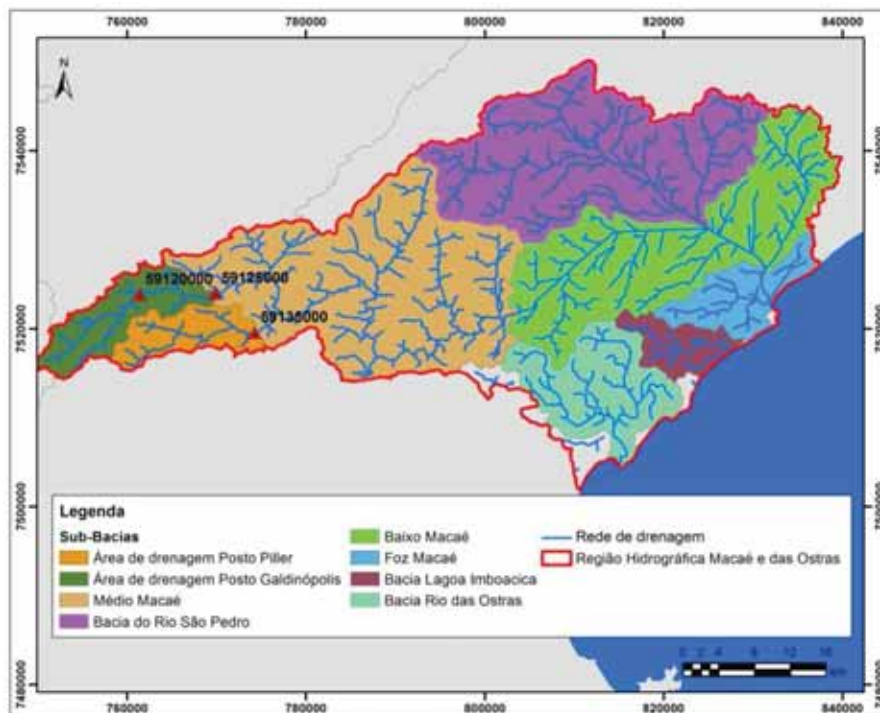


Figura 7.14: Mapa de sub-bacias consideradas na calibração do modelo MGB-IPH

O modelo hidrológico MGB-IPH foi calibrado utilizando dados do período de 01/01/1971 a 31/12/1990. A calibração foi realizada utilizando um conjunto de parâmetros diferentes para cada sub-bacia apresentada na Figura 7.14.

Os resultados da calibração e da verificação obtidos (hidrogramas, curvas de permanência, estatísticas da calibração) demonstraram que o modelo MGB-IPH representa razoavelmente bem as vazões dos rios da bacia do rio Macaé. A disponibilidade hídrica estimada pelo modelo permite explorar os dados fluviométricos e pluviométricos de toda a bacia, além de incluir a influência de outras características, como o relevo e as características de solo e de litologia.

Os resultados na faixa de vazões da Q_{90} permitem concluir que o modelo está adequadamente ajustado para as vazões mínimas, permitindo também reproduzir de forma satisfatória as vazões mínimas de 7 dias com tempo de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$). Foram avaliadas como referência de disponibilidade hídrica as vazões $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90} .

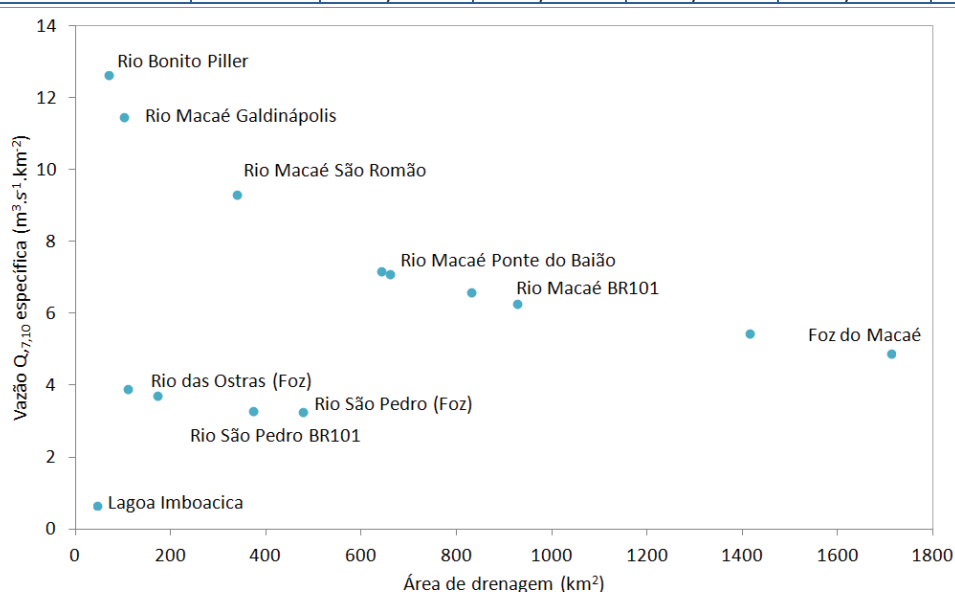
7.1.1.2 Disponibilidade Hídrica Superficial

A vazão de referência para caracterizar a disponibilidade hídrica pode ser obtida através da aplicação de análises estatísticas sobre uma série de dados de vazão observada ou calculada, como a obtenção da curva de permanência, ou então se obtendo a vazão equivalente à $Q_{7,10}$ (mínima das médias das vazões diárias de sete dias consecutivos e dez anos de tempo de retorno). O Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro, adota a $Q_{7,10}$ como vazão de referência para caracterização da disponibilidade hídrica para fins de outorga de direitos de uso de água. Por este motivo, foi estimado o valor da $Q_{7,10}$ em todos os trechos de rio em que foi dividida a bacia. Adicionalmente foram estimados os valores das vazões Q_{90} e Q_{95} .

Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 7.5 e ilustrados nos Mapas da Figura 7.15, Figura 7.16 e Figura 7.17 onde se mostra a rede de drenagem com gradiente de cores, em função do valor de vazão.

Quadro 7.5: Vazões de referência $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} em pontos de controle na Região Hidrográfica VIII, estimadas através da análise das séries de vazão geradas pelo modelo MGB-IPH, no período de 1950 a 2011

Rio/Local	A (km ²)	Q média (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{7,10} esp (L/s/km ²)
Macaé Foz	1712	47,2	13,9	11,4	8,4	4,9
Macaé Jusante São Pedro	1416	42,2	12,4	10,2	7,7	5,4
Macaé Jus. BR-101	927	30,4	9,2	7,6	5,8	6,3
Macaé Fazenda Airis	831	28,3	8,5	7,1	5,5	6,6
Macaé Ponte do Baião	659	23,6	7,2	6,0	4,7	7,1
Macaé Barragem Proposta	642	23,1	7,0	5,9	4,6	7,2
Macaé São Romão	338	13,5	4,5	3,8	3,1	9,3
Macaé Galdinópolis	101	4,0	1,5	1,3	1,2	11,5
Bonito Piller	70	3,1	1,2	1,0	0,9	12,6
Sana Barra do Sana	110	3,2	0,8	0,6	0,4	3,9
São Pedro Montante BR-101	373	9,6	2,4	1,9	1,2	3,3
São Pedro Foz	478	11,5	3,1	2,3	1,6	3,3
Lagoa Imboacica	46,4	0,88	0,16	0,11	0,03	0,7
Rio das Ostras Foz	171	4,51	1,27	0,96	0,63	3,7



Os dados do Quadro 7.5 evidenciam a variabilidade da vazão mínima específica na bacia. As maiores diferenças são justificadas em função da variação espacial da precipitação média anual. Outra característica revelada no Quadro 7.5 é de que a vazão mínima específica tende a diminuir com o aumento da área de drenagem, como é o caso do rio Macaé.

No litoral a precipitação é relativamente baixa, o que faz com que as bacias cuja área de drenagem está restrita à região litorânea apresentem menores valores de vazões mínimas específicas. Este é o caso, por exemplo, da vazão da lagoa Imboacica, que é inferior a 1 l/s/km², bem como do rio das Ostras que registrou vazão menor mínima específica relativamente baixa, com pouco menos de 4 l/s/km². Entretanto, é necessário lembrar que existe uma grande incerteza com relação a este valor estimado, porque o modelo hidrológico não pode ser calibrado ou verificado nesta região.

Por outro lado, os locais em que a área de drenagem está localizada, predominantemente, na região serrana apresentam vazões mínimas específicas da ordem de 11 l/s/km². Este é o caso das cabeceiras do rio Macaé.

Quanto a diminuição da vazão mínima específica em função da área de drenagem, isto se dá porque o rio Macaé, que possui maior área de drenagem, tem suas cabeceiras em áreas serranas de alta pluviosidade, porém tem uma bacia inferior com pluviosidade relativamente baixa. Por este motivo, os pontos localizados mais a jusante apresentam vazões mínimas cada vez mais baixas. Por exemplo, o rio Macaé na Ponte do Baião, onde a área de drenagem é 659 km², apresenta vazão mínima específica de aproximadamente 7 l/s/km², enquanto na foz este mesmo rio tem área de drenagem de aproximadamente 1700 km², e vazão mínima específica da ordem de 5 l/s/km².

O rio São Pedro apresenta vazões mínimas específicas inferiores às vazões mínimas específicas do rio Macaé. Isto pode ser explicado, em parte, pela menor pluviosidade na bacia do rio São Pedro, comparativamente às cabeceiras do rio Macaé. Entretanto isto não pode ser verificado com precisão em função da ausência de dados de vazão medidos no rio São Pedro. Da mesma forma a estimativa de vazões do rio Sana apresenta uma incerteza considerável, em função da falta de dados de vazão medidos para verificar os resultados do modelo hidrológico.

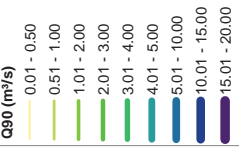
Foi avaliada ainda a disponibilidade considerando a transposição de bacias que ocorre no rio São Pedro, de uma vazão regularizada de cerca de 5,4 m³/s (ALUPAR, 2010), proveniente do aproveitamento hidrelétrico de Macabu, pertencente à CERJ, situado no distrito de Glicério (Macaé). Nesta usina a geração de energia é realizada a partir da transposição de águas da bacia do rio Macabu para a bacia do rio São Pedro, afluente do rio Macaé, através de um aqueduto subterrâneo, com cerca de 4,8 km de extensão e queda bruta de 336 m. A Figura 7.15, Figura 7.16 e Figura 7.17 indicam o local da bacia onde ocorre esta intervenção, além dos novos cenários de vazões, para cada uma das vazões de referência definidas anteriormente.

**Figura 7.15 Disponibilidade Hídrica da RH
Cenário de Vazão: Q90%**

Legenda

- Transposição de Bacia
- Sede dos Municípios
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

**Disponibilidade Hídrica
Q90 (m³/s)**



Referências Cartográficas:

Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/IMRS/GOPEA, 2012.
 Hidrografia: Ondas Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006; escala 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INEAD/IMRS/GOPEA, 2012; Referência: MD7 gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000.
 Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFERRI, 2010;
 - Sede: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
 - Disponibilidade Hídrica: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000



Informações Cartográficas:

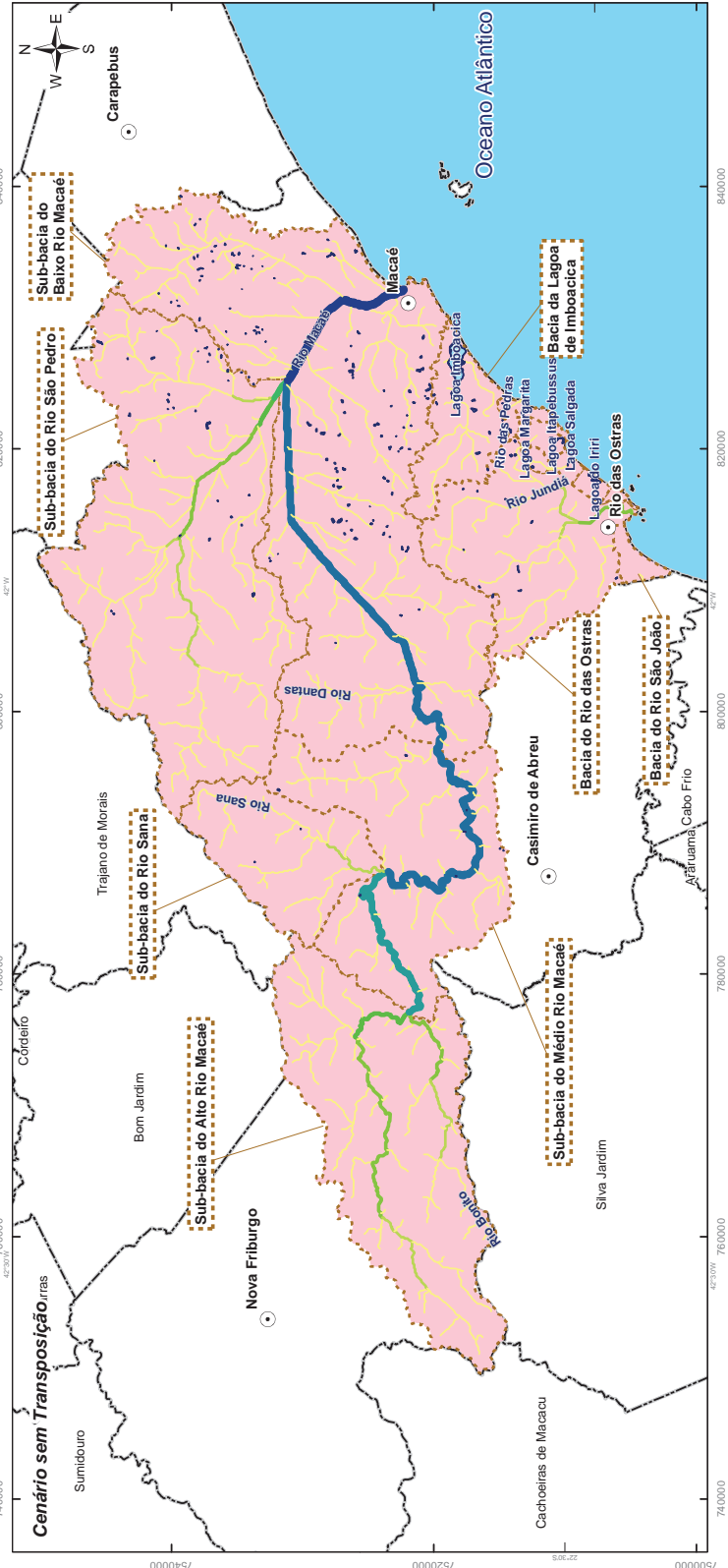
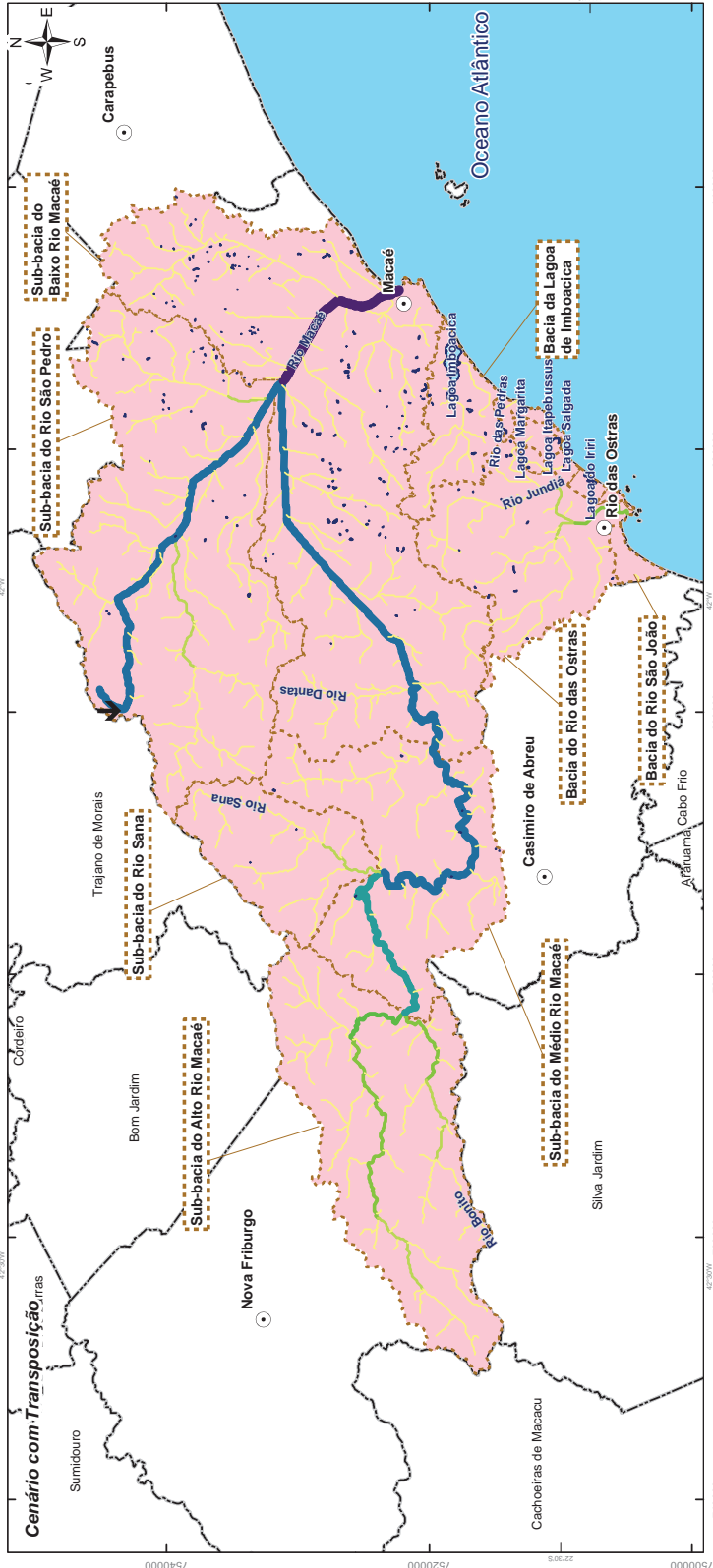
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 23S
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE ACESSOS HÍDRICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E SUB-BACIAS



**Figura 7.16 Disponibilidade Hídrica da RH
Cenário de Vazão: Q95**

Legenda

- Transposição de Bacia
- Sede dos Municípios
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Corpo Hídrico
- Limite Municipal

Disponibilidade Hídrica Q95 (m³/s)

- 0.01 - 0.50
- 0.51 - 1.00
- 1.01 - 2.00
- 2.01 - 3.00
- 3.01 - 4.00
- 4.01 - 5.00
- 5.01 - 10.00
- 10.01 - 15.00
- 15.01 - 20.00

Referências Cartográficas:

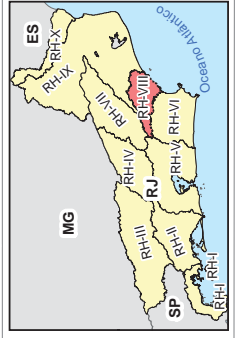
- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 (IBGE/SEA) - base intermediária - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Orotório Digital IBGE/SEA, 2005/2006; escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:500.000 Fundação CEFEP-RJ, 2010;
- Redes: escala 1:100.000 IBGE, 2010;
- Disponibilidade Hídrica: Consórcio Macaé/Casimiro, 2012.

Informações Cartográficas:

Projeto

PLANO DE ACESSOS HÍDRICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS BAIXO E DAS OSTRAS

inea
Consórcio Macaé/Casimiro
GEOP



Mapa de Localização

Escala numérica em A3: 1:400.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: -45
Fuso: 23S
Datum: SIRGAS 2000

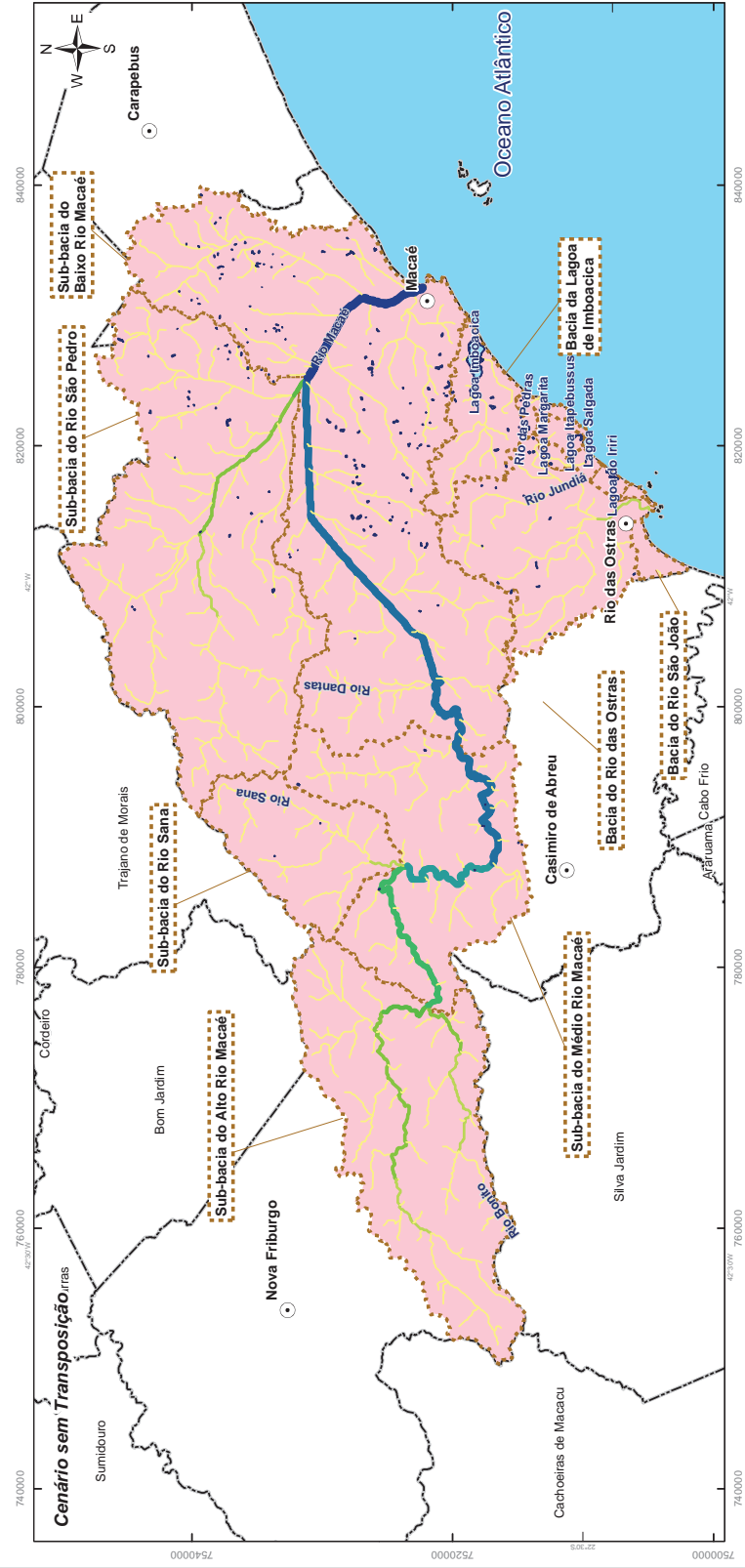
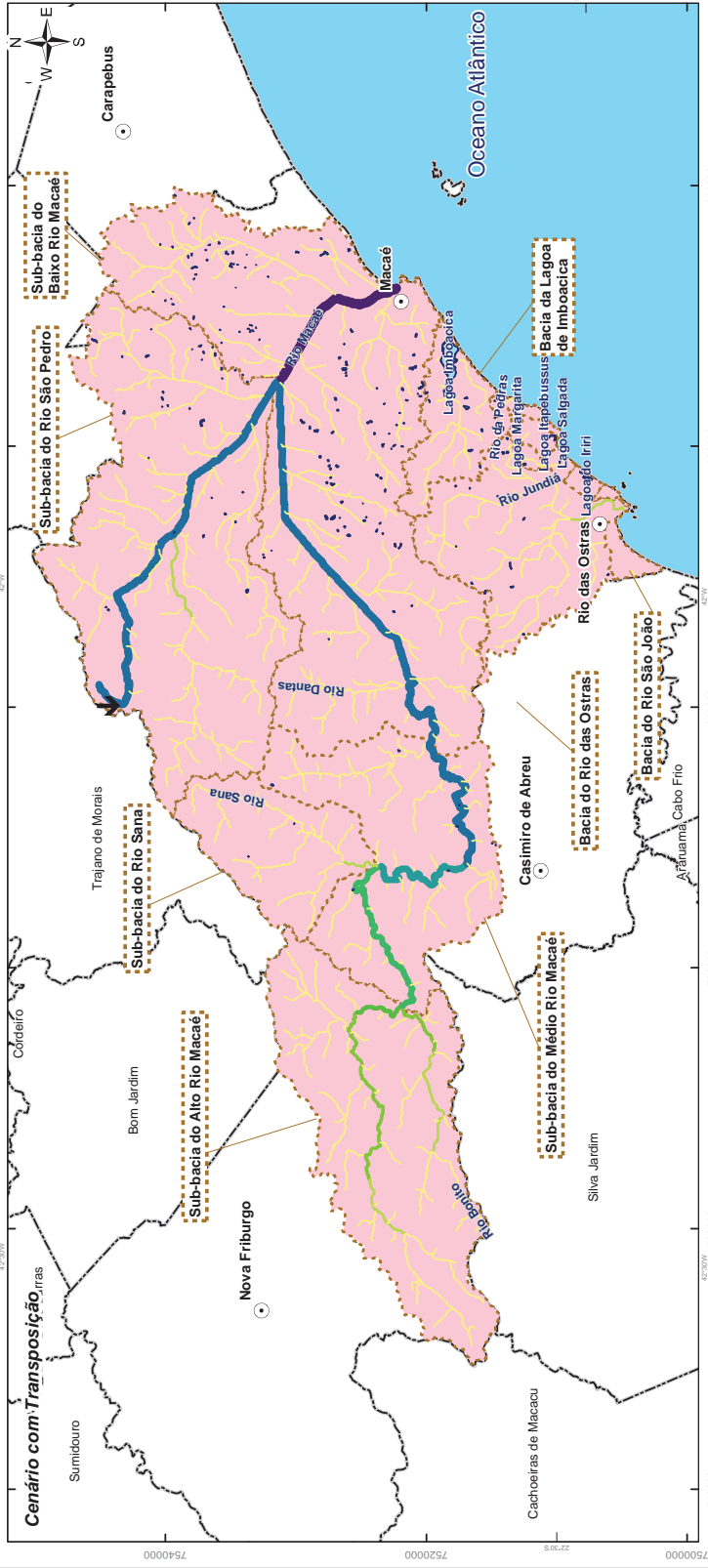


Figura 7.17 Disponibilidade Hídrica da Bacia, Considerando o Critério da Q7,10

Legenda

- ↳ Transposição de Bacia
 - Sede dos Municípios
- Disponibilidade Hídrica Q7,10 (m³/s)**
- 0,00 - 0,50
 - 0,51 - 1,00
 - 1,01 - 2,00
 - 2,01 - 3,00
 - 3,01 - 4,00
 - 4,01 - 5,00
 - 5,01 - 10,00
 - 10,01 - 15,00
 - 15,01 - 20,00
- Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitado de acordo com o nível digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000; dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPA, 2012;

- Hidrografia: Ortofotos Digitais (BGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DMFIS/GEOPA, 2012 -

- Relieve: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (BGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);

- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;

- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;

- Disponibilidade Hídrica: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

Informações Cartográficas:

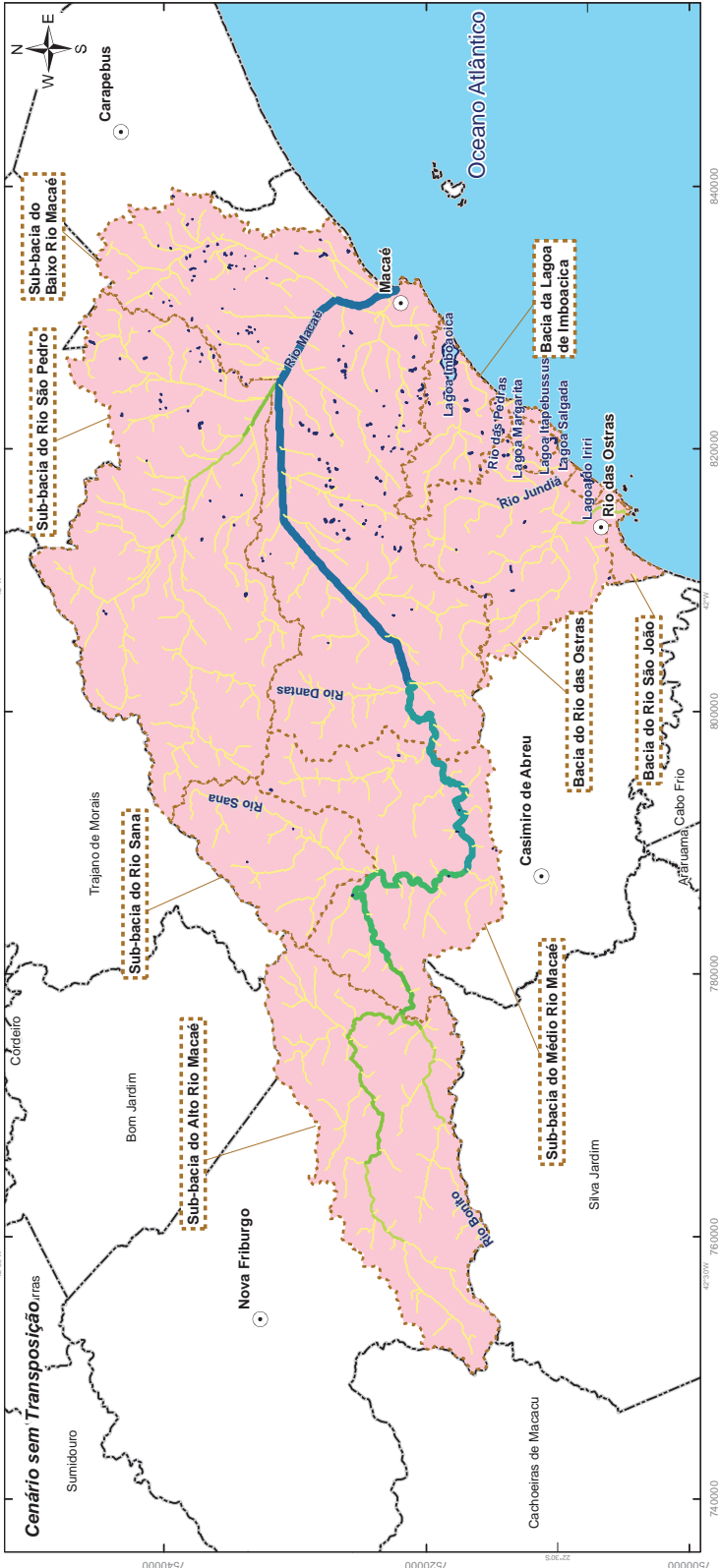
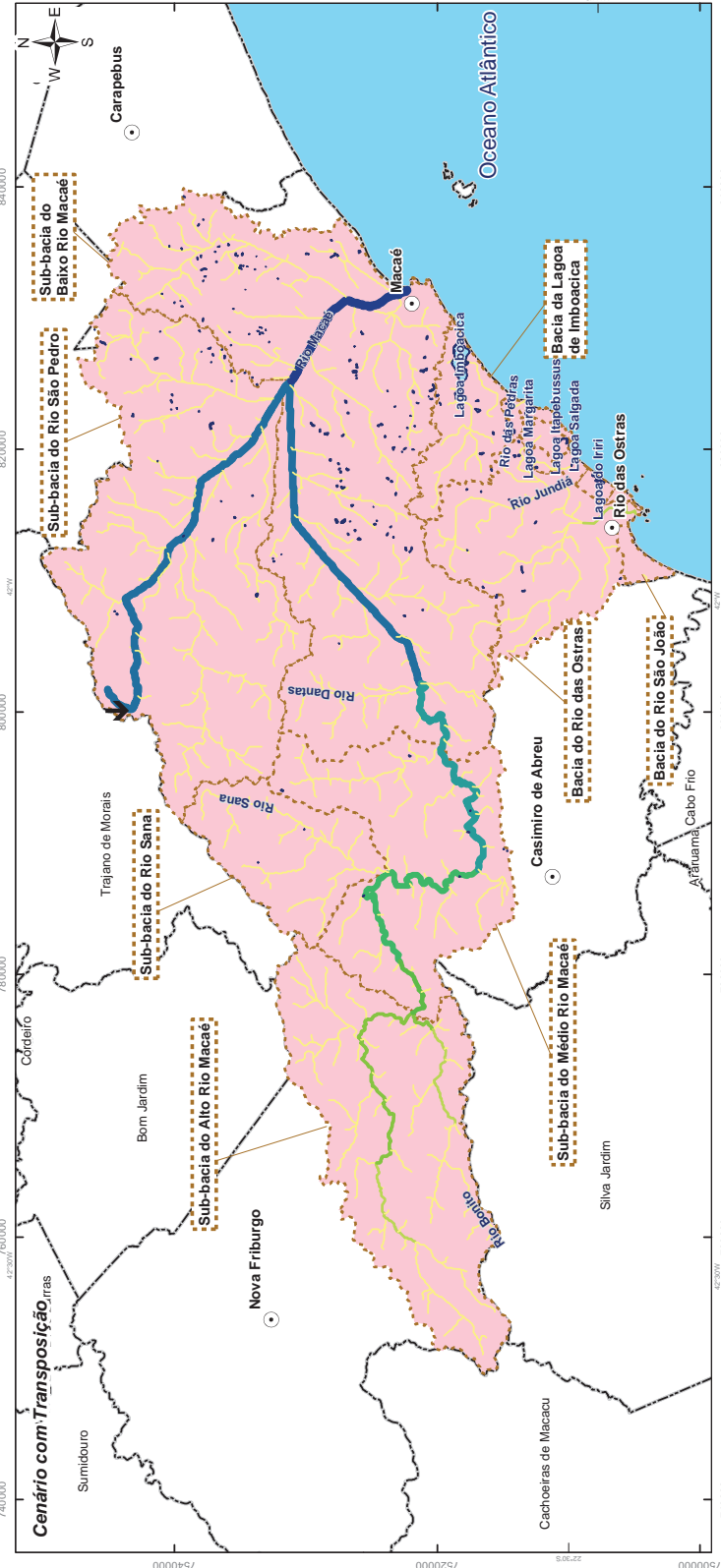
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 23S
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE ACESSO HÍDRICO ÀS BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E OSTRAS



7.1.2 Estudos e Inventário Qualitativo

Este item descreve a qualidade das águas superficiais da RH VIII a partir da consideração inicial de estudos realizados por pesquisadores vinculados às universidades locais. Este levantamento permitiu a composição de uma visão geral sobre a região. Dentro desta perspectiva maior, a análise foi enriquecida a partir de dados secundários de alguns poucos pontos de monitoramento que foram ou são operados até o presente, nesta RH. Por fim, a partir de dados primários, obtidos por intermédio da realização de três campanhas de campo com vistas a fortalecer o diagnóstico da qualidade das águas desta RH, distribuídas conforme segue:

- Primeira campanha: Campanha piloto (outono de 2012), realizada entre os dias 22 à 30/05/2012, para fins de conhecimento da área, definição dos pontos de amostragem e da logística de coleta, entrosamento da equipe de campo com o laboratório do INEA, etc.;
- Segunda campanha: Campanha de águas baixas (inverno de 2012), realizada entre os dias 27/09/2012 à 02/10/2012; e
- Terceira campanha: Campanha de águas altas (verão 2013), realizada entre os dias 06 à 09/01/2013.

Para tanto, a RH VIII foi dividida em três bacias: Macaé, das Ostras e Lagoa de Imboacica.

Desta forma, a avaliação dos aspectos qualitativos das águas superficiais da RH VIII, neste relatório contemplará:

- Levantamento e análise de dados secundários;
- Obtenção de dados primários complementares; e
- Determinação de índices físico-químicos e biológicos.

7.1.2.1 Bacia do Rio Macaé

Diversos estudos foram realizados nesta bacia, incluindo: estudo da dinâmica da região estuarina da foz do rio Macaé (AMARAL, 2003); estudo de qualidade das águas ao longo do rio Macaé, expressa em termos de IQA e classes de usos d'água conforme Resolução CONAMA nº 357/2005 (PINHEIRO, 2008); estudo envolvendo o monitoramento das águas do rio Macaé, antes e depois do lançamento dos efluentes da UTE Mário Lago (MATOS, 2008); e estudo de avaliação da rede de monitoramento existente, e proposição de melhorias, no rio Macaé (BENASSULLY, 2009). Todos estes estudos foram levados a cabo em mestrados realizados junto às universidades da região. Além desses, foram identificados artigos científicos apresentados, pelos autores anteriormente mencionados, principalmente no Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ. Um outro trabalho, encontrado neste boletim, de autores diferentes dos anteriores, dizia respeito a aplicação de modelagem matemática no baixo Macaé (RODRIGUES, 2007). A partir do exposto, fica clara a qualidade e amplitude dos assuntos abrangidos por estes estudos.

- **Estudo de Amaral (2003)**

No estudo desenvolvido por Amaral (2003), este aplicou modelo hidrodinâmico e de intrusão salina como ferramenta de integração da Gestão Costeira e de Gerenciamento de Recursos Hídricos, no trecho inferior da bacia do rio Macaé, incluindo a parte final estritamente fluvial, toda zona estuarina da bacia, bem como a zona costeira adjacente.

Para a realização deste trabalho foram executadas as seguintes tarefas: caracterização da área de estudo; levantamento topobatimétrico das seções ao longo do rio Macaé; levantamento dos perfis de salinidade e temperatura ao longo do rio Macaé; e medições de descargas ao longo do rio Macaé e São Pedro. A pesquisadora trabalhou com cinco cenários:

- Cenário 1: Maré de quadratura com vazões fluviais de cheia;
- Cenário 2: Maré de sizígia com vazões fluviais de cheia;

- Cenário 3: Maré de quadratura com vazões fluviais de estiagem;
- Cenário 4: Maré de sizígia com vazões fluviais de estiagem; e
- Cenário 5: Maré de sizígia e maré meteorológica com vazões fluviais de estiagem.

Nos cenários 1 e 2, relativos à vazão fluvial de cheia, não ocorreram inversões de correntes, pois a força do escoamento fluvial superou a da maré. Para o cenário 1 (maré de quadratura com vazões fluviais de cheia) observou-se que, devido à grande vazão fluvial, não houve intrusão da frente salina. No cenário 2 (maré de sizígia com vazões fluviais de cheia) foi detectada uma concentração de sal da ordem de 0,39‰, o que ainda é caracterizado como água doce.

Nos demais cenários 3, 4 e 5 (vazão fluvial de estiagem), ocorre a influência da maré. Para o cenário 3 (maré de quadratura com vazões fluviais de estiagem), a inversão de correntes ocorre até 4,5 km a montante da boca do estuário, enquanto que para os cenários 4 e 5 (maré de sizígia com vazões fluviais de estiagem e maré de sizígia com vazões fluviais de estiagem e inclusão de maré meteorológica) essa inversão avança até 11 km a montante da embocadura. A influência da maré não ultrapassa o ponto de encontro dos rios São Pedro e Macaé.

• Estudo de Pinheiro (2008)

No trabalho de Pinheiro (2008), foi monitorada a qualidade das águas do rio Macaé, em duas campanhas de campo, ao longo de 13 estações amostrais.

Em cada ponto, foram coletadas amostras para a realização das seguintes análises de qualidade da água: temperatura, turbidez, resíduo sólido total, pH, condutividade, oxigênio dissolvido - OD, Demanda Biológica de Oxigênio - DBO, cloro livre e cloro total, fósforo total, nitrogênio (nitrato, nitrito e amoniacal), coliformes totais e *Escherichia coli*. A partir destes dados, a qualidade da água em cada ponto foi expressa na forma do índice de qualidade de água do CETESB (IQA – CETESB), conforme Figura 7.18.

Ainda, de posse destes dados foi realizada uma classificação das condições atuais das águas do rio Macaé, segundo as classes de uso da água da Resolução CONAMA nº 357/2005, cujos resultados são mostrados na Figura 7.19. A Figura 7.20 espacializa a proposta preliminar de enquadramento, sugerida a partir da análise dos usos preponderantes em cada trecho e suas classes correspondentes.

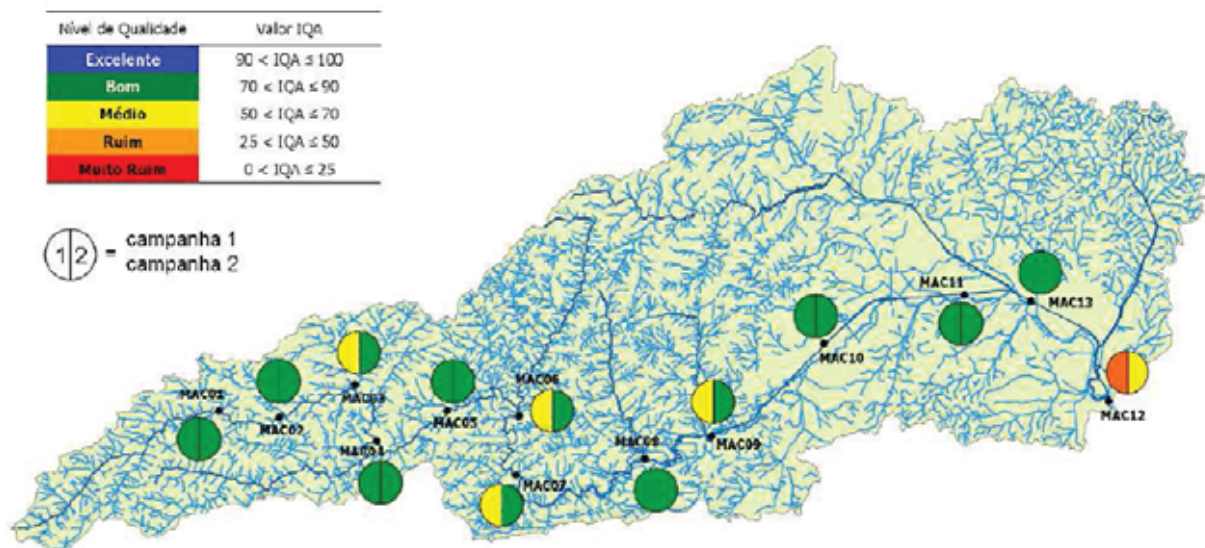


Figura 7.18: Cartograma dos resultados do IQA na bacia do rio Macaé (Pinheiro, 2008)

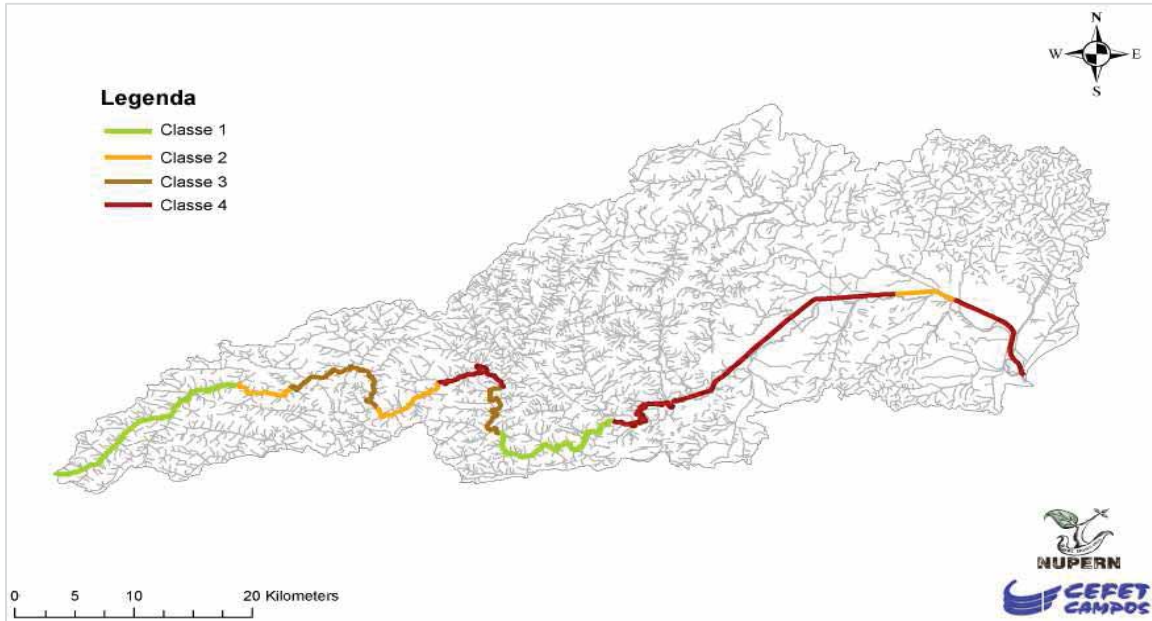


Figura 7.19: Cartograma da qualidade atual do Rio Macaé baseado na conformidade dos parâmetros analisados com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Pinheiro, 2008)

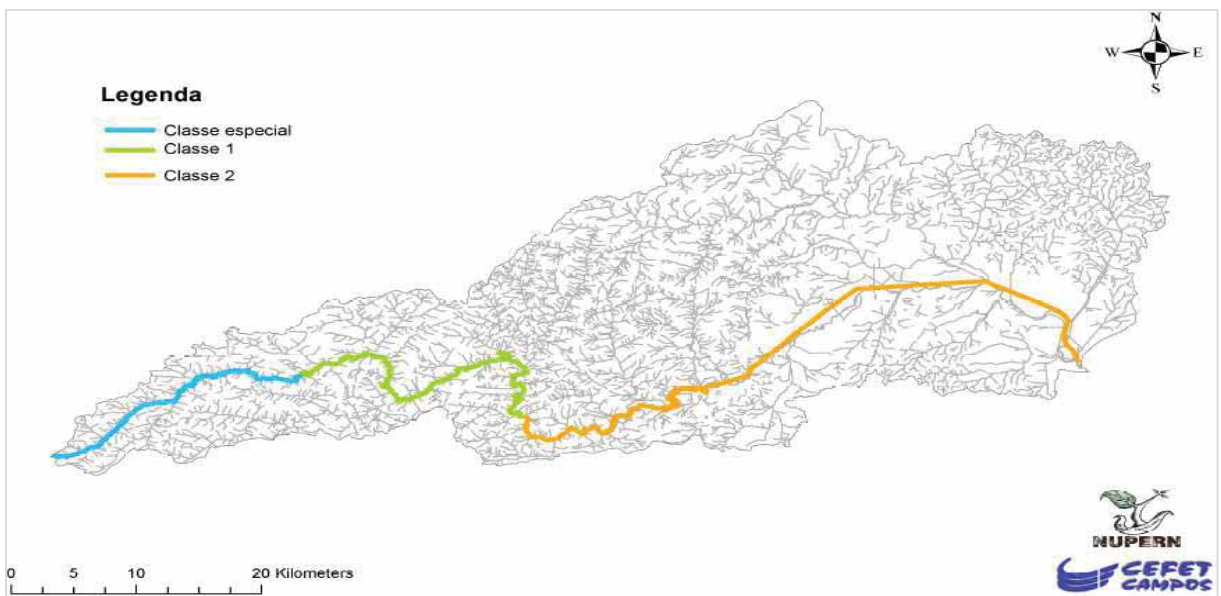


Figura 7.20: Cartograma da proposta preliminar de enquadramento do rio Macaé, baseado na avaliação da qualidade e dos usos da água realizada por PINHEIRO (2008)

- **Estudo de Matos (2008)**

Matos (2008) avaliou dados do monitoramento hídrico ambiental da UTE Mário Lago, localizada na bacia do rio Macaé, entre os anos de 2002 e 2008, localizada próxima ao km 164 da BR 101, na localidade de Severina, no município de Macaé, a 700 metros da Rodovia BR 101 e a 1.000 metros do rio Macaé, curso d'água utilizado para abastecimento do empreendimento.

No trabalho, o sistema de gestão ambiental da empresa foi examinado com foco no monitoramento de efluentes e qualidade da água do corpo receptor (rio Macaé).

De uma forma geral, o estudo mostrou que o lançamento do efluente da UTE não altera as condições do rio Macaé a montante do ponto de lançamento, com algumas poucas exceções que ocorreram esporadicamente (turbidez, óleos e graxas, etc.). No entanto, entre as conclusões da autora está a constatação de que o rio Macaé já vem poluído de montante, e que não atende a classe 2 da Resolução do CONAMA 357/2005 nos seguintes parâmetros: alumínio, ferro, cloro residual, DBO e coliformes fecais.

Os resultados do monitoramento da biota do rio Macaé, referente às campanhas de amostragem de fitoplâncton, zooplâncton, perifíton e bentos realizadas em 2008 foram comparados com os resultados de monitoramentos realizados ao longo dos anos decorridos desde que a usina entrou em operação. As estações a jusante apresentaram maior abundância fitoplanctônica do que a estação a montante do lançamento do efluente. Pode-se ressaltar que o ponto a montante do lançamento apresentou a maior riqueza, enquanto a maior abundância de organismos zooplanctônicos foi registrada para o ponto a jusante do lançamento.

- **Estudo de Benassuly (2009)**

No trabalho de Benassuly (2009), a autora estabeleceu como objetivo geral do trabalho, fornecer informações necessárias à operação adequada de rede de monitoramento na bacia do rio Macaé, com vistas a apoiar ações de gestão no âmbito do Comitê de Bacia.

A partir destas redes levantadas, a autora desenvolveu um trabalho utilizando o conceito de entropia que visa à avaliação da qualidade dos dados gerados em cada uma das estações de monitoramento, assim como à redundância existente nas diversas séries de dados visando à otimização das estações ou o redimensionamento da rede sob análise. Como resultado deste trabalho a seguinte rede de monitoramento, apresentada no Quadro 7.5 e Figura 7.21, contemplando qualidade das águas, fluviometria e pluviometria, foi proposta. A autora ainda fez algumas sugestões sobre os procedimentos de gestão do programa de monitoramento.



Figura 7.21: Cartograma da Rede de Monitoramento proposta para a bacia do rio Macaé (Benassuly, 2009).

Quadro 7.6: Estações da rede de monitoramento proposta para a bacia do rio Macaé (Benassuly, 2009)

Tipo	Pontos	Frequência	Responsável pela Operação
Fluviométrico	Macaé de Cima	A cada 15 minutos / diariamente às 7 e às 17 horas	CPRM
Fluviométrico	Galdinópolis	A cada 15 minutos / diariamente às 7 e às 17 horas	CPRM
Fluviométrico	Piller	A cada 15 minutos / diariamente às 7 e às 17 horas	CPRM
Fluviométrico	Captação Ponte do Baião	Diariamente às 7 e às 17 horas	Sistema Intermunicipal Casimiro / Rio das Ostras
Fluviométrico	Severina	A cada 15 minutos	CPRM
Pluviométrico	Faz. São João	A cada 15 minutos	CPRM
Pluviométrico	Galdinópolis	A cada 15 minutos	CPRM
Pluviométrico	Piller	A cada 15 minutos	CPRM
Pluviométrico	Faz. Oratório	A cada 15 minutos	CPRM
Qualidade	Severina	Semestral	CEDAE - Macaé
Qualidade	Severina	Semestral	PETROBRAS
Qualidade	Severina	Semestral	TERMO Mário Lago
Qualidade	Severina	Semestral	TERMO Norte Fluminense
Qualidade	Córrego Atalaia	Semestral	CEDAE - Macaé
Qualidade	Rio do Ouro	Semestral	EMHUSA
Qualidade	Córrego Roncador	Semestral	EMHUSA
Qualidade	Rio Tapera	Semestral	CAENF
Qualidade	Córrego Sibéria	Semestral	CAENF
Qualidade	Córrego Santa Margarida	Semestral	CAENF
Qualidade	Córrego Bananal	Semestral	CAENF
Qualidade	Córrego Tenal	Semestral	SAAE
Qualidade	Córrego Pai João	Semestral	SAAE
Qualidade	Córrego Ribeirão da Luz	Semestral	SAAE
Qualidade	Córrego Matumbo	Semestral	SAAE
Qualidade	Captação Ponte do Baião	Semestral / Bimestral	Sistema Intermunicipal Casimiro e Rio das Ostras/INEA ou CPRM
Qualidade	Lumiar	Bimestral	INEA ou CPRM
Qualidade	Sana	Semestral	INEA ou CPRM
Qualidade	Glicério	Semestral	INEA ou CPRM

• Dados de Monitoramentos Existentes

Existem dois programas de monitoramento na bacia do rio Macaé. São eles: Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e dos Sedimentos do Rio de Janeiro (INEA/DIMAM/GEAG, 2012) e o Programa de Monitoramento da UTE Norte Fluminense.

O primeiro, do INEA, prevê para os pontos MC002 (rio Macaé) e SP0050 (rio São Pedro), ambos na bacia do rio Macaé, amostragens de água bimestrais, na superfície, onde deverão ser determinados os seguintes parâmetros: OD, DBO, DQO, pH, condutividade, alcalinidade, resíduo não filtrado total, resíduo total, turbidez, cor, amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio kjeldahl, fosfato, fósforo total, cianetos, fenóis, metais pesados (Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni e Zn), coliformes e fitoplâncton quali e quantitativo. A Figura 7.22 e a Figura 7.23 mostram as distribuições de frequência de classe de qualidade da água, nos pontos monitorados pelo INEA, segundo os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005.

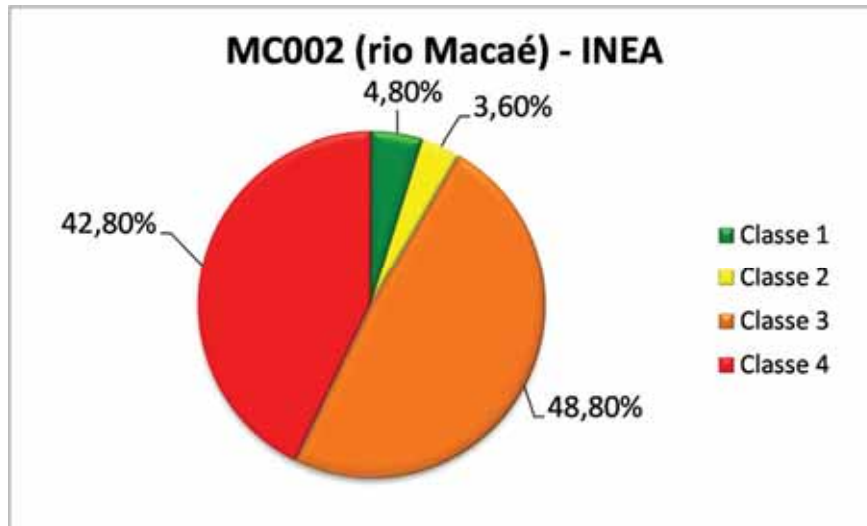


Figura 7.22: Distribuição da frequência, por classe da Resolução CONAMA nº 357/2005, para o ponto INEA MC002

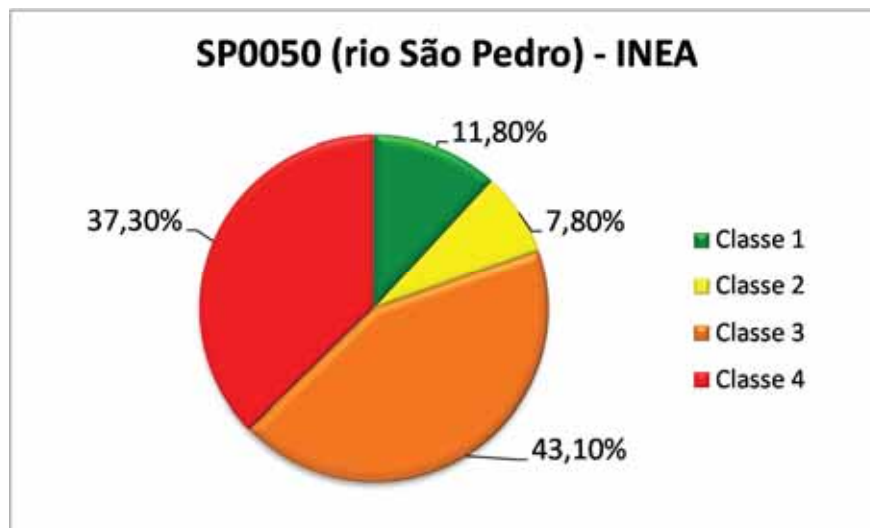


Figura 7.23: Distribuição classes CONAMA 357/2005 para ponto INEA SP0050

O Programa de Monitoramento da UTE Norte Fluminense desenvolvido pela Ecologus para a UTE Norte Fluminense, vem reunindo grande quantidade de dados nos dois pontos de monitoramento (M20 e J200), a montante e a jusante do empreendimento. Os parâmetros monitorados são: Alcalinidade Total, Cloretos, Condutividade, Cor, DBO, DQO, Dureza Total, Fenóis, Fósforo Inorgânico Solúvel, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total, OD, pH, Temperatura da água e do ar, Turbidez, Fitoplâncton, Perifiton, Coliformes Total e Fecal, e Estreptococcus Fecal.

No Quadro 7.7, a seguir, são apresentadas as distribuições de ocorrência das quatro classes, para estes dois pontos.

Quadro 7.7: Frequência de ocorrência das classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, para os pontos M20 e J200, em porcentagem (%)

Ponto de Amostragem	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
M20 (rio Macaé 20 metros a montante da captação UTE)	36,1	30,5	27,8	5,6
J200 (rio Macaé 200 metros a jusante da captação UTE)	30,6	19,4	25	25

• **Dados Primários - Monitoramento da Qualidade da Água Superficial do Rio Macaé**

Para a realização das 3 campanhas realizadas foram alocados Pontos de Amostragem (PAs) em diferentes trechos do rio Macaé (Quadro 7.8 e Figura 7.24).

Quadro 7.8:Localização das estações amostrais no rio Macaé

EAs	Localização	Coordenadas Geográficas
MACAÉ01	A montante de Macaé de Cima	22° 22' 19" S e 42° 27' 43" W
MACAÉ02	A montante da confluência com o rio Bonito	22° 23' 07" S e 42° 18' 38" W
MACAÉ03	A jusante da confluência com o rio Bonito	22° 23' 29" S e 42° 18' 22" W
MACAÉ04	A montante da confluência com o rio Sana	22° 21' 54" S e 42° 12' 31" W
MACAÉ05	A jusante da confluência com o rio Sana	22° 22' 20" S e 42° 12' 25" W
MACAÉ06	A montante da confluência com o córrego D'anta	22° 23' 17" S e 42° 04' 56" W
MACAÉ07	A jusante da confluência com o córrego D'anta	22° 23' 20" S e 42° 03' 56" W
MACAÉ08	A montante da confluência com o rio São Pedro	22° 17' 46" S e 41° 53' 36" W
MACAÉ09	A jusante da confluência com o rio São Pedro	22° 18' 23" S e 41° 49' 20" W
MACAÉ10	A montante da confluência com o "canal de drenagem"	22° 19' 41" S e 41° 47' 11" W
MACAÉ11	Foz do rio Macaé	22° 22' 11" S e 41° 46' 37" W

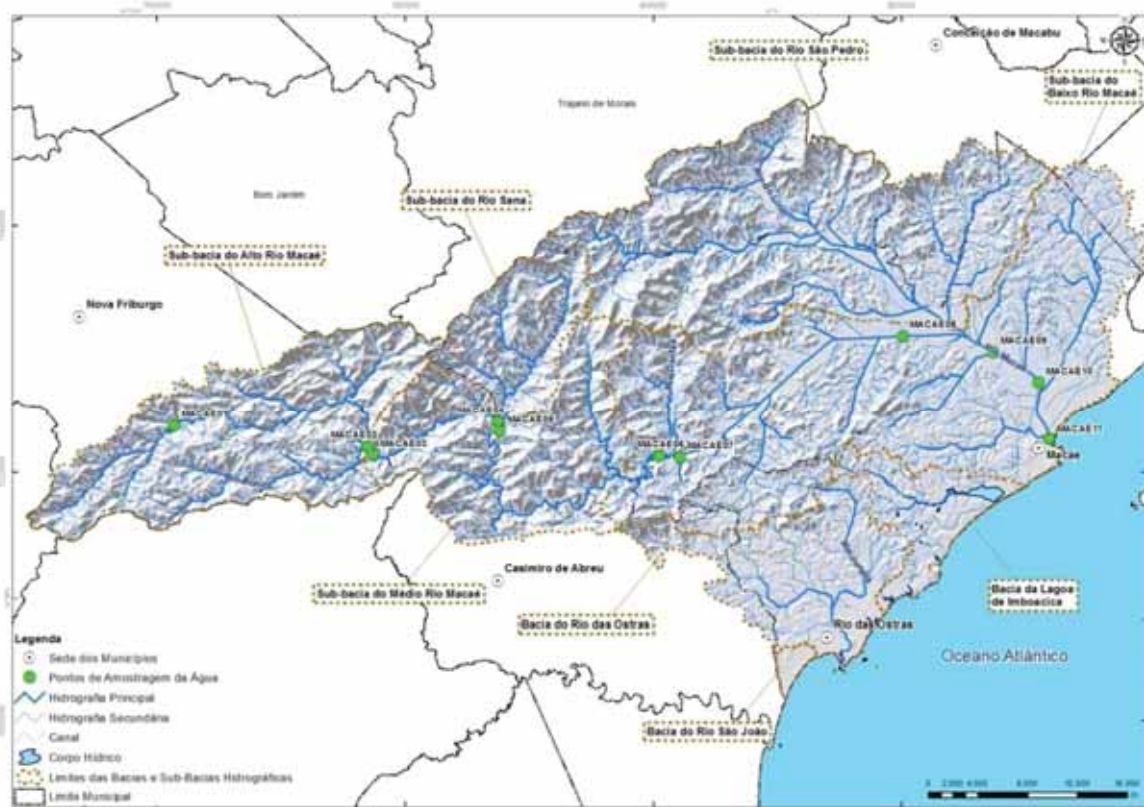


Figura 7.24:Distribuição dos pontos de amostragem de água superficial no rio Macaé

No Quadro 7.9 encontram-se os resultados dos PA's no rio Macaé e os valores de IQA -CETESB e a classificação segundo os padrões da Resolução CONAMA nº 357/05.

As três campanhas realizadas foram distribuídas do seguinte modo:

- Primeira campanha: Campanha piloto (outono de 2012), para fins de conhecimento da área, definição dos pontos de amostragem e da logística de coleta, entrosamento da equipe de campo com o laboratório do INEA, etc. Por se tratar de uma campanha piloto, ou seja, destinada à verificação inicial, identificou-se posteriormente a necessidade de incorporação de parâmetros para a complementação do diagnóstico da qualidade da água da região. Desta forma foram incluídos os parâmetros cloreto, nitrito, nitrato, clorofila-a e alguns metais e pesticidas nas campanhas subsequentes;
- Segunda campanha: Campanha de águas baixas (inverno de 2012). Nesta campanha incluiu-se a avaliação de carbono orgânico total (COT) somente para o estabelecimento de uma comparação com a DBO, em função de a mesma ter apresentado resultados sempre abaixo de 2 mg O₂.L⁻¹ na primeira campanha; e
- Terceira campanha: Campanha de águas altas (verão 2013).

Para sintetizar os resultados, foram utilizados os padrões de classe de qualidade determinados pela Resolução CONAMA nº 357/2005, apresentados na Figura 7.26, na Figura 7.27 e na Figura 7.28, com faixas de qualidade para os trechos do rio, nas três campanhas de amostragens.

Também na busca de síntese, utilizou-se o Índice de Qualidade da Água – IQA para os 11 (onze) pontos de amostragem estudados no rio Macaé, de acordo com a Figura 7.29, a Figura 7.30 e a Figura 7.31.

Quadro 7.9: Dados de qualidade da água dos pontos de amostragem na Bacia do Rio Macaé

Parâmetros	Campanha	MACAE 01	MACAE 02	MACAE 03	MACAE 04	MACAE 05	MACAE 06	MACAE 07	MACAE 08	MACAE 09	MACAE 10	MACAE 11
Temperatura da Água (°C)	1ª.	14	16,2	16,2	16,5	17	21	21,6	24,1	24,8	25	25
	2ª.	15,9	16,7	16,8	18,8	19,9	25	25	25,5	24,3	21,6	20,5
	3ª.	19,7	24,9	25,7	27,8	27,6	25,6	27,6	30,8	32,2	30,5	28,8
Cor (mg Pt/L)	1ª.	25	30	30	30	30	28	30	45	50	45	45
	2ª.	11	13	8	7	< 5	13	11	16	20	23	< 5
	3ª.	30	28	19	20	12	20	16	28	25	18	6
Turbidez (NTU)	1ª.	14	5	5	4	10	11	13	14	12	11	12
	2ª.	20	7	2	4	3	11	7	18	10	9	10
	3ª.	3	6	6	6	5	12	14	20	17	22	17
Sólidos Totais (mg/L)	1ª.	30	42	42	46	44	56	52	64	57	74	1080
	2ª.	23	32	46	395	503	43	72	80	69	55	6479
	3ª.	33	55	37	27	30	63	64	59	66	65	1305
pH	1ª.	7,3	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	6,8	7,2	6,7	6,3
	2ª.	7,2	7,7	7,8	7,7	7,8	7,3	7,3	7,3	7,3	7,5	7,6
	3ª.	7,2	7,7	7,4	7,2	7,2	6,9	6,8	6,9	6,9	6,9	7,6
Condutividade Elétrica da Água (µS/cm ⁻¹)	1ª.	10	17	17	16	17	19	20	28	46	8100	1966
	2ª.	12	20	20	19	21	24	24	27	42	34	9800
	3ª.	54	25	24	21	23	35	27	38	32	38	3000
Cloreto (mg/L)	2ª.	1	1	2	7	2	2	2	3	4	4	2917
	3ª.	2	6	7	2	2	2	3	4	3	4	631
	1ª.	4,8	4,8	4,8	10	9,4	8,6	8,8	4,3	3,8	3,7	1,7
Oxigênio Dissolvido - OD (mg O ₂ /L)	2ª.	9,4	9,6	9,2	9,2	9,6	8,6	8	8,4	8,8	8,8	7,8
	3ª.	8,2	8,2	7,8	7,8	7,6	7,4	7,4	7	6,8	6,4	7
	1ª.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg O ₂ /L)	2ª.	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	3ª.	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	1ª.	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0

Parâmetros	Campanha	MACAE 01	MACAE 02	MACAE 03	MACAE 04	MACAE 05	MACAE 06	MACAE 07	MACAE 08	MACAE 09	MACAE 10	MACAE 11
Carbono Orgânico Total – COT (mg/L)	2ª.	1,55	1,27	1,23	1,79	1,6	1,16	1,17	2,13	1,5	6,21	0,67
	3ª.											
Nitrogênio Amoniacal Dissolvido (mg N/L)	1ª.	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,06	0,07	0,05	0,74
	2ª.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,11
Nitrito (mg N-NO ₂ /L)	3ª.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,02
	2ª.	<0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,22
Nitrito (mg N-NO ₃ /L)	3ª.	0,008	0,007	0,006	0,008	0,006	0,007	0,007	0,006	0,006	0,007	0,05
	2ª.	0,08	0,1	0,08	0,06	0,05	0,07	0,07	0,12	0,14	0,13	0,14
Orto-fosfato (mg/L)	3ª.	0,13	0,16	0,13	0,11	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,17	0,12
	1ª.	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,06
Fósforo Total (mg P/L)	2ª.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3ª.	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,02
Clorofila a (µg/L)	1ª.	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,03	0,03	0,05	0,13
	2ª.	0,02	0,03	< 0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	< 0,01	< 0,01	0,02	0,04
Cádmio Total (mg/L)	3ª.	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	< 0,01	0,05	0,02	0,08	0,11	0,09
	2ª.	2,02	0,4	0	0	2,41	0,37	0,71	1,07	1,6	1,6	0,53
Chumbo Total (mg/L)	3ª.	2,2	1,3	0,4	1,7	2,5	6,1	6,2	6,2	4	8,2	8,4
	2ª.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Mercúrio Total (mg/L)	3ª.	< 0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005
	2ª.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04
Alumínio Total (mg/L)	3ª.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
	2ª.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Cianeto (mg/L)	3ª.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	2ª.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,25	0,15	0,1	0,2
Cianeto (mg/L)	3ª.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	0,75
	2ª.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cianeto (mg/L)	3ª.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	2ª.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Parâmetros	Campanha	MACAE 01	MACAE 02	MACAE 03	MACAE 04	MACAE 05	MACAE 06	MACAE 07	MACAE 08	MACAE 09	MACAE 10	MACAE 11
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1ª.	49	130	130	45	1300	130	130	780	200	450	920000
	2ª.	45	130	170	20	68	78	130	45	78	130	4900
	3ª.	230	490	330	130	230	1000	490	330	490	490	16000
Densidade de Cianobactérias (células/mL)	1ª.	0	23	23	81	23	27	10	21	102	176	18
	2ª.	0	0	33	0	0	29	0	80	64	0	0
	3ª.	8	92	42	19	250	12	12	12	12	12	545
Tipo de Água	1ª.	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Salobra	Salina
	2ª.	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Salobra
	3ª.	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Doce	Salobra
Classificação Conama 357/2005	1ª.	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 3	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 3	> CLASSE 3
	2ª.	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	CLASSE 1	> CLASSE 3
	3ª.	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 1	CLASSE 3	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 2	CLASSE 3	> CLASSE 3
IQA NSF/CETESB	1ª.	67	65	67	79	68	75	75	62	63	---	---
	2ª.	78	76	76	79	74	77	77	78	77	78	---
	3ª.	74	71	73	76	75	69	71	72	71	70	---
Classificação IQA NSF/CETESB	1ª.	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BOM	REGULAR	BOM	BOM	REGULAR	REGULAR	---	---
	2ª.	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	---
	3ª.	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM	REGULAR	BOM	BOM	BOM	REGULAR	---

Legenda de cores:

Classe 1	VERDE
Classe 2	AMARELO
Classe 3	LARANJA
Classe 4	VERMELHO

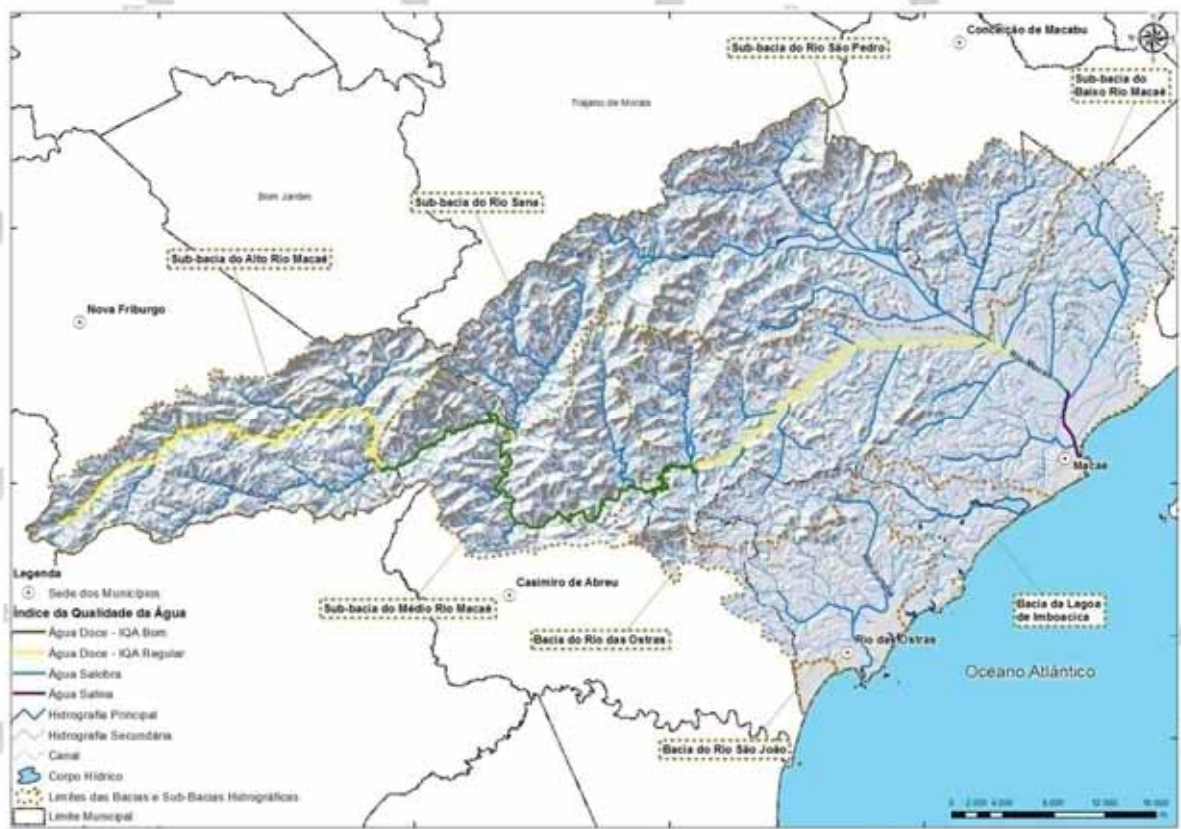


Figura 7.25: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 1ª. campanha de amostragens (outono/2012)

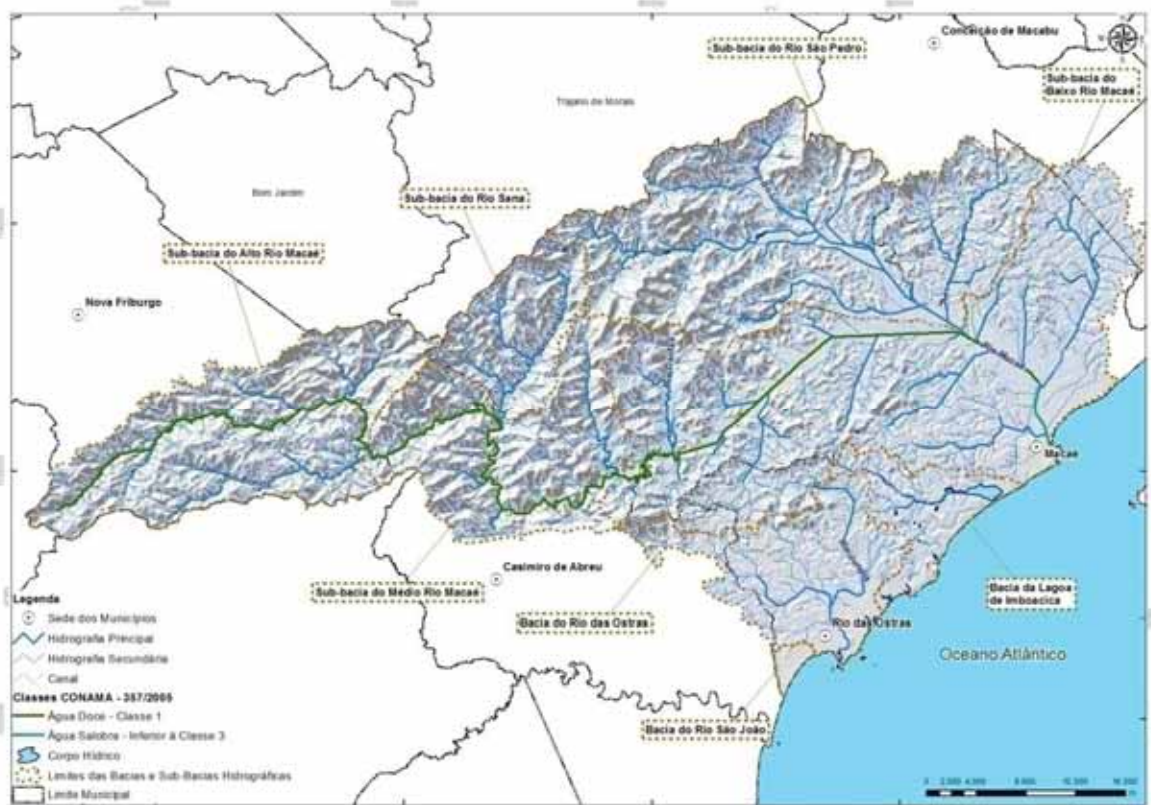


Figura 7.26: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 2ª. campanha de amostragens (inverno/2012)

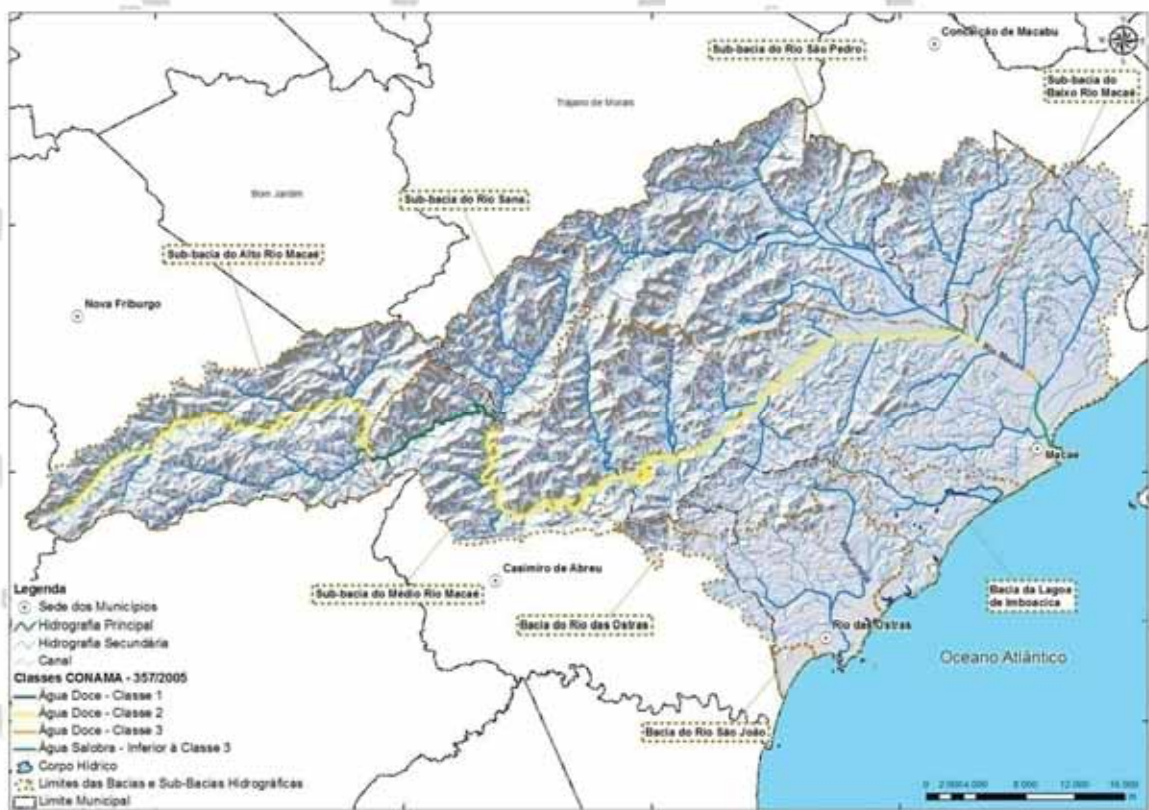


Figura 7.27: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio Macaé, 3ª. campanha de amostragens (verão/2013)

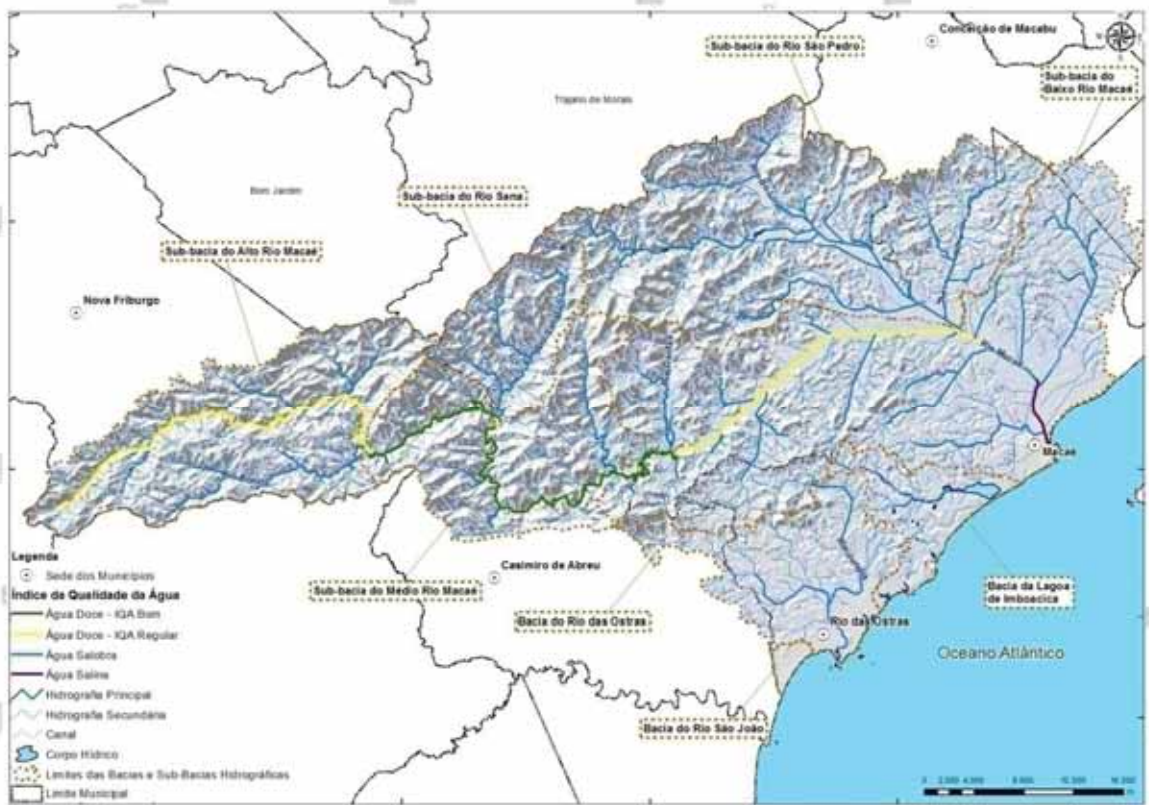


Figura 7.28: Mapa de IQAs do rio Macaé - 1ª. Campanha de Amostragens (outono/2012)

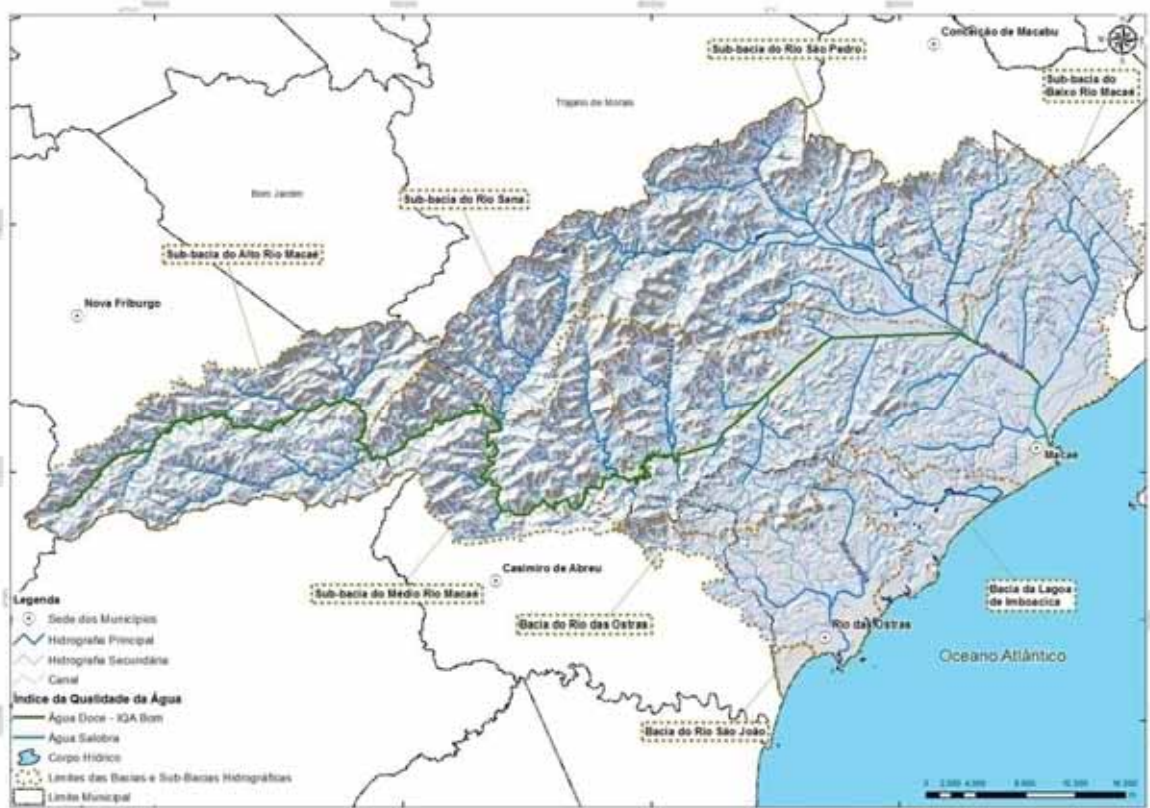


Figura 7.29: Mapa de IQAs do rio Macaé - 2ª. Campanha (inverno/2012)

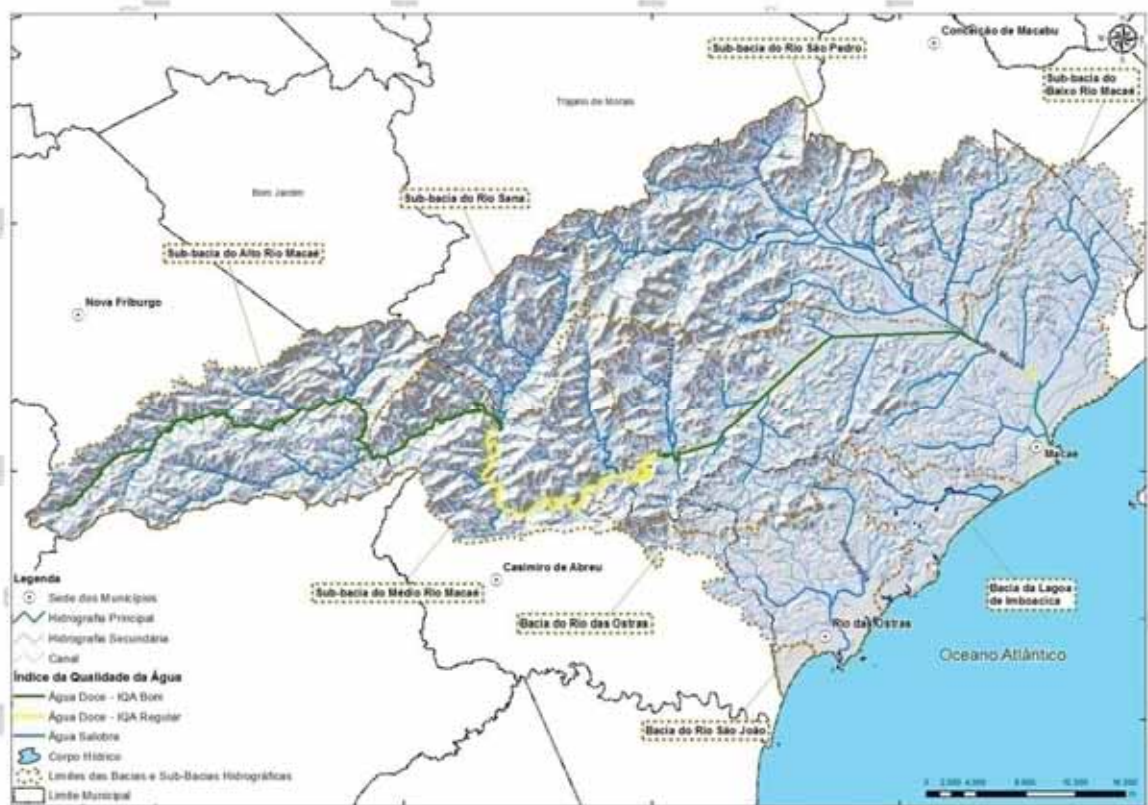


Figura 7.30: Mapa de IQAs do rio Macaé - 3ª. Campanha (verão/2013)

A partir dos estudos anteriormente apresentados e das três campanhas de amostragens, é possível fazer-se o seguinte diagnóstico:

- Sobre a qualidade da água superficial do rio Macaé, inicialmente, pode-se dizer que o rio possui em geral uma boa qualidade, principalmente em seus trechos superior e médio. No trecho inferior a qualidade da água sofre alterações devido a maior concentração humana e as influências naturais dos manguezais e da salinidade das marés;
- As águas da bacia apresentam boa qualidade nas cabeceiras, seguido de trechos afetados pelos lançamentos de esgotos domésticos sem tratamento adequado, intercalados por trechos de melhor qualidade, e piorando no seu trecho final;
- A influência das chuvas é marcante, determinando uma piora na qualidade das águas superficiais, principalmente devido ao escoamento superficial que ocorre com maior intensidade no período chuvoso. As características mais afetadas são turbidez e coliformes termotolerantes, caracterizando a poluição doméstica como preponderante na bacia. Esta tendência de qualidade da água também foi observada através das campanhas de amostragens realizadas, conforme pode ser visto comparando-se as classes do Conama 357/2005 e os IQAs da 2ª. campanha (inverno/2012) com os da 3ª. campanha (verão/2013). Na bacia do rio Macaé, o verão é caracterizado como a estação mais chuvosa;
- Na região do alto Macaé é nítida a influência dos conglomerados urbanos na qualidade das suas águas, evidenciando a falta de um tratamento adequado dos efluentes urbanos;
- Os resultados do monitoramento realizado pelo INEA, nos rios Macaé e São Pedro, sugerem a presença de contaminação agroindustrial de montante (fenóis, metais, e agrotóxicos);
- Os resultados da classificação dos rios em classes da Resolução CONAMA nº 357/2005 devem ser encarados com cuidado, uma vez que comparações entre programas de monitoramento, com diferentes cartéis de parâmetros, podem superestimar a qualidade das águas (quantidade de parâmetros determinados em cada programa);
- Também, deve-se considerar que a classificação (CONAMA nº 357/2005) feita foi utilizada para condensar as informações de qualidade da água disponíveis, assim como foi feito com o uso do IQA. Não se pretendeu, com isso, sugerir qualquer coisa em termos de enquadramento;
- Ainda, o estudo estatístico realizado a partir dos dados dos pontos MC 002 e SP 0005 dos rios Macaé e São Pedro, respectivamente, reforça o cuidado que se deve tomar com a classificação feita;
- No baixo rio Macaé, o efeito de maré se faz sentir até o ponto de confluência dos rios Macaé e São Pedro, com maior ou menor intensidade, dependendo das ocorrências de vazões fluviais de cheia ou estiagem, e de maré de sizígia ou de quadratura. Este efeito inclui nível da água e intrusão salina;
- Esta salinidade foi evidenciada pelos parâmetros cloretos e condutividade elétrica no ponto mais perto da foz do rio Macaé;
- A partir das campanhas de amostragem realizadas constatou-se a necessidade de densificar os pontos de amostragem e de aumentar o número de parâmetros monitorados, de forma a possibilitar um maior detalhamento da classificação das águas da bacia. Esta conclusão é corroborada pelo trabalho de BENASSULY (2009);
- Em síntese, nas três campanhas de amostragens realizadas (outono/2012, inverno/2012 e verão/2013) o parâmetro que mais causou situações de inconformidade com os padrões da resolução Conama nº 357/2005 foram os coliformes termotolerantes.

7.1.2.2 Bacia do Rio das Ostras

Poucos estudos foram encontrados nesta bacia. Dentre eles, dois merecem destaque: a dissertação de mestrado que apresenta uma análise ambiental do rio das Ostras, realizada através do levantamento das características físicas, bióticas e antrópicas da macrorregião da bacia, a partir de estudos prévios (Prioste, 2007); e um artigo científico que trata do processo de ocupação de Rio das Ostras, sua relação direta com a existência ou não de legislação ambiental e urbanística, e os impactos nos recursos hídricos do município (Gomes, 2009).

- **Estudo de Prioste (2007)**

O estudo apresentado em Prioste (2007) tem entre seus objetivos específicos a caracterização dos meios físico, biótico e antrópico, bem como a realização de um inventário do uso da água para a bacia do rio das Ostras. Os resultados obtidos constam no Quadro 7.10.

Quadro 7.10: Resultado da análise de qualidade das águas da bacia do rio das Ostras (PMRO, 2004 apud Prioste, 2007)

Parâmetro	Unidade	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Temperatura	°C	25	26	26	26	26	26	26
Sólidos totais	mg/L	1.600	1.420	1.660	1.940	1.740	1.586	11800
Turbidez	NTU	8,40	9,60	9,40	10,30	9,50	11,20	13,10
pH	Sorensen	7,4	7,7	7,6	7,6	7,9	7,9	8,1
OD	mg/L	4,1	4,4	4,4	4,8	4,0	4,6	4,1
DBO	mg/L	16	28	28	14	9	38	60
DQO	mg/L	25	50	55	25	14	73	180
P _{total}	mg/L	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	<0,01
N _{total}	mg/L	0,70	14,00	7,20	8,60	3,70	1,70	4,00
N _{kjeldahl}	mg/L	0,06	11,00	5,70	7,10	3,10	1,60	3,85
Coliforme total	NMP/100mL	1.720	2.820	2.014	2.382	2.581	1.482	3.420
Coliforme fecal	NMP/100mL	202	1.000	300	852	626	309	1.600
Condutividade superficial	us/cm	5.050	4.580	4.900	14.310	19.270	17.030	99.600
Condutividade de fundo	us/cm	5.230	4.690	5.090	21.400	33.300	83.600	99.600
Sanidade superficial	g/kg	2,60	2,40	2,60	8,30	11,40	10,00	66,00
Sanidade de fundo	g/kg	2,80	2,40	2,70	12,80	20,60	58,70	67,00

- **Estudo de Gomes (2009)**

No trabalho de Gomes (2009) consta uma descrição detalhada da bacia do rio das Ostras, incluindo a bacia da lagoa Iriry, relativamente à ocupação das margens e a situação dos recursos hídricos envolvidos.

Ela classifica o rio Iriry como área de expansão urbana e relata que este rio foi retificado e sua mata ciliar removida em vários trechos, principalmente para utilização com a pecuária e a agricultura. Um dos principais problemas do rio é o processo de assoreamento causado tanto pela remoção da mata ciliar quanto, neste caso, por partículas de solo transportadas pela chuva, advindas de obras de terraplanagem a montante. Já o rio Jundiá, ou canal Jundiá, apresenta como seu maior problema a ocupação humana sem planejamento ou obediência às legislações ambiental e urbana. Há o despejo clandestino de esgoto sanitário e também de lixo domiciliar no canal. Em grandes trechos, a mata ciliar foi removida e

substituída pela pecuária, agricultura ou ocupação urbana. Nas épocas de chuvas intensas, essa área sofre com alagamentos.

A autora entende que o rio das Ostras é formado pelos rios Iriry e Maurício, nascendo com o nome rio Jundiá. Percorre 29 km descrevendo uma série de meandros até desaguar no oceano Atlântico. Deve-se ressaltar que existe um outro entendimento, de que o rio das Ostras seria formado a partir da confluência do Jundiá e do Iriry. O rio das Ostras atravessa áreas urbanas, compostas pelos bairros de Boca da Barra, Nova Esperança, Ilha e Nova Cidade, pela margem direita, e Jardim Mariléia, Costa Azul, Colinas e Bosque Beira-Rio, pela margem esquerda. Recebe todo tipo de dejetos, tais como pneus, lixos plásticos e latas. Parte do seu curso foi canalizado e áreas de várzeas e de mangue foram aterradas para urbanização.

Já na área da Lagoa Iriry, existe apenas uma breve citação a respeito da Área de Proteção Ambiental da lagoa do Iriry, criada por Decreto Municipal, e regulada posteriormente, em 2003, sendo seu Plano de Manejo elaborado em 2004. O entorno da lagoa sofria intensa pressão da especulação imobiliária, porém, com a criação da APA, o uso e a ocupação do solo na região estão controlados e ordenados.

- **Dados Existentes de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais**

Não foram encontrados dados de monitoramento em andamento nesta bacia.

- **Dados Primários - Monitoramento da Qualidade da Água Superficial do Rio das Ostras**

Os Pontos de Amostragem (PAs) alocados em diferentes trechos do rio das Ostras, assim como no seu afluente rio Iriry, são mostrados na figura a seguir e no Quadro 7.11.

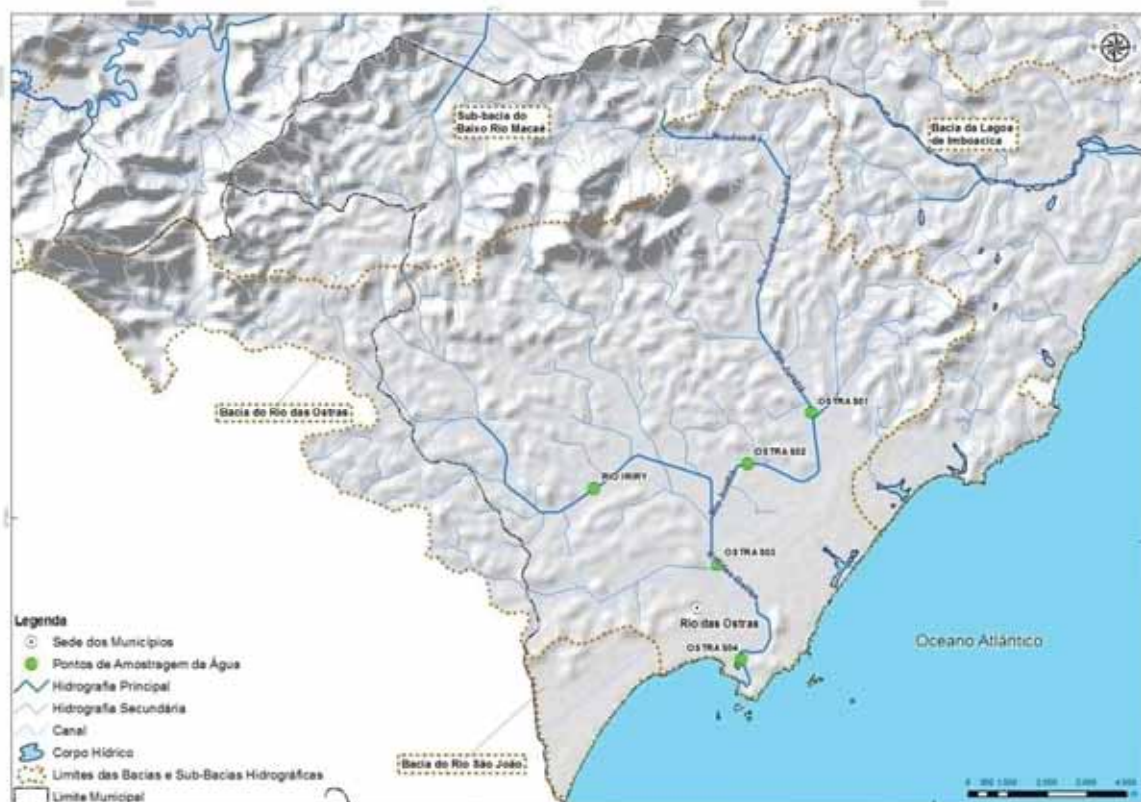


Figura 7.31: Distribuição dos pontos de amostragens de água superficial no rio das Ostras e rio Iriry

Quadro 7.11:Localização das estações amostrais no rio das Ostras e rio Iriry

EAS	Localização	Coordenadas Geográficas
OSTRAS01	Rio Jundiá, a montante da área urbana – Zona Rural	22 28 20 S e 41 55 14 W
OSTRAS02	Rio Jundiá, a montante da confluência com o rio Iriry	22 29 03 S e 41 56 09 W
RIO IRIRY	Rio Iriry, antes da confluência com o rio das Ostras	22 29 26 S e 41 58 24 W
OSTRAS03	Rio das Ostras, a jusante da confluência dos rios Jundiá e Iriry, montante do valão das Corujas	22 30 26 S e 41 56 34 W
OSTRAS04	Rio das Ostras, foz	22 31 43 S e 41 56 11 W

As três campanhas realizadas foram distribuídas do seguinte modo:

- Primeira campanha: Campanha piloto (outono de 2012), para fins de conhecimento da área, definição dos pontos de amostragem e da logística de coleta, entrosamento da equipe de campo com o laboratório do INEA, etc. Por se tratar de campanha piloto, ou seja, destinada à verificação inicial, identificou-se posteriormente a necessidade de incorporação de parâmetros para completar o diagnóstico da qualidade da água da região. Desta forma foram incluídos os parâmetros cloreto, nitrito, nitrato, clorofila-a e alguns metais e pesticidas nas campanhas subsequentes;
- Segunda campanha: Campanha de águas baixas (inverno de 2012), na qual foi acrescentado um ponto de amostragens no rio Iriry, a montante da confluência no rio das Ostras. Incluiu-se também a análise de carbono orgânico total (COT), somente para o estabelecimento de uma comparação com a DBO; e
- Terceira campanha: Campanha de águas altas (verão 2013).

Os resultados obtidos nas três campanhas realizadas no rio das Ostras e rio Iriry são apresentados por Ponto de Amostragem (PAs) alocados em cinco diferentes trechos dos referidos rios, conforme pode ser visto no Quadro 7.12.

Quadro 7.12:Dados de campo das Estações Amostrais na Bacia do Rio das Ostras e Iriry

Parâmetros	Campanha	OSTRAS 01	OSTRAS 02	RIO IRIRY	OSTRAS 03	OSTRAS 04
Temperatura da Água (°C)	1ª.	25	27		26,3	25,9
	2ª.	20,7	21,1	20,4	19,4	18,5
	3ª.	30,3	29,5	30,4	28	25,3
Cor (mg Pt/L)	1ª.	35	35		38	35
	2ª.	36	30	> 70	32	17
	3ª.	> 70	35	> 70	15	< 5
Turbidez (NTU)	1ª.	5	29		20	8
	2ª.	6	39	19	39	17
	3ª.	16	29	30	25	12
Sólidos Totais (mg/L)	1ª.	164	429		3980	22931
	2ª.	214	5404	231	7092	15399
	3ª.	680	32	4656	6	55
pH	1ª.	5,7	6,6		6,9	7
	2ª.	7,1	7,3	6,8	7,4	7,7
	3ª.	6,9	8,2	6,8	8	8,4
Condutividade Elétrica	1ª.	208	617		6500	200000

Parâmetros	Campanha	OSTRAS 01	OSTRAS 02	RIO IRIRY	OSTRAS 03	OSTRAS 04
da Água ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	2 ^a .	104	7980	177	9900	33400
	3 ^a .	172	16000	194	39700	51300
Cloreto (mg/L)	2 ^a .	21	2601	43	2773	5777
	3 ^a .	30	5158	100	9179	10056
Oxigênio Dissolvido – OD (mg O ₂ /L)	1 ^a .	4,4	4		2	4,2
	2 ^a .	5	4,4	5	4,6	5,4
	3 ^a .	3	9,4	4	6,6	6,2
Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO (mg O ₂ /L)	1 ^a .	2	2		2	2
	2 ^a .	< 2	5,2	< 2,0	5,2	2
	3 ^a .	5,6	5,8	< 2,0	2,8	< 2,0
Carbono Orgânico Total – COT (mg/L)	2 ^a .	15,7	5,6	11,1	14,7	11,5
	3 ^a .					
Nitrogênio Amoniacal Dissolvido (mg N/L)	1 ^a .	0,08	0,9		0,6	0,18
	2 ^a .	< 0,01	< 0,01	1,1	< 0,01	0,02
	3 ^a .	0,01	0,94	0,27	0,34	0,05
Nitrito (mg N-NO ₂ /L)	2 ^a .	0,006	0,32	0,005	0,4	0,005
	3 ^a .	0,009	1	0,01	0,07	< 0,001
Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	2 ^a .	< 0,01	0,25	0,09	0,29	0,24
	3 ^a .	< 0,01	0,14	0,02	0,1	8
Orto-fosfato (mg/L)	1 ^a .	0,01	0,01		0,01	0,01
	2 ^a .	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3 ^a .	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,04
Fósforo Total (mg P/L)	1 ^a .	0,02	0,05		0,1	0,07
	2 ^a .	0,06	0,14	0,05	0,11	0,06
	3 ^a .	0,03	0,09	0,07	0,2	0,05
Clorofila a ($\mu\text{g}/\text{L}$)	2 ^a .	0	0	0	23,9	0
	3 ^a .	0	4	0	9,8	17,8
Cádmio Total (mg/L)	2 ^a .	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	NA
	3 ^a .	0,002	NA	0,002	NA	NA
Chumbo Total (mg/L)	2 ^a .	< 0,01	0,03	< 0,01	0,04	NA
	3 ^a .	< 0,01	NA	< 0,01	NA	NA
Mercúrio Total (mg/L)	2 ^a .	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	3 ^a .	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Alumínio Total (mg/L)	2 ^a .	0,1	0,25	0,2	0,2	0,1
	3 ^a .	0,6	0,75	1,3	1	1
Cianeto (mg/L)	2 ^a .	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	3 ^a .	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	1 ^a .	78	4900		49000	33000
	2 ^a .	490	7900	330	7900	3300
	3 ^a .	230	9200	2400	2400	16000
Densidade de Cianobactérias (células/mL)	1 ^a .	28	104		95	121
	2 ^a .	111	110	104	260	0
	3 ^a .	0	1458	653	0	0

Parâmetros	Campanha	OSTRAS 01	OSTRAS 02	RIO IRIRY	OSTRAS 03	OSTRAS 04
Tipo de Água	1ª.	Doce	Doce		Salobra	Salina
	2ª.	Doce	Salobra	Doce	Salobra	Salobra
	3ª.	Doce	Salobra	Doce	Salobra	Salina
Classificação Conama 357/2005	1ª.	CLASSE 3	CLASSE 4		> CLASSE 3	> CLASSE 3
	2ª.	CLASSE 2	> CLASSE 3	CLASSE 2	> CLASSE 3	> CLASSE 3
	3ª.	CLASSE 4	> CLASSE 3	CLASSE 3	> CLASSE 3	> CLASSE 3
IQA NSF/CETESB	1ª.	59	47		---	---
	2ª.	66	---	63	---	---
	3ª.	55	---	93	---	---
Classificação IQA NSF/CETESB	1ª.	REGULAR	RUIM		---	---
	2ª.	REGULAR	---	REGULAR	---	---
	3ª.	REGULAR	---	EXCELENTE	---	---

Legenda de cores:

Classe 1	VERDE
Classe 2	AMARELO
Classe 3	LARANJA
Classe 4	VERMELHO

Desta forma, a qualidade da água nos pontos avaliados no rio das Ostras e rio Iriry apresentou, segundo os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005, as seguintes características:

- Na 1ª. campanha de amostragens (outono/2012), classe 3 (águas doces) para o ponto de amostragem OSTRAS 01, classe 4 (águas doces) para o ponto OSTRAS 02, qualidade inferior à classe 3 (águas salobras) para o ponto OSTRAS 03 e qualidade inferior à classe 3 (águas salinas) para o ponto OSTRAS 04 (Figura 7.32). O rio Iriry não foi analisado nesta campanha;
- Na 2ª. campanha (inverno/2012) os pontos OSTRAS 01 e RIO IRIRY apresentaram características de classe 2 (águas doces) e os pontos OSTRAS 02, 03 e 04 características de qualidade inferiores aos padrões para classe 3 (águas salobras) (Figura 7.33); e
- Na 3ª. campanha (verão 2013) o ponto OSTRAS 01 apresentou características de classe 4 (águas doces), devido ao oxigênio dissolvido; o RIO IRIRY de classe 3 (águas doces), em função dos parâmetros cor, OD, cádmio total e coliformes; os demais pontos estudados ficaram com parâmetros fora dos padrões até mesmo para classe 3 (águas salobras), OSTRAS 02 e OSTRAS 04 em decorrência dos coliformes termotolerantes e OSTRAS 03 devido ao fósforo total (Figura 7.34).

Os seis mapas apresentados a seguir espacializam as classes conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 e o IQA.

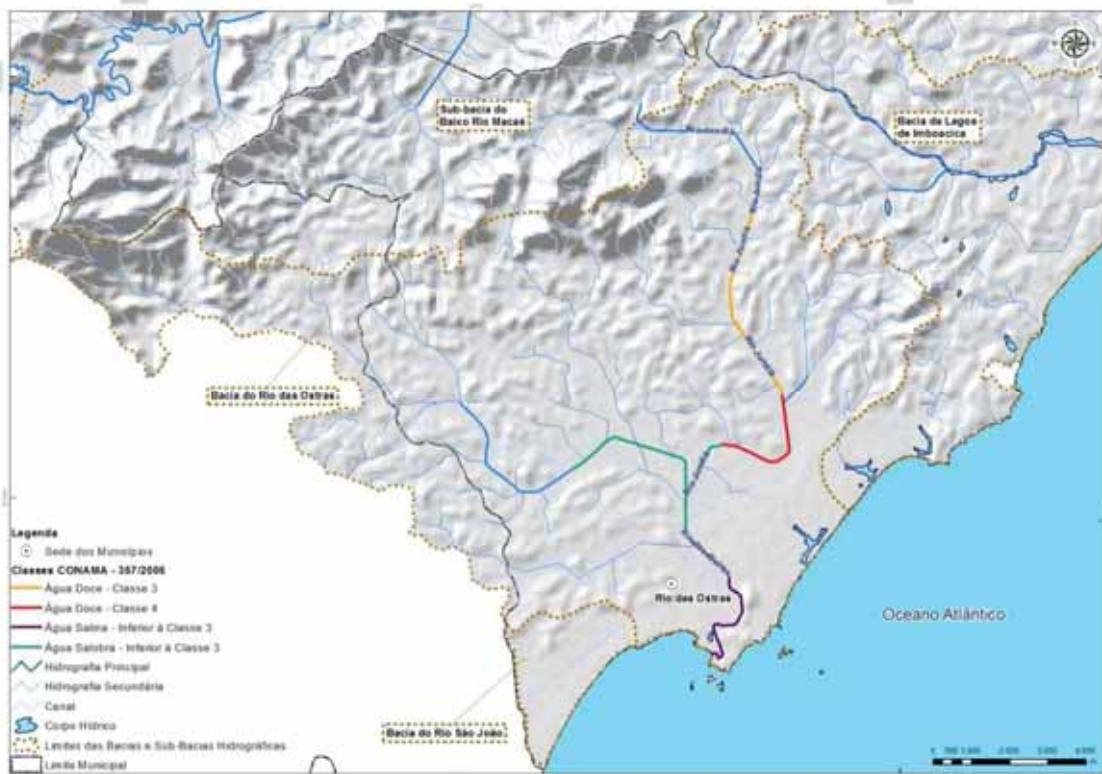


Figura 7.32: Mapa de classes Conama 357/2005, Rio das Ostras, 1ª. campanha de amostragens (outono/2012)

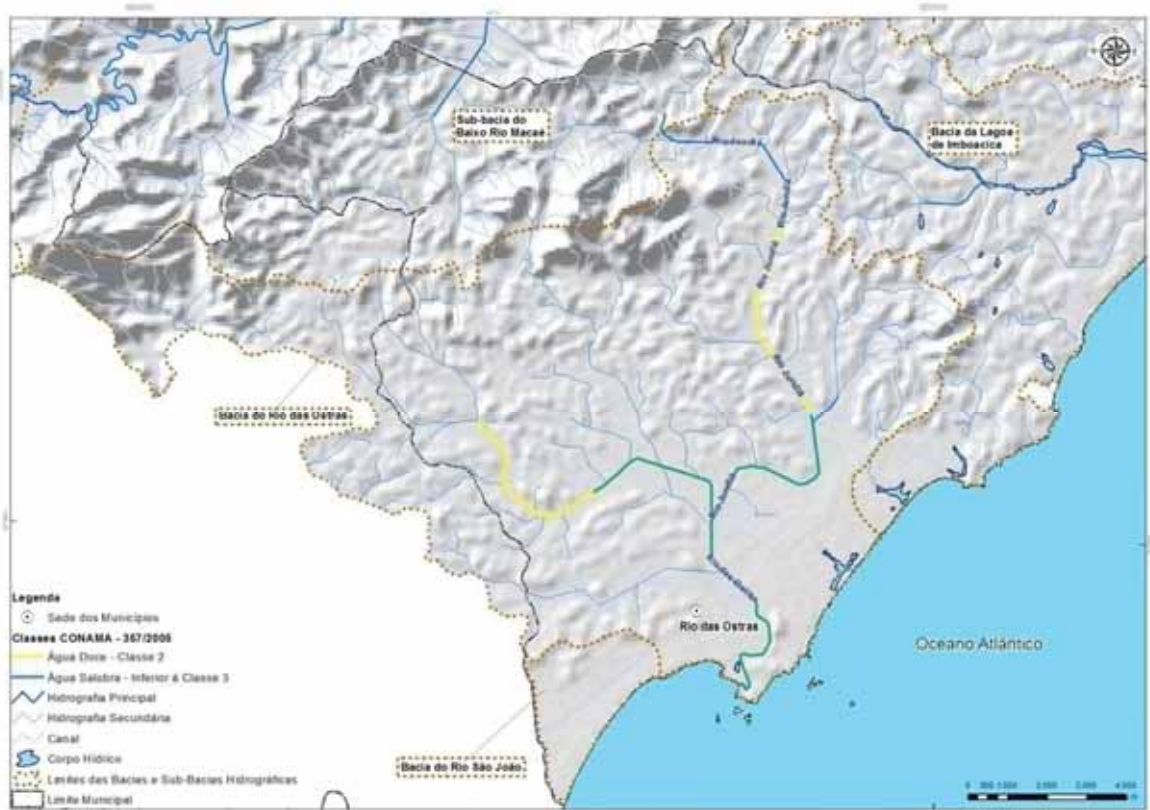


Figura 7.33: Mapa de classes Conama 357/2005, Rios das Ostras e Iriry, 2ª. campanha de amostragens (inverno/2012)

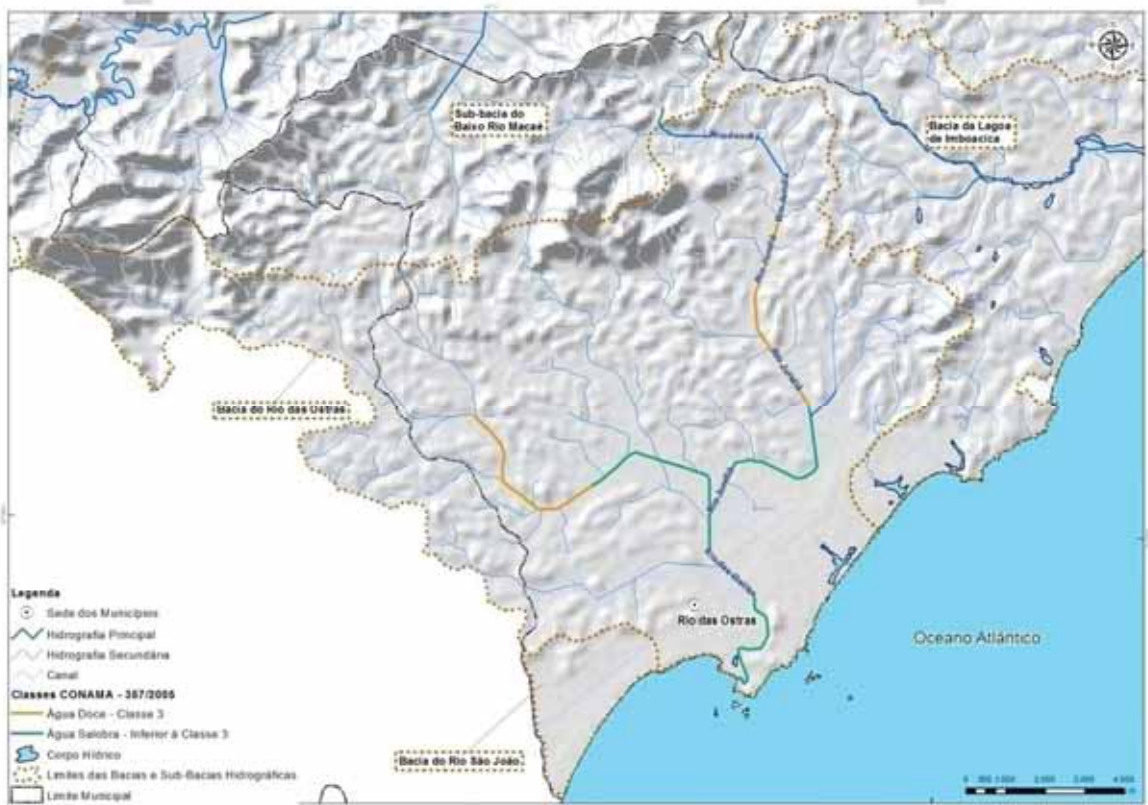


Figura 7.34: Mapa de Classes Conama 357/2005, Rios das Ostras e Iriry, 3ª. Campanha de Amostragens (verão/2013)

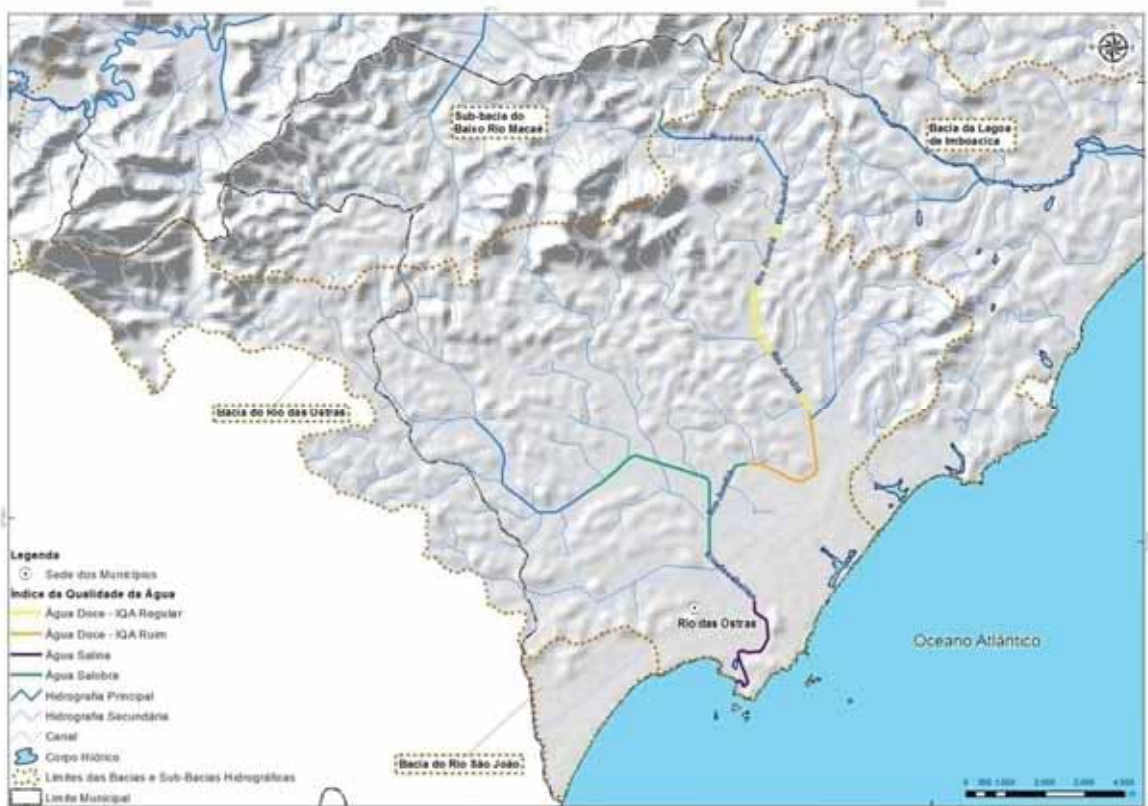


Figura 7.35: Mapa de IQAs do Rio das Ostras – 1ª. Campanha de Amostragens (outono/2012)

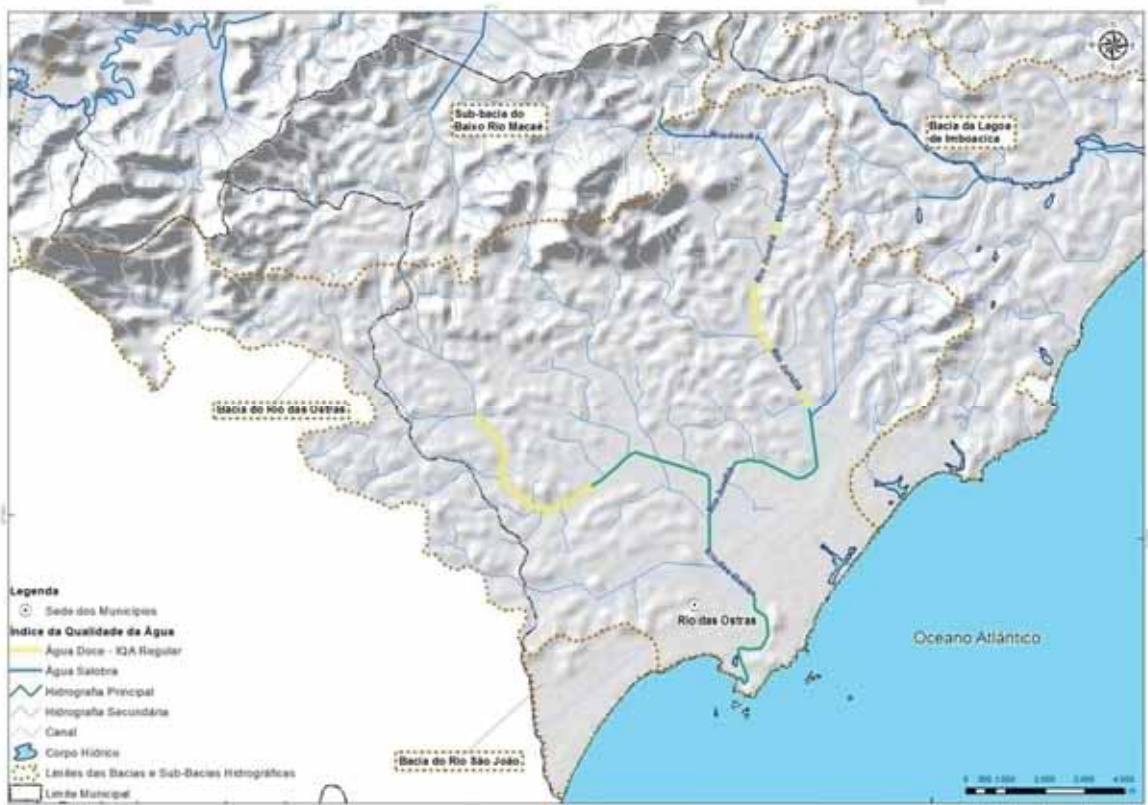


Figura 7.36: Mapa de IQAs do rio das Ostras e Iriy - 2ª. Campanha de Amostragens (inverno/2012)

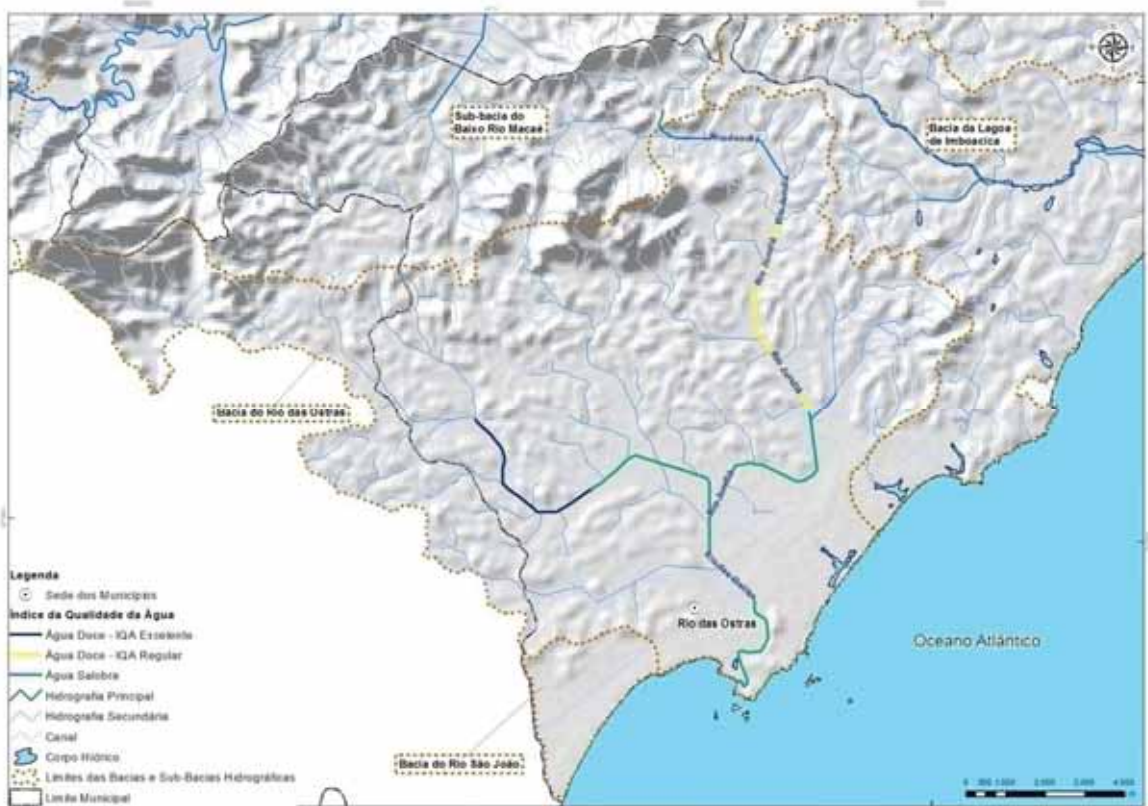


Figura 7.37: Mapa de IQAs do Rio das Ostras e Iriy - 3ª. Campanha de Amostragens (verão/2013)

A partir dos estudos anteriormente apresentados e das três campanhas de amostragens é possível fazer-se o seguinte diagnóstico:

- Diferente do rio Macaé, o rio das Ostras tem seu curso praticamente em uma região de planície litorânea, com sua calha praticamente retilínea, modificada para promover a drenagem de banhados e áreas de inundação naturais. Em relação à qualidade da água, pode-se dizer que é regular a ruim, devido à sua inserção na área urbana e ao efeito das marés;
- Este efeito de maré atinge desde a foz até mesmo a montante da confluência dos rios Iriry e Jundiá, com indicação da presença de língua salina;
- Existem indicações de que o rio Jundiá contribui com a maior parte da poluição doméstica, quando comparado com o rio Iriry, incluindo DBO, nitrogênio e coliformes termotolerantes;
- Os estudos concordam com um aumento do pH no sentido de jusante, característico de regiões estuarinas;
- Sólidos totais crescem no sentido de jusante, atingindo o valor máximo na foz. Por outro lado, a turbidez num primeiro momento cresce no sentido de jusante, diminuindo junto à foz, o que poderia ser explicado pelo processo de floculação que ocorre pela salinização das águas, ou pelas condições eventualmente quiescentes próprias de estuários;
- Os estudos aqui descritos classificam as águas da bacia principalmente nas classes 3 e 4 (águas doces) e qualidade inferior aos padrões de classe 3 (águas salobras e salinas), motivados como um todo pelos valores da DBO, OD e Coliformes termotolerantes;
- Não foram localizados programas de monitoramento em andamento nas águas do rio das Ostras, o que aponta para a necessidade desta bacia ser incluída no programa de monitoramento do INEA; e
- As três campanhas de amostragens realizadas mostraram, nos pontos de OSTRAS 01, 02, 03 e 04, variação de IQA entre 47 e 66, faixa tida como de qualidade ruim a regular. Entretanto, um melhor valor de IQA, na faixa de qualidade excelente, ocorreu no ponto de amostragens do rio Iriry, que é o principal afluente do rio das Ostras e que vem de uma região rural de pastagens.

7.1.2.3 Bacia da Lagoa de Imboacica

Como no caso da bacia do rio das Ostras, foram encontrados poucos estudos contemplando aspectos de qualidade de água desta lagoa. Um dos trabalhos dignos de registro foi uma dissertação de mestrado que abordou o tema da utilização de instrumentos de planejamento ambiental, para a gestão dos recursos hídricos desta bacia (Barreto, 2009).

- **Estudo de Barreto (2009)**

Barreto (2009) utilizou-se do SIG para realizar o mapeamento da bacia, onde foram identificadas as classes de uso e a ocupação do solo. A partir daí, tendo identificado que aproximadamente 80% da bacia apresentava uso rural, foram estabelecidos dois índices: Circularidade (relação área/perímetro usada para identificar os fragmentos mais preservados); e Qualidade da Água, que, com base nos resultados dos nove parâmetros usados no IQA-CETESB (temperatura, pH, turbidez, sólidos totais, nitrogênio amoniacal, fósforo total, DBO, oxigênio dissolvido, coliformes totais e fecais – *E. coli*), possibilitou identificar a qualidade das águas, dando suporte para a proposta de enquadramento, com vistas aos usos preponderantes efetivada.

O Quadro 7.13 mostra os IQAs calculados para cada ponto de amostragem e a Figura 7.38 apresenta a espacialização dos IQAs na bacia.

Com os dados do monitoramento, foram determinadas as classes atuais dos pontos de monitoramento, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Os resultados são mostrados no Quadro 7.14 a seguir.

Quadro 7.13: Resultados do IQA da BH da Lagoa de Imboacica, com a cor correspondente ao referencial do nível de qualidade (Barreto, 2009)

PONTO DE COLETA	IQA	PONDERAÇÃO	CATEGORIA
PONTO 01	55	$51 < IQA \leq 79$	Boa
PONTO 02	53	$51 < IQA \leq 79$	Boa
PONTO 03	61	$51 < IQA \leq 79$	Boa
PONTO 04	48	$36 < IQA \leq 51$	Regular
PONTO 05	39	$36 < IQA \leq 51$	Regular
PONTO 06	53	$51 < IQA \leq 79$	Boa

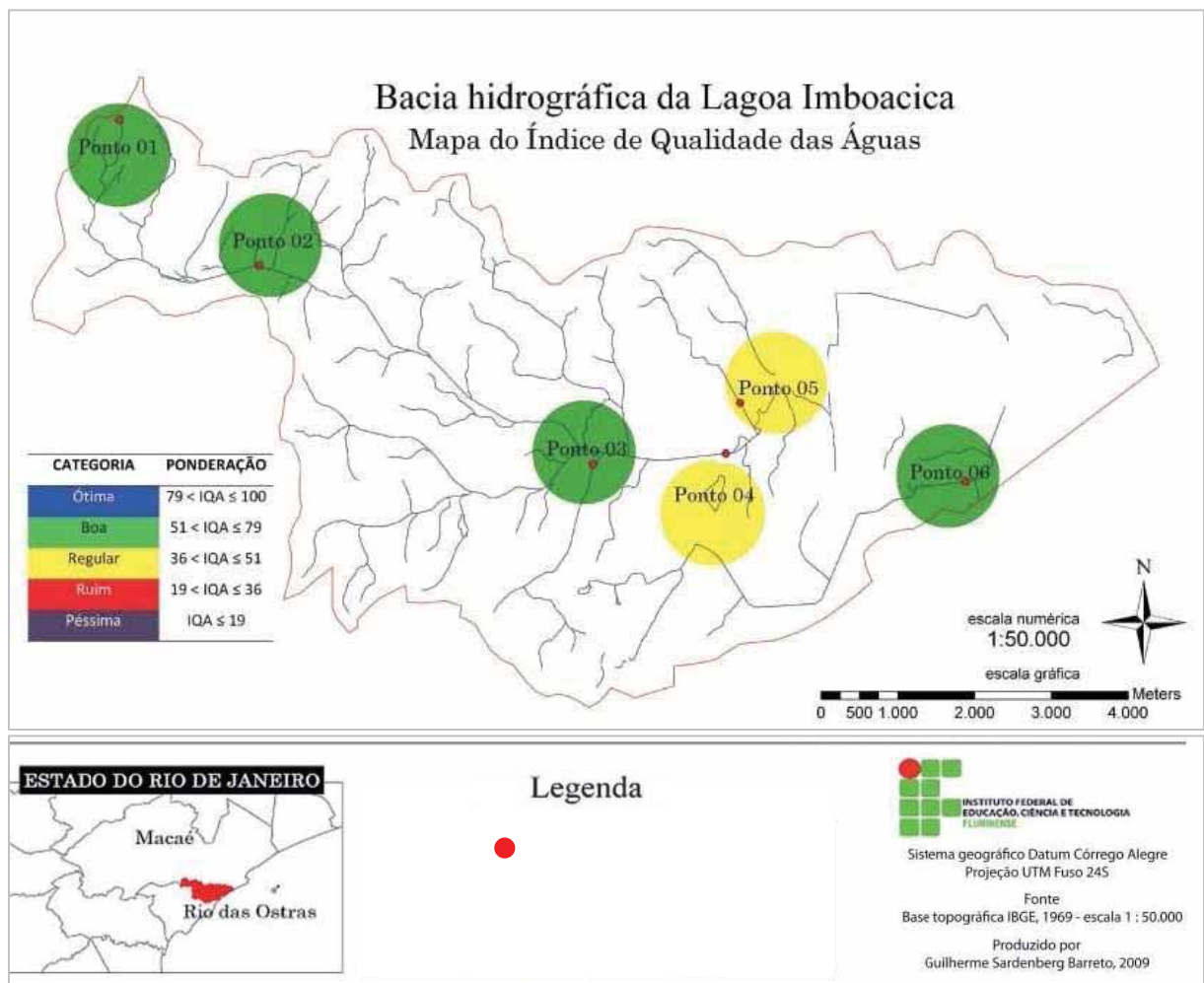


Figura 7.38: Espacialização dos IQAs na bacia da Lagoa de Imboacica (Barreto, 2009)

Quadro 7.14: Conformidade dos parâmetros a Resolução nº 357/05 CONAMA (Barreto, 2009)

PONTOS DE COLETA	PARÂMETROS NÃO CONFORMES	
	CLASSE I	CLASSE II
PONTO 01	OD, coliformes fecais	OD
PONTO 02	OD	OD
PONTO 03	OD	OD
PONTO 04	OD, fósforo total, turbidez	OD, fósforo total
PONTO 05	OD, coliformes fecais, DBO, fósforo total, turbidez	OD, DBO, fósforo total
PONTO 06	OD, DBO	OD, DBO

• **Dados Existentes de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais**

Nesta bacia, o INEA possui 3 pontos de monitoramento, no espelho de água da Lagoa de Imboacica, a saber:

- IB0010 (22°24'37,26''S - 41°51'2,80''O);
- IB0020 (22°24'38,83''S - 41°50'2,41''O);
- IB0030 (22°24'41,36''S - 41°49'13,38''O).

Na Figura 7.39 são colocadas as frequências de ocorrências de cada uma das classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, obtidas a partir dos dados de monitoramento do INEA.

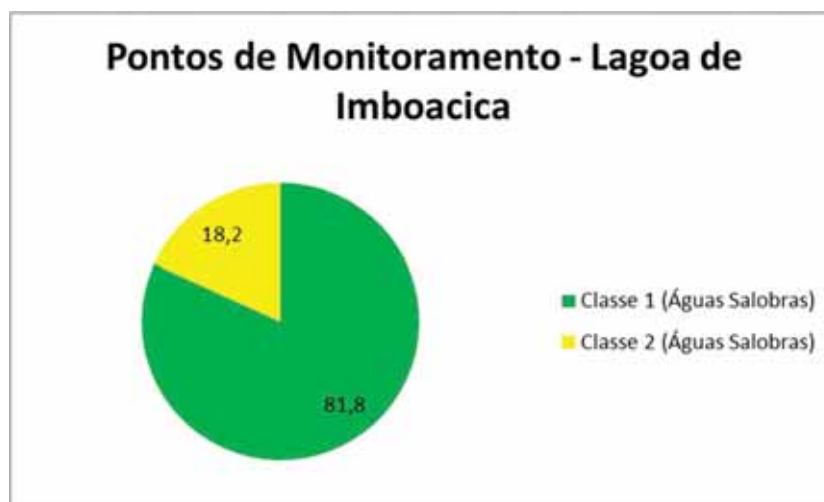


Figura 7.39: Frequência de ocorrência das classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, para o conjunto dos pontos INEA IB0010, IB0020, e IB0030, em porcentagem (%)

Aqui, deve-se fazer uma ressalva importante, o nível de salinização da água da lagoa classifica as suas águas como salobras (salinidade entre 0,5 ‰ e 30,0‰).

• **Dados Primários**

Os Pontos de Amostragens (PAs) foram alocados no rio Imboacica e no centro da referida lagoa, conforme pode ser verificado no Quadro 7.15 e na Figura 7.40.

Quadro 7.15: Localização dos Pontos de Amostragens na Bacia da Lagoa de Imboacica

EAS	Localização	Coordenadas Geográficas
IMBOA 01	Rio Imboacica, a montante da área urbana – Zona Rural	22 24 04 S e 41 54 22 W
IMBOA 02	Rio Imboacica, a montante da entrada da lagoa de Imboacica	22 25 07 S e 41 51 39 W
IMBOA 03	Centro da lagoa de Imboacica	22 24 36 S e 41 49 23 W



Figura 7.40: Distribuição dos Pontos de Amostragens de Água Superficial na Bacia da Lagoa de Imboacica

Os pontos de amostragens da bacia da lagoa Imboacica, por problemas logísticos, foram incluídos somente na 2^a. e 3^a. campanhas, respectivamente no inverno/2012 e verão/2013. Abaixo estão descritos os comportamentos das parâmetros estudados para estes ambientes.

Deve-se ainda fazer a ressalva que na 3^a. campanha, só foi amostrado o ponto IMBOA 03. Os outros dois não foram amostrados: o ponto IMBOA 01 por estar na região de nascente, e se encontrar seco; e o ponto IMBOA 02 por está coberto por macrófitas dificultando assim a amostragem.

Os resultados obtidos nas duas campanhas realizadas na Bacia da Lagoa de Imboacica são apresentados por Ponto de Amostragem (PAs), conforme pode ser visto no Quadro 7.12.

Quadro 7.16: Dados de campo das Estações Amostrais na Bacia da Lagoa de Imboacica

Parâmetros	Campanha	IMBOA 01	IMBOA 02	IMBOA 03
Temperatura da Água (°C)	2a.	21,5	20,6	20,2
	3a.	---	---	28,7
Cor (mg Pt/L)	2a.	67	27	9
	3a.	---	---	17
Turbidez (NTU)	2a.	15	92	90
	3a.	---	---	55
Sólidos Totais (mg/L)	2a.	89	194	2975
	3a.			2423
pH	2a.	7,2	7,6	7,9
	3a.	---	---	9
Condutividade Elétrica da Água ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	2a.	136	293	4.690
	3a.	---	---	3810

Parâmetros	Campanha	IMBOA 01	IMBOA 02	IMBOA 03
Cloreto (mg/L)	2a.	30	48	1369
	3a.	---	---	1207
Oxigênio Dissolvido – OD (mg O ₂ /L)	2a.	9	0,6	9,8
	3a.	---	---	9,4
Demanda Bioquímica de Oxigênio -DBO (mg O ₂ /L)	2a.	< 2,0	16	3,8
	3a.	---	---	3,8
Nitrogênio Amoniacal Dissolvido (mg N/L)	2a.	< 0,01	4,4	0,28
	3a.	---	---	< 0,01
Nitrito (mg N-NO ₂ /L)	2a.	0,008	0,009	0,08
	3a.	---	---	0,09
Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	2a.	< 0,01	0,02	< 0,01
	3a.	---	---	< 0,01
Orto-fosfato (mg/L)	2a.	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3a.	---	---	< 0,01
Fósforo Total (mg P/L)	2a.	0,05	0,45	0,1
	3a.	---	---	0,15
Clorofila a (µg/L)	2a.	---	0	37,4
	3a.	---	---	4,3
Cádmio Total (mg/L)	2a.	< 0,001	< 0,001	0,002
	3a.	---	---	0,007
Chumbo Total (mg/L)	2a.	< 0,01	< 0,01	0,02
	3a.	---	---	0,03
Mercúrio Total (mg/L)	2a.	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
	3a.	---	---	< 0,0001
Alumínio Total (mg/L)	2a.	< 0,1	0,25	< 0,1
	3a.	---	---	1,1
Cianeto (mg/L)	2a.	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	3a.	---	---	< 0,001
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	2a.	230	4900	20
	3a.	---	---	45
Densidade de Cianobactérias (células/mL)	2a.	139	1562	1840
	3a.	---	---	6770
Tipo de Água	2a.	Doce	Doce	Salobra
	3a.	Doce	Doce	Salobra
Classificação Conama 357/2005	2a.	CLASSE 2	CLASSE 4	CLASSE 2
	3a.	---	---	> CLASSE 3
IQA NSF/CETESB	2a.	73	28	---
	3a.	---	---	---
Classificação IQA NSF/CETESB	2a.	BOM	RUIM	---
	3a.	---	---	---

Legenda de cores:

Classe 1	VERDE
Classe 2	AMARELO
Classe 3	LARANJA
Classe 4	VERMELHO

Em função dos poucos pontos amostrados, não serão apresentados mapas com regionalização de classes da Resolução CONAMA nº 357/2005 e nem de IQAs.

Na 2ª. campanha (inverno/2012) foram encontradas classe 2 e classe 4 (águas doces), respectivamente, para os pontos IMBOA 01 e IMBOA 02, no primeiro caso devido aos

coliformes termotolerantes e, no segundo caso, em função do oxigênio dissolvido, da DBO, do fósforo total e, principalmente, dos coliformes termotolerantes. O ponto IMBOA 03 (centro da lagoa) apresentou perfil de classe 2 (águas salobras) em decorrência da concentração de chumbo total.

Na 3ª. campanha (verão/2013) observou-se características de qualidade inferior a classe 3 (águas salobras) para o ponto de amostragens IMBOA 03, devido ao elevado pH encontrado.

A partir dos estudos anteriormente apresentados e das duas campanhas de amostragens é possível fazer-se o seguinte diagnóstico:

- A qualidade das águas desta bacia pode ser entendida como de ruim a boa (IQA-CETESB) na sua maior parte. Lembrar que mais de 80% da área da bacia é de uso rural. Exceções ocorrem em duas seções de amostragem do estudo realizado por Barreto, 2009 (localizadas a jusante de áreas com ocupação residencial e comercial - pontos 04, "foz" do Rio Imboacica; e 05, manilha do asfalto da RJ 106);
- Existe monitoramento do INEA em três pontos dentro da Lagoa. É necessária a implantação de um programa de monitoramento nos cursos d'água formadores. Outro aspecto a ser considerado diz respeito à periodicidade, que precisa ser mais frequente;
- Os dados do estudo existente (BARRETO, 2009) e do monitoramento do INEA (Lagoa), no trecho incluído no estudo, apresentam águas classes 3 e 4 (águas doces) e classe 3 (água salobra), em função das concentrações dos parâmetros OD, coliformes termotolerantes, DBO e fósforo;
- Cuidado deve ser tomado ao tentar classificar as águas da Lagoa, pelas mesmas serem lânticas e salobras;
- Em termos da Resolução CONAMA nº 357/2005, nas campanhas de amostragens realizadas o ponto IMBOA 01 apresentou características de classe 2 (águas doces), o IMBOA 02 características de classe 4 (águas doces) e o ponto IMBOA 03 de classe 2 (águas salobras) na 2ª. campanha (inverno/2012) e classe 3 (águas salobras) na 3ª. campanha (verão/2013); e
- Os valores de IQA 73 e 28, respectivamente para os pontos IMBOA 01 e IMBOA 02, demonstram qualidade boa para o primeiro ponto e ruim para o segundo.

7.2 Águas Subterrâneas

7.2.1 Hidrogeologia

A hidrogeologia é abordada neste tópico, por intermédio de inventário e cadastramento dos pontos de captação, aquíferos, padrões de circulação da água subterrânea e potencialidades dos aquíferos.

7.2.1.1 Inventário e Cadastramento dos Pontos de Captação

O inventário e cadastramento dos pontos de captação foi realizado por intermédio do levantamento de informações existentes junto ao Sistema de Informações de Água Subterrânea (SIAGAS), CPRM (Projeto Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro, Barreto et. al. 2000), Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), sendo que estes dados foram confrontados com os dados de poços existentes no cadastro de processos de outorga, o que permitiu obter informações sobre o tipo de aquífero, geologia (perfil geológico) e análises físico-químicas e bacteriológicas. Além disso, foram consultados relatórios, artigos, teses e dissertações realizadas na área de estudo (Bento, 2006 e Barbosa, 2005). Também foram obtidos dados hidrogeológicos de levantamentos realizados em campo, sendo que um desses levantamentos foi realizado com o objetivo de efetuar o reconhecimento da área e o cadastramento de pontos de captação. O outro levantamento de campo foi desenvolvido com o objetivo de promover a coleta de amostras de água

subterrânea, associadas aos diferentes aquíferos, que foram utilizadas na caracterização hidroquímica e avaliação da qualidade da água.

Ao todo, foram identificados 196 pontos de captação de água subterrânea, os quais foram divididos em quatro grupos principais: poços profundos, poços rasos, nascentes e piezômetros.

A Figura 7.41 apresenta a distribuição percentual por tipo de captação de água subterrânea, enquanto a Figura 7.42 permite visualizar a espacialização das captações na Região Hidrográfica.

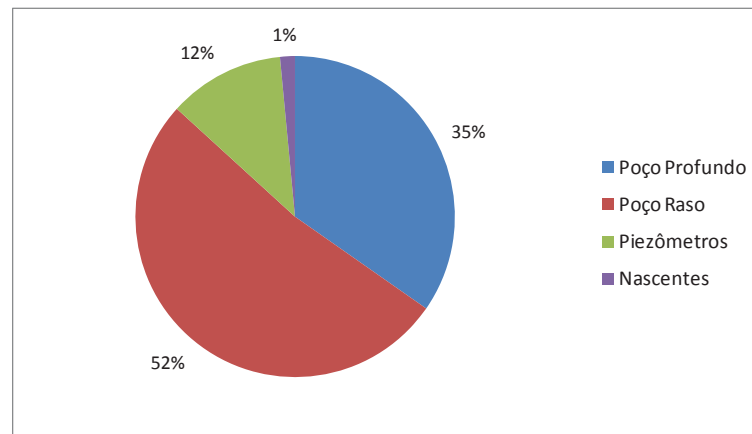


Figura 7.41: Tipos de Pontos de Captação de Água Subterrânea

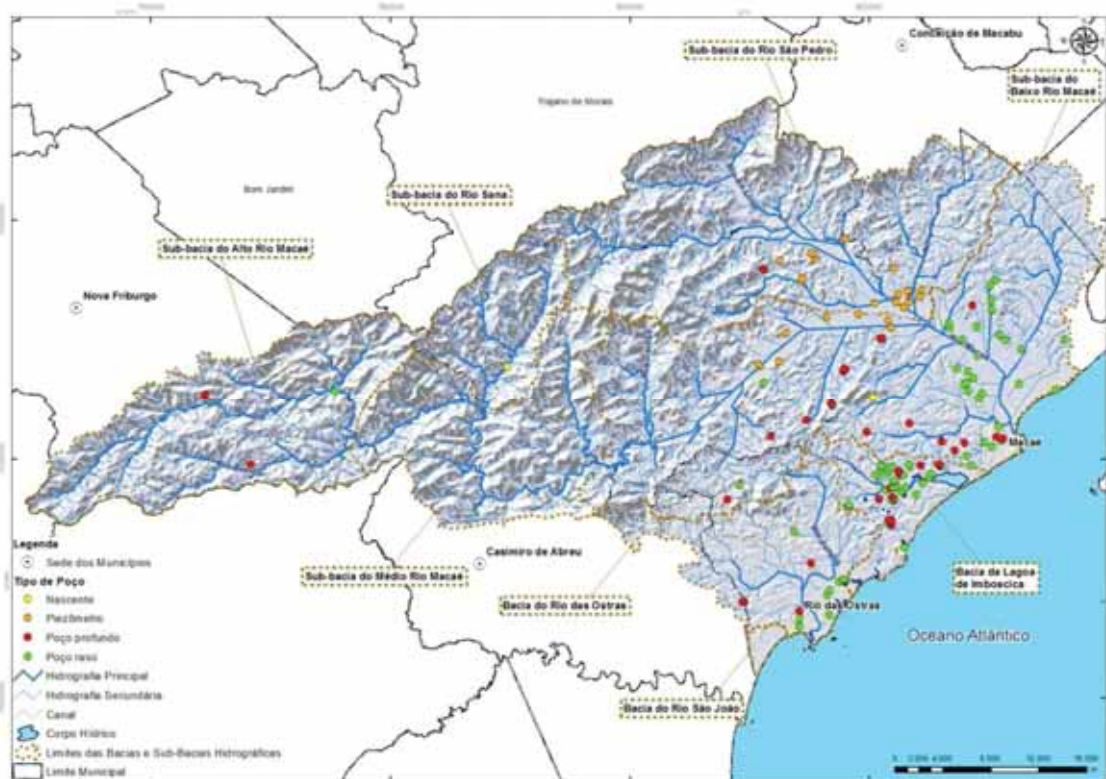


Figura 7.42: Mapa da Distribuição dos Pontos de Captação Identificados na Bacia

7.2.1.2 Aquíferos

Segundo Barreto et. al. (2000) no Estado do Rio de Janeiro há ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino e de diferentes Sistemas Aquíferos Sedimentares, sendo estes individualizados em função das características litológicas, estruturais e estratigráficas.

De acordo com Barbosa (2005), Barbosa e Silva Jr. (2005) e Bento (2006), na região do baixo curso do Rio Macaé, há ocorrência do sistema aquífero fraturado e do sistema aquífero intergranular.

Para a região da bacia hidrográfica, há um mapa hidrogeológico elaborado com base na geomorfologia do terreno e tipo de cobertura inconsolidada, tendo como base os Mapas Geomorfológico e de Coberturas Inconsolidadas, elaborados pela CPRM, para o Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000). A divisão dos sistemas aquíferos, nesse mapa, foi realizada com base nos grandes domínios geomorfológicos, sendo que os principais sistemas são (Figura 5.11):

- Aquífero Cristalino Fissural;
- Aquífero Metassedimentar;
- Aquífero Misto; e
- Aquífero Sedimentar.

Com base na geologia da área de estudo, no comportamento hidrogeológico das diferentes litologias e nos trabalhos já realizados (referenciados acima) foi efetuada uma classificação hidrogeológica para a região hidrográfica do Rio Macaé e das Ostras - RH VIII. Os diferentes aquíferos existentes nessa região foram agrupados no Sistema Aquífero Cristalino e no Sistema Aquífero Sedimentar.

O Sistema Aquífero Cristalino abrange os aquíferos fissurais, os aquíferos metassedimentares e os aquíferos mistos. Já o Sistema Aquífero Sedimentar abrange os diferentes aquíferos associados as camadas de sedimentos quaternários (depósitos de restinga, eólicos e marinhos, depósitos flúvio-lagunares e depósitos coluvionares), conforme mostra a Figura 7.52: Mapa de Sistemas Aquíferos da RH VIII).

7.2.1.2.1 Sistema Aquífero Cristalino

O Sistema Aquífero Cristalino é caracterizado por aquíferos fraturados ou fissurais associados às diferentes rochas cristalinas (granitos, granitóides, gnaisses, metassedimentares, calcossilicatadas, entre outras) e por aquíferos porosos intergranulares, desenvolvidos no manto de alteração, existente sobre as rochas cristalinas.

Os aquíferos porosos intergranulares são do tipo livre, heterogêneos, de dimensões reduzidas, pequena continuidade lateral, circulação restrita e baixa capacidade de produção. Em geral, são captados através de poços escavados (cacimbas) ou poços ponteira, sendo suas águas utilizadas, na maior parte dos casos, para abastecimento da população rural.

A topografia tem uma influência direta na circulação da água, pois a mesma acompanha as inclinações do terreno e do substrato rochoso. Também tem influência na recarga, pois nas regiões mais elevadas e planas haverá uma maior tendência dos processos de infiltração e recarga dos aquíferos. A litologia tem influência na formação do aquífero, pois as regiões de rochas maciças favorecem a formação de zonas saturadas e o armazenamento da água. Já nas regiões onde a rocha apresenta sistemas de fraturas, haverá a infiltração da água por essas estruturas, promovendo a recarga dos aquíferos fraturados.

As características hidrodinâmicas do aquífero poroso intergranular não foram possíveis de serem avaliadas, em função da falta de dados hidrogeológicos disponíveis. Além disso, como os pontos de captação consistem de poços escavados, os resultados obtidos com a realização de ensaios de bombeamento não são confiáveis, pois podem apresentar grandes variações. No entanto, em função das características geológicas do manto de alteração (tipos de sedimentos, granulometria, estruturação), espera-se que os valores de condutividade hidráulica e transmissividade sejam baixos, indicando baixa capacidade de

transmissão de água. Com base nos dados disponíveis no cadastro do CNRH, as vazões médias são inferiores a $1\text{m}^3/\text{h}$.

Informações sobre as profundidades dos poços tubulares, variações do nível eustático, vazões e capacidades específicas estão graficamente ilustradas da Figura 7.43 até a Figura 7.46.

As características hidrogeológicas dos aquíferos fraturados demonstram que a locação dos poços deve ser realizada com base em critérios técnicos, levando em conta a ocorrência de fraturas e o padrão de relevo, pois locações mal feitas darão origem a poços com baixa capacidade de produção ou secos. A identificação do sistema de fraturas pode ser realizado através da utilização de produtos de sensoriamento remoto, como fotografias aéreas, imagens de satélite e de radar.

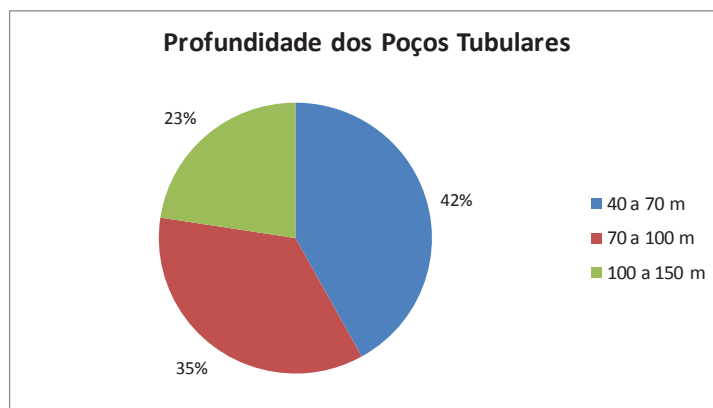


Figura 7.43: Profundidade dos Poços Tubulares Associados aos Aquíferos Fraturados

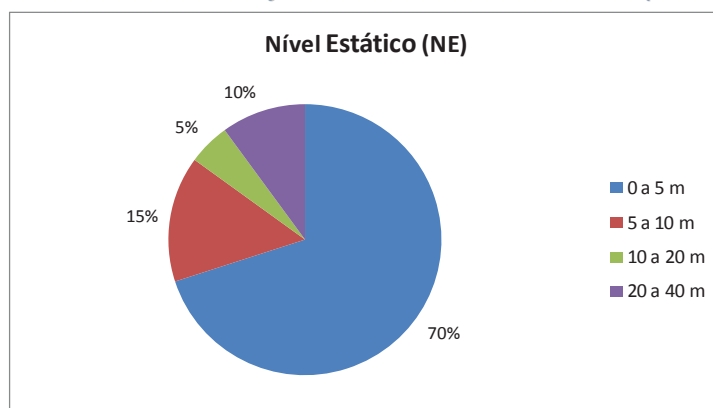


Figura 7.44: Variações do Nível Estático Observados nos Poços Tubulares

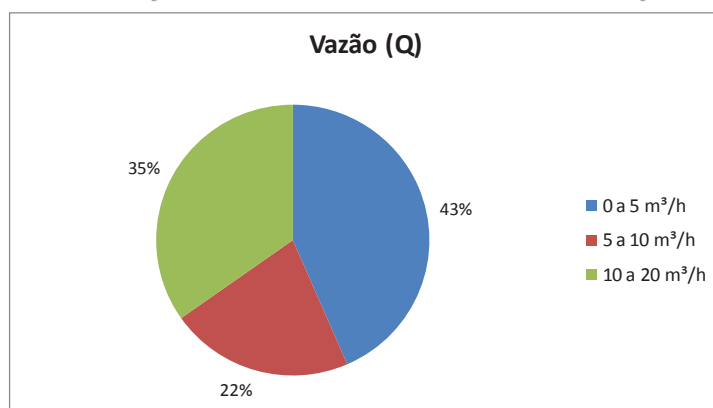


Figura 7.45: Vazões Identificadas para os Poços Associados aos Aquíferos Fraturados

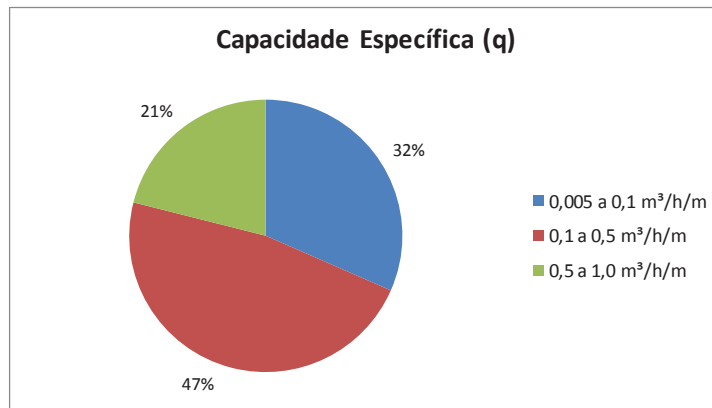


Figura 7.46: Capacidade Específica Calculada para os Diferentes Poços Tubulares

7.2.1.2.2 Sistema Aquífero Sedimentar

É caracterizado por aquíferos porosos intergranulares associados às diferentes camadas de sedimentos, pertencentes a três principais depósitos: restinga, eólicos e marinhos; flúvio-lagunares e alúvio-coluvionares.

Conforme Bento (2006), o principal aquífero poroso intergranular é o que ocorre associado aos depósitos alúvio-coluvionares e flúvio-lagunares. Os aquíferos associados aos outros depósitos ocorrem em áreas mais reduzidas, próximos à região litorânea.

São aquíferos com comportamento livre, mas em alguns locais, podem apresentar comportamento semi-confinado. Segundo Bento (2006) as áreas de recarga ocorrem ao longo de toda a área de ocorrência dos aquíferos e, de acordo com Barbosa e Silva Jr. (2005) a recarga está associada aos altos topográficos, sendo que a descarga ocorre na direção do canal e da foz do rio Macaé. Para os aquíferos associados aos depósitos de restinga, eólicos e marinhos a descarga ocorre em direção ao mar.

Os aquíferos porosos intergranulares associados aos depósitos alúvio-coluvionares e flúvio-lagunares, segundo Barbosa e Silva Jr. (2005), são constituídos por sedimentos argilo-arenosos, possuem uma espessura média saturada de 10 metros, sendo que em alguns locais pode alcançar 40 metros. As vazões explotáveis variam entre 1 m³/h e 10 m³/h. As captações são feitas através de poços rasos (cacimbas, poços escavados, poços ponteira), sendo que a água subterrânea é utilizada, principalmente, para abastecimento da população rural e da população que vive nas periferias dos municípios. Nos locais, onde há maior espessura de sedimentos a captação pode ser realizada através de poços tubulares (Barreto et. al. 2000).

As profundidades dos poços tubulares, variações do nível eustático, vazões e capacidades específicas estão graficamente ilustradas nos quatro gráficos a seguir.

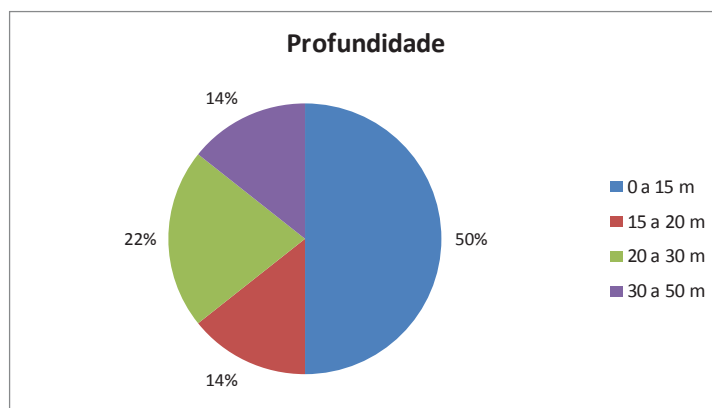


Figura 7.47: Profundidade dos poços associados ao Sistema Aquífero Sedimentar

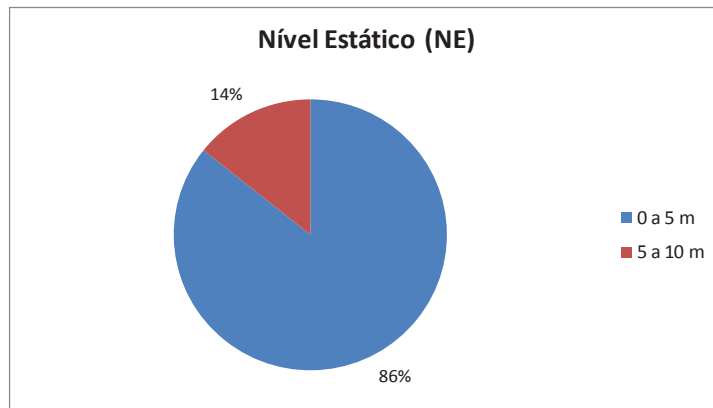


Figura 7.48: Variações do Nível Estático Observados nos Poços

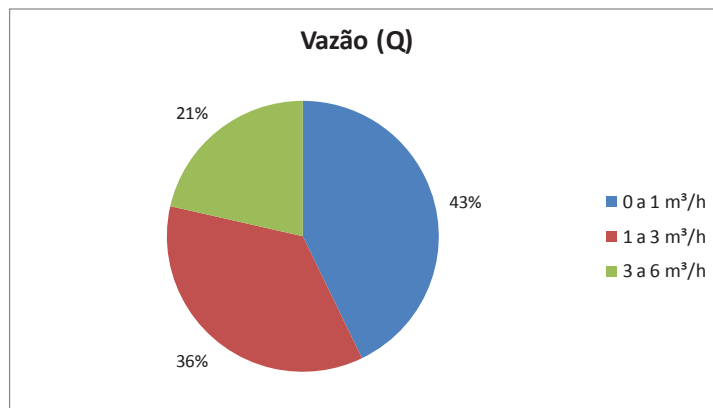


Figura 7.49: Vazões de Exploração Identificadas para os Poços

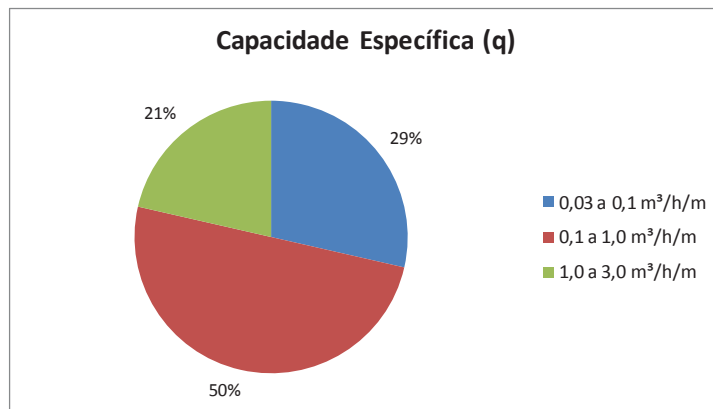


Figura 7.50: Capacidades Específica Identificadas para os Poços

De acordo com Barbosa (2005) e Barbosa e Silva Jr. (2005), as condutividades hidráulicas de aquíferos porosos intergranulares, associados aos depósitos alúvio-coluvionares e flúvio-lagunares do baixo curso do Rio Macaé, oscila entre 10^{-3} a 10^{-4} cm/s, as transmissividades são inferiores a $300\text{m}^2/\text{dia}$ e o coeficiente de armazenamento é da ordem de 0,07.

7.2.1.3 Padrões de Circulação das Águas Subterrâneas

A água subterrânea do sistema aquífero cristalino circula de forma diferenciada pelo aquífero poroso intergranular e pelos aquíferos fraturados. No caso do aquífero poroso intergranular a circulação ocorre entre as áreas de recarga (situadas nas áreas de relevo mais elevado) e as áreas de descarga (localizadas, geralmente nos vales e baixadas). Nas áreas mais elevadas, onde há pequenas alterações do relevo, haverá a possibilidade de formação de nascentes. Já, nas regiões onde há mudanças bruscas do relevo, provocadas por alterações no substrato rochoso ou fraturas haverá a possibilidade de formação de

fontes de encostas. A tendência geral, é que a circulação entre as zonas de recarga e descarga seja rápida, implicando em águas subterrâneas com baixo tempo de residência e baixa mineralização.

A circulação da água nos aquíferos fraturados é condicionada pelo sistema estrutural, sendo o movimento governado pela orientação, tamanho e conexão entre as fraturas. A circulação pode ocorrer de forma rápida ou lenta (maior confinamento), dependendo do grau de fraturamento e da profundidade. Sendo assim, as águas subterrâneas podem apresentar diferentes padrões hidroquímicos.

No caso dos aquíferos sedimentares, a circulação da água subterrânea ocorre entre as áreas de recarga (localizadas nas regiões mais altas e ao longo de toda a área onde há o afloramento dos sedimentos que constituem os diferentes depósitos) e as áreas de descarga (canal dos rios, foz do rio Macaé e litoral).

Conforme Barbosa e Silva Jr. (2005) o fluxo geral do aquífero é em direção ao canal e a foz do Rio Macaé. O gradiente hidráulico, identificado através das linhas equipotenciais e de fluxo, indica baixos gradientes hidráulicos (ordem de 10^{-3}) na área de descarga do aquífero e valores mais altos (ordem de 10^{-2}) para as áreas de recarga. Segundo esses autores, esses valores favorecem as condições de recarga do aquífero e retardam as descargas, aumentando as condições de armazenamento.

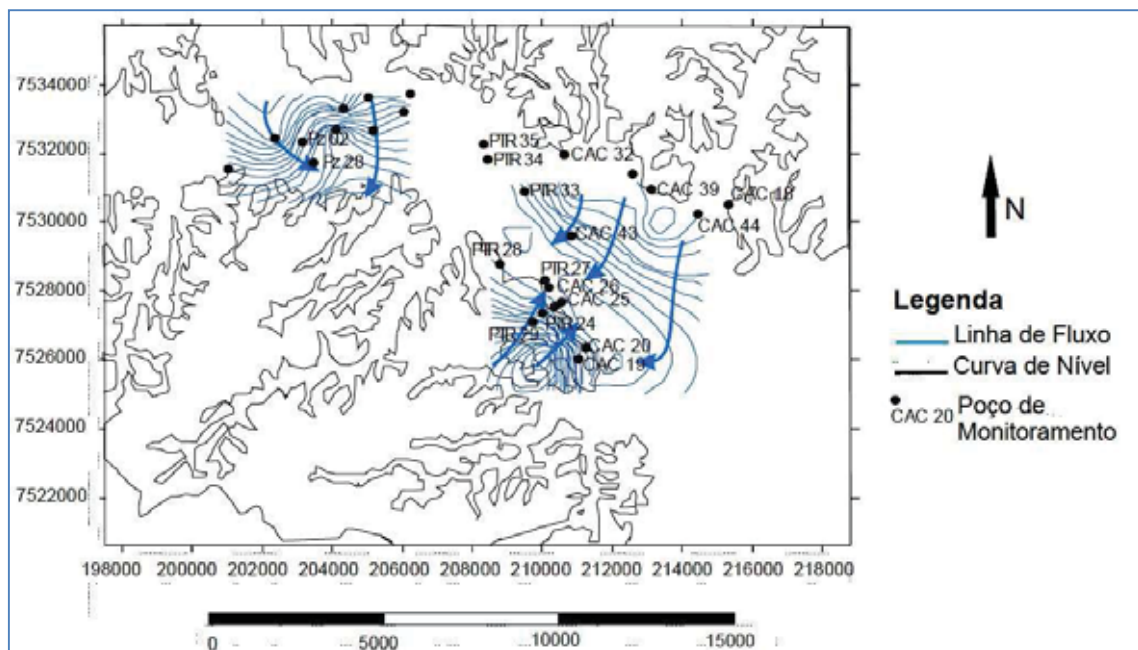


Figura 7.51: Mapa Potenciométrico do Fluxo Subterrâneo para o Aquífero Poroso Intergranular Associado ao Depósito Aluvionar (Fonte: Barbosa e Silva Jr., 2005)

A zona costeira apresenta do ponto de vista geológico, um predomínio de sedimentos holocênicos sobrepostos à rochas cristalinas fraturadas.

A região litorânea da RH VIII é densamente urbanizada, a partir de Rio das Ostras, Lagoa do Iriry, Lagoa de Imboacica e Macaé. Este litoral é quase todo ocupado por praias densamente urbanizadas. A maior parte das residências, pousadas e hotéis nesta faixa fazem uso das águas subterrâneas do aquífero costeiro através de poços do tipo “ponteira”. É uma zona extremamente delicada quanto à vulnerabilidade dos aquíferos.

Este uso das águas subterrâneas, sem critérios técnicos, já está provocando problemas de intrusão salina em aquíferos costeiros, como é o caso de Rio das Ostras onde a utilização de água subterrânea através de poços tipo “ponteira” já está provocando a salinização destes aquíferos através do bombeamento excessivo (Cruz, 2006). Os poços tem profundidade em torno de 20 metros, mas do ponto de vista qualitativo, as águas

apresentam péssima qualidade, com teor de Ferro acima do permitido, o que confere a estas águas uma coloração amarelada. Além disso, as águas apresentam-se impróprias para consumo humano devido a problemas de cor, turbidez e odor fora dos padrões aceitáveis, bem como apresentam alto risco de contaminação por esgoto doméstico, já que não há coleta de esgoto nas residências.

7.2.1.4 Potencialidades dos Aquíferos

Conforme Barreto et. al. (2000) o sistema aquífero cristalino e o sistema aquífero sedimentar apresentam potencialidades diferentes.

Com base no cruzamento das densidades de fraturas, declividade, tipos de solos, uso e cobertura do solo, litologia e densidade de drenagem sistema aquífero cristalino, Barreto et. al. (2000) definiram quatro classes de favorabilidade para os aquíferos cristalinos do Rio de Janeiro, discriminados no quadro a seguir.

Barreto et. al. (2000) destacam que os aquíferos porosos e livres associados aos sedimentos dos depósitos alúvio-colúvionares são os que apresentam as maiores potencialidades. Esses aquíferos, nos locais onde apresentam maior espessura saturada, tendem a fornecer vazões superiores a 10m³/h.

Quadro 7.17: Classes de favorabilidade definidas por Barreto et al (2000) - aquíferos cristalinos

Classes	Descrição
Classe Alta a Muito Alta	regiões com poços apresentando vazões superiores a 5 m ³ /h, sendo que em alguns locais há a possibilidade de encontrar poços com vazões até 60 m ³ /h. São regiões de relevo rebaixado, com ondulações suaves e solos espessos a bem permeáveis.
Classe Mediana	regiões com poços com vazões entre 1 e 5 m ³ /h. Correspondem a áreas de relevo moderadamente ondulado ou de talwegues na região serrana, com solos localmente espessos e de permeabilidade média a elevada.
Classe Baixa	regiões com poços apresentando vazões inferiores a 1 m ³ /h, associadas a relevo fortemente ondulado (encostas) e solos pouco espessos.
Classe Desfavorável	regiões sem aquíferos fraturados, com poços secos, associadas a áreas de escarpa e solos rasos ou inexistentes.

7.2.2 Disponibilidade Hídrica dos Recursos Hídricos Subterrâneos

Dada a pouca quantidade de dados de poços existentes na maior parte das bacias consideradas, optou-se por tratar a questão da disponibilidade hídrica subterrânea a partir do balanço hídrico, procurando obter a vazão equivalente à Q_{7,10} (mínima das médias das vazões diárias de sete dias consecutivos e dez anos de tempo de retorno). A Q_{7,10}, é a vazão de referência para caracterização da disponibilidade hídrica adotada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro.

Do ponto de vista hidrogeológico, para efeitos de cálculo de disponibilidade de água subterrânea, considerou-se nas bacias do Rio Macaé, Rio das Ostras e Lagoa de Imboacica, a ocorrência de dois Sistemas aquíferos: um Sistema Aquífero Cristalino e um Sistema Aquífero Sedimentar, conforme mostra a Figura 7.52.

Com o objetivo de correlacionar a disponibilidade hídrica subterrânea apresentada na Figura 7.53 com a hidrogeologia da área, ou seja, com os aquíferos existentes, resolveu-se trabalhar em cima das sub-bacias determinadas na área.

A partir do mapa da Figura 7.53, gerou-se um mapa de disponibilidade hídrica subterrânea, baseado nas médias das disponibilidades hídricas, por sub-bacia, como mostra a Figura 7.53.

Observa-se na Figura 7.54 que a disponibilidade hídrica subterrânea média, varia de <225 mm/ano até >375 mm/ano nas sub-bacias indicadas.

As maiores disponibilidades de água subterrânea estão indicadas na sub-bacia do Alto Rio Macaé, justamente nas áreas onde a precipitação pluviométrica é maior, indicando valores >375 mm/ano. Estas áreas coincidem com as partes onde a cota topográfica pode atingir até 1800 metros e a precipitação média anual oscila entre 2000 mm e 2300 mm.

Baseada nestes dados, a modelagem mostrou que a disponibilidade hídrica subterrânea, levando em conta a $Q_{7,10}$, nas partes altas da bacia, oscila entre 410 mm/ano e 900 mm/ano. A $Q_{7,10}$ nesta sub-bacia do Alto Macaé é alta, reflexo do padrão pluviométrico desta região, com elevados índices. Além disso, esses valores de disponibilidade, que podem representar mais de 30% da precipitação média, podem ser considerados como sendo a recarga de água subterrânea na área.

Estes valores de recarga estão associados à precipitação, a espessura de solo de alteração sobre a rocha cristalina, a quantidade de falhas e fraturas existentes na área e a existência de cobertura vegetal.

A partir dos resultados obtidos para a disponibilidade hídrica média subterrânea por sub-bacia, que gerou a Figura 7.54, efetuou-se o cálculo da disponibilidade de água subterrânea por sub-bacia em mm/ano (milímetros por ano).

O valor encontrado para cada sub-bacia indica a vazão possível de ser retirada em cada sub-bacia, ou seja, exemplificando para uma sub-bacia: no caso da sub-bacia do Alto Rio Macaé tem 293,16 km² e a disponibilidade de água subterrânea (Figura 7.54) é maior que 375 mm/ano. Para efeito de cálculo, utilizou-se 375 mm/ano. O cálculo da disponibilidade sobre a sub-bacia indicou um valor de > 40 m³/h/km², com uma vazão média de 1 m³/h por poço. Este valor representa a vazão possível de ser retirada dos aquíferos através de poços distribuídos na área. Saliente-se bem, que a locação de poços neste tipo de sub-bacia, onde predominam as rochas cristalinas, deve se ater ao sistema de falhamentos da área.

Este mesmo cálculo foi feito para as demais sub-bacias e gerou a Figura 7.55 que mostra a disponibilidade de água subterrânea por sub-bacia em m³/h/km² e a vazão média por poço em m³/h.

Figura 7.52 Mapa de Sistemas Aquíferos de RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Tipo de Poço**
 - Nascente
 - Piezômetro
 - Poço profundo
 - Poço raso
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
 - Sistema Aquífero**
 - Água
 - Sistema Aquífero Sedimentar
 - Sistema Aquífero Fissural

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados inermédicos (BGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Orthotopos Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados inermédicos disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados inermédicos);
- Sistema Aquíferos: Relatório de Diagnóstico de Recursos Hídricos - Fundação CEPERJ, 2010;
- Sistemas Aquíferos de Poços: escala 1:400.000 - INEA/DIMFIS/GEOPEA/RH-RJ, 2010.

Escala numérica em A3: 1:320.000
Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

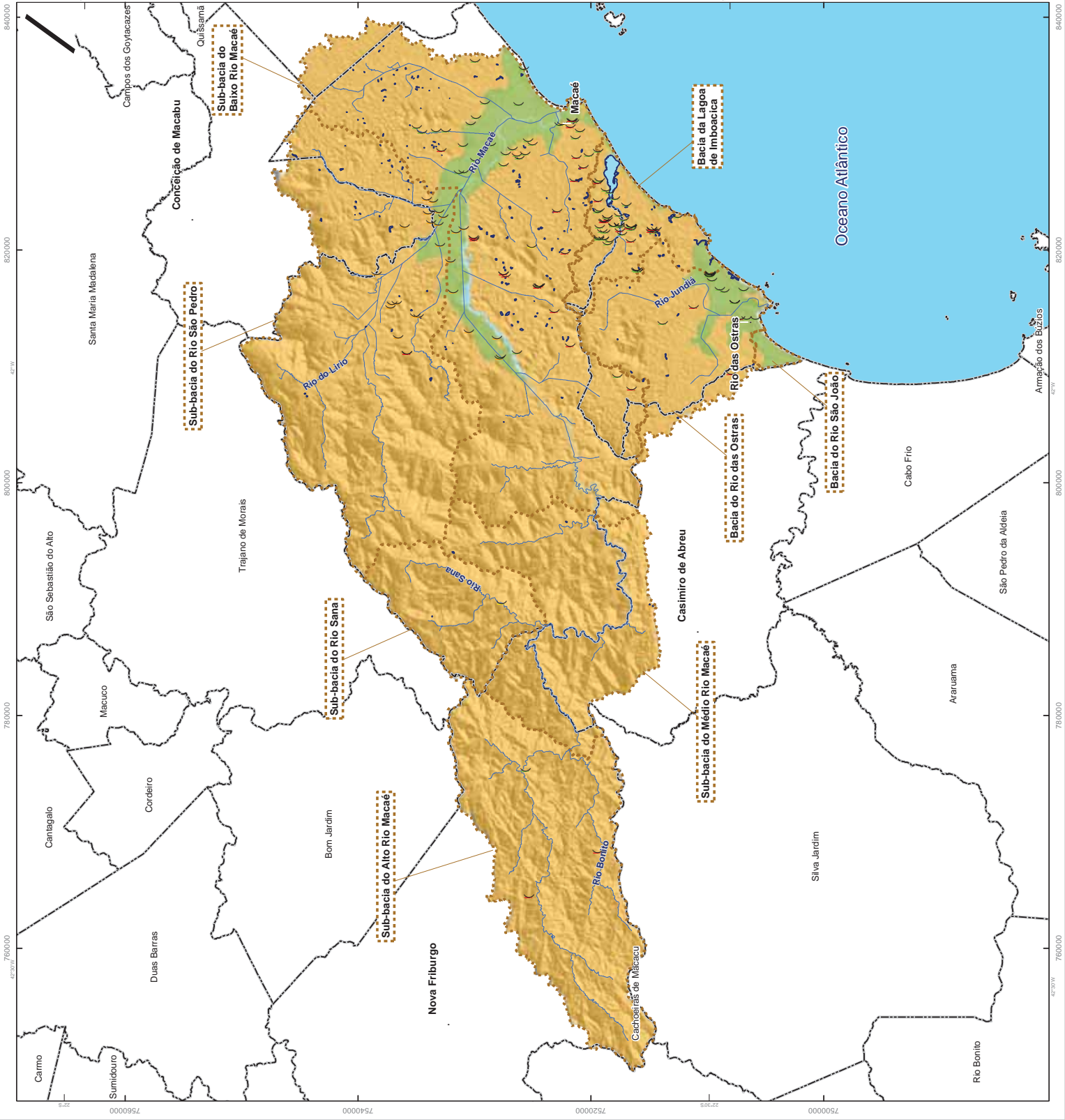


Figura 7.53 Mapa de Disponibilidade Hídrica Subterrânea (Q7,10)

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Disponibilidade Hídrica Subterrânea mm/ano

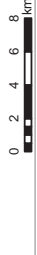
- 0 - 120
- 121 - 180
- 181 - 240
- 241 - 300
- 301 - 360
- 361 - 420
- 421 - 500
- 500 - 900

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala: 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Bacia do Rio São João: gerado a partir da base cartográfica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006) disponibilizado pelo INEADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Limites Municipais: escala: 1:50.000 Fundação CEFEPRI, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Disponibilidade Hídrica Subterrânea: Constrócio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

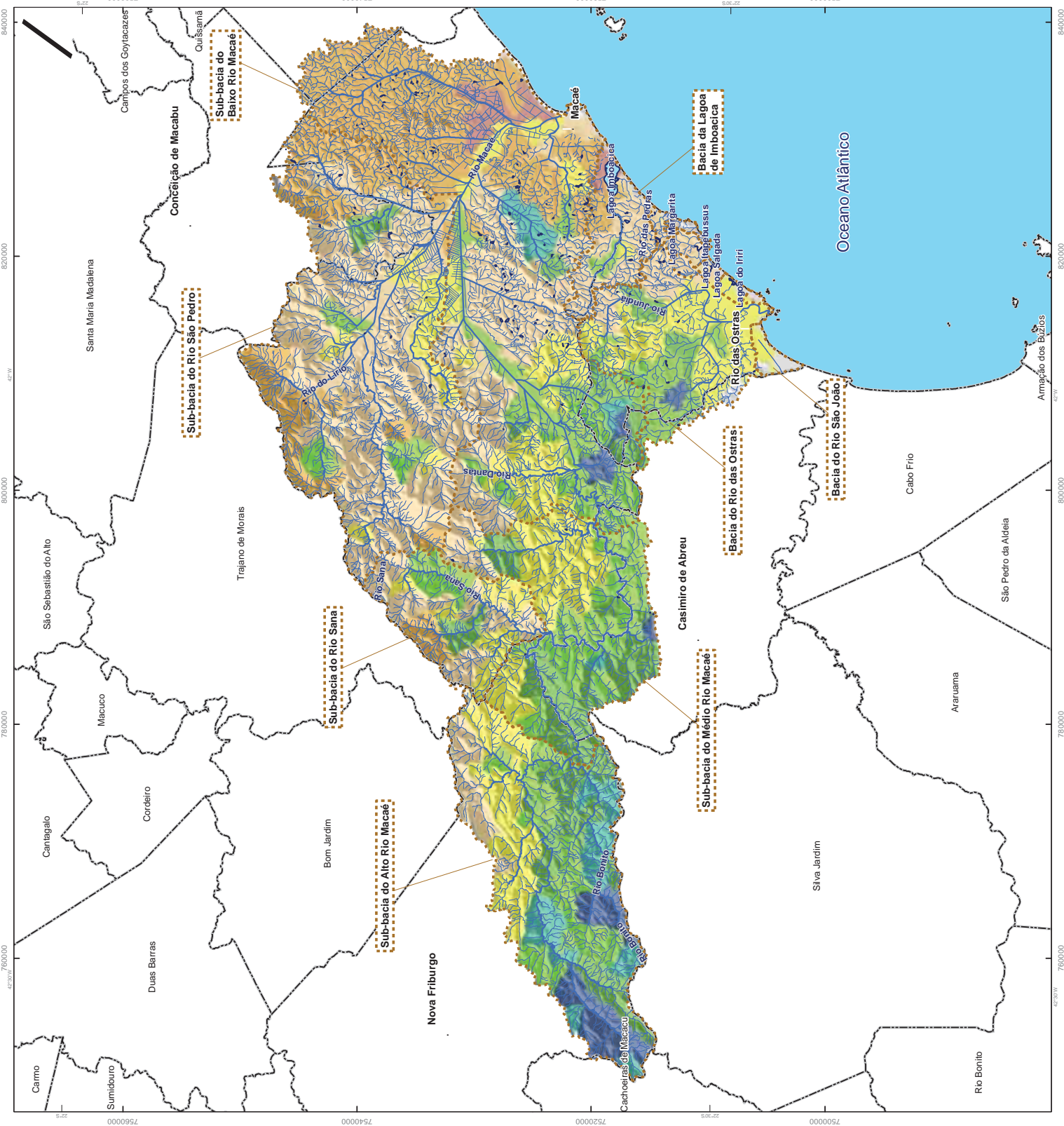
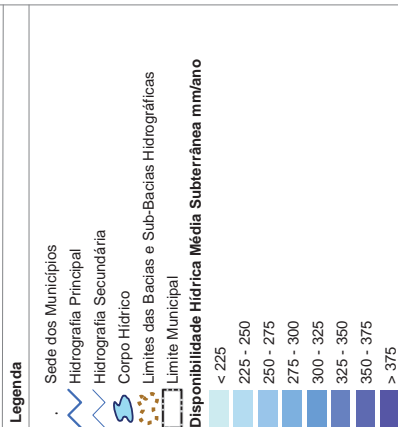


Figura 7.54 Mapa de Disponibilidade Hídrica Média Subterrânea por Sub-Bacia



Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:100.000 IBGE, 2010;
- Disponibilidade Hídrica Subterrânea: Conselho Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:

Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA MACAÉ E OSTRAS

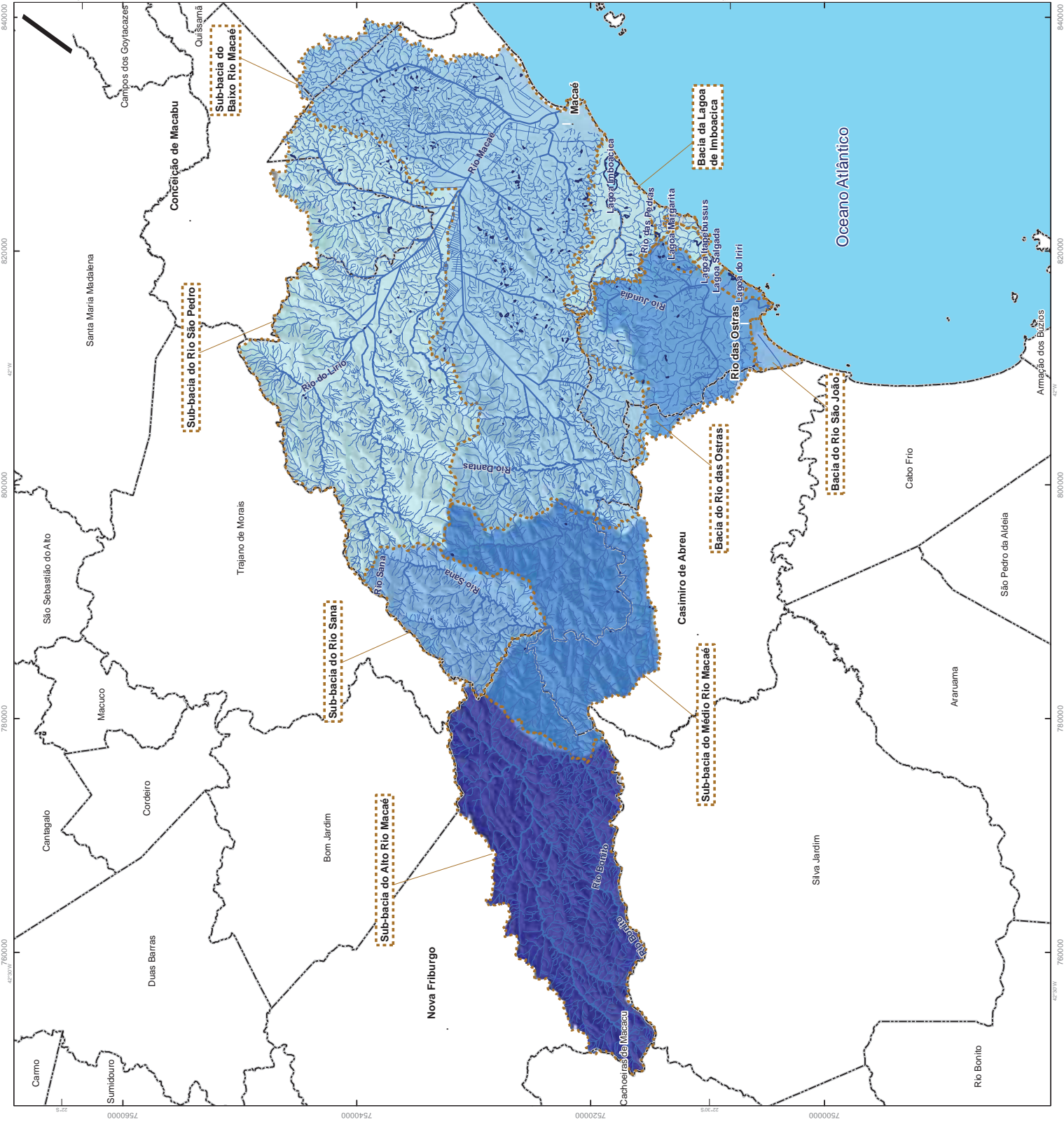


Figura 7.55 Mapa de Disponibilidade de Água Subterrânea por Sub-Bacia (m³/h.km²)

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Disponibilidade de Água Subterrânea

m³/h.km²	Queda/Poço
< 25	10 m³/h
25 - 30	5 m³/h
30 - 35	8 m³/h
35 - 40	3 m³/h
> 40	1 m³/h

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEN - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012, 2012).
- Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPEA, 2012; - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 - (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010; (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Disponibilidade de Água Subterrânea: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000



Informações Cartográficas:

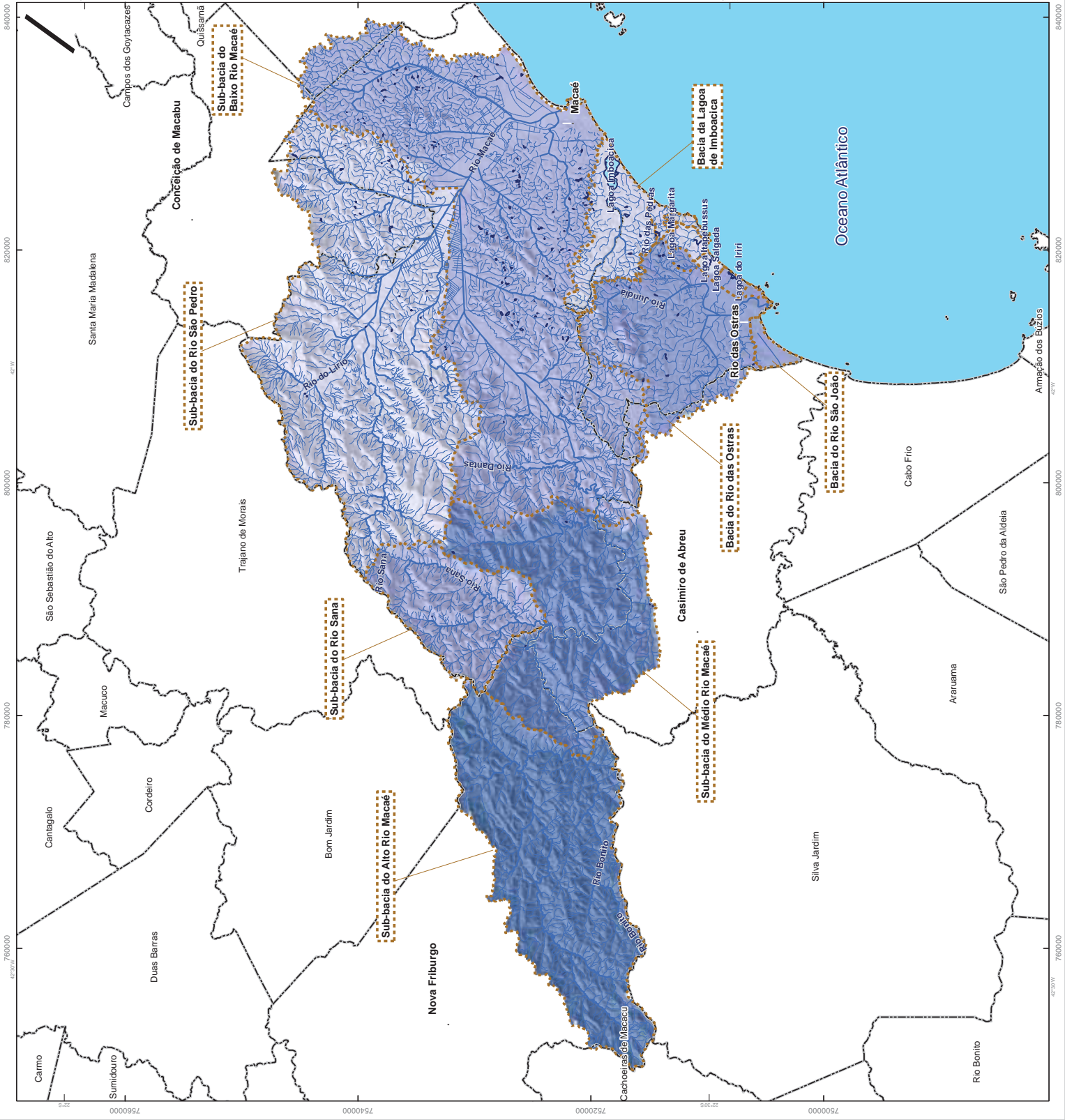
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA MACAÉ E OSTRAS



8400000
8200000
8000000
7800000
7600000
7560000
7540000
7520000
7500000
42°30'W
42°W
41°30'W

7.2.3 Qualidade das Águas Subterrâneas

7.2.3.1 Caracterização Hidroquímica

A caracterização hidroquímica da água subterrânea foi realizada com base na interpretação de dados provenientes de análises físico-químicas e bacteriológicas disponíveis, que foram obtidos junto ao cadastro dos processos de outorgas existentes e a tese de Bento (2006). Além disso, foi realizado um levantamento de campo, onde foram coletadas 10 amostras de água subterrânea, provenientes de diferentes pontos e aquíferos.

Os resultados encontrados indicam um comportamento diferenciado para as águas que circulam pelo aquífero poroso intergranular e pelos aquíferos fraturados. Além disso, foi possível identificar uma variação para os aquíferos fraturados localizados nas regiões mais próximas ao litoral e ao Rio Macaé.

Conforme revelado pelo Diagrama de Piper, as águas subterrâneas podem ser classificadas em dois grupos principais:

- Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas (75%), que correspondem a maior ocorrência, sendo que nesse grupo há uma predominância das águas bicarbonatadas cálcicas e uma menor ocorrência de águas bicarbonatadas mistas; e
- Sulfatadas ou Cloretadas Sódicas (25%), sendo que a classificam com base nos ânions e cátions, indica a ocorrência de águas mistas e sódicas.

As águas subterrâneas do aquífero poroso intergranular, localizado no manto de alteração das rochas cristalinas, são do tipo Bicarbonatadas Cálcicas ou Mistas e Sulfatadas ou Cloretadas Sódicas. E, aquelas que circulam pelos aquíferos fraturados são águas do tipo Bicarbonatadas Cálcicas com diferentes graus de mineralização, apresentando valores de condutividade mais baixos (inferiores a 200 mS.cm⁻¹).

As águas sulfatadas ou cloretadas sódicas estão associadas às regiões mais próximas do litoral e ao Rio Macaé. Nesses locais, o manto de alteração é mais espesso e pode ocorrer conexão com as águas que circulam pelo Sistema Aquífero Sedimentar. Isso explica a maior ocorrência e concentração de elementos como cloreto, sódio, sulfato e os maiores valores de condutividade encontrados. Além disso, as águas desse aquífero tendem a apresentar problemas com relação a coloração, turbidez, presença de ferro e manganês e de coliformes totais e *Escherichiacoli*.

Segundo Bento (2006) as águas que circulam nos aquíferos sedimentares apresentam as seguintes características:

- pH: o valor médio encontrado foi de 5,76, sendo que os valores variaram entre 3,93 a 7,21. Essa variação é explicada pelo fato que os aquíferos são rasos, situado em zonas que originalmente eram brejosas, ricas em matéria orgânica;
- condutividade: o valor médio da condutividade elétrica foi de 460 microS/cm, sendo que os valores encontrados, nos diferentes pontos, variaram entre 120 a 1660 microS/cm. Esses valores indicam a ocorrência de águas com salinidade variável entre baixa a alta, sendo algumas classificadas como salobras (Figura 7.56). Bento (2006) comenta que a explicação para a ocorrência de valores de condutividade mais elevados pode estar relacionada a duas possibilidades: a primeira seria o contato com os sedimentos de origem marinha e a segunda, relacionada a efeitos evaporativos associados a águas superficiais empoçadas. A mesma autora identificou que as maiores condutividades estão localizadas mais próximas ao litoral da cidade de Macaé e ao Rio Macaé, o que poderia indicar um processo de salinização do aquífero. Por outro lado, as zonas de menor condutividade estão relacionadas às áreas mais elevadas e mais distantes do rio, onde estariam localizadas as zonas de recarga;

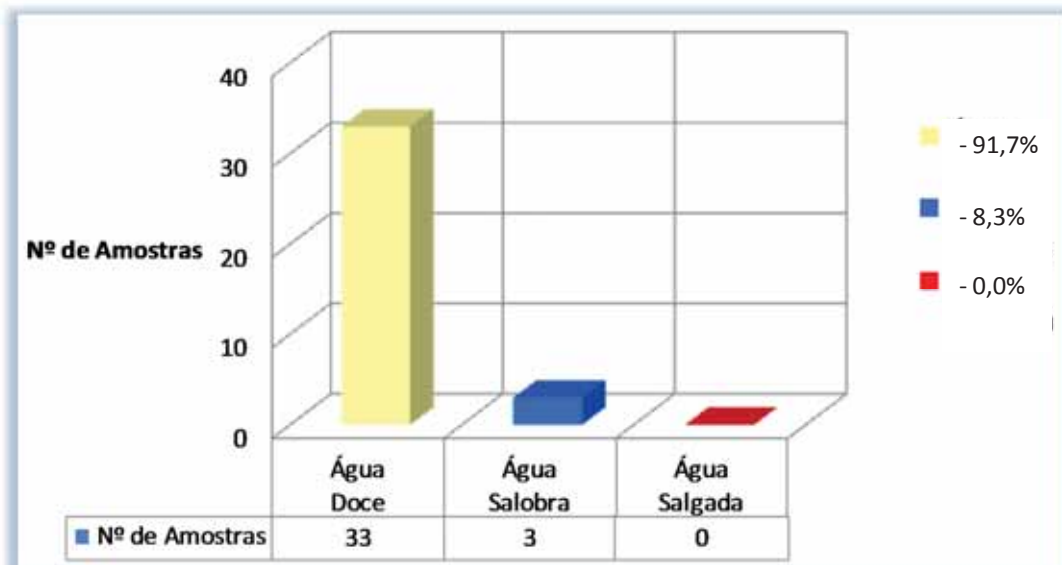


Figura 7.56: Classificação das Águas Subterrâneas do Aquífero Poroso Intergranular Associado aos Depósitos de Sedimentos Alúvio-Coluvionares

- ferro e manganês: a ocorrência desses dois elementos é comum nas águas subterrâneas, apresentando em geral valores acima dos limites de potabilidade (0,3 mg/l). Segundo Bento (2006) os altos teores de ferro são comuns nesse tipo de ambiente geológico;
- nitrato: os valores de nitrato encontrados variaram entre 0,5 a 22 mg/l, sendo que os valores superiores a 5mg/l já indicariam a existência de fontes de contaminação como: esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitérios, adubos nitrogenados, resíduos de animais. Conforme Bento (2006) a ocorrência de valores elevados de nitrato é justificada pelas precárias condições sanitárias de alguns dos pontos de captação, que estão instalados próximos a fontes de contaminação; e
- coliformes fecais e totais: em vários pontos analisados foi identificada a presença de coliformes totais e fecais, indicando a existência de contaminação bacteriológica. Como comentado acima, a explicação está relacionada às condições precárias dos pontos de captação e a localização dos mesmos, próximos a fontes de contaminação.

A classificação geral das águas subterrâneas nos quatro principais grupos possui a seguinte distribuição:

- Águas Sulfatadas ou Cloretadas Cálcicas ou Magnesianas (44,4%); nesse grupo há ocorrência de diversos tipos de águas com base na distribuição dos cátions e ânions. Os principais grupos são as sulfatadas mistas e as sulfatadas magnesianas, com menor ocorrência para as sulfatadas cálcicas e cloretadas magnesianas;
- Águas Sulfatadas ou Cloretadas Sódicas (27,8%): nesse grupo predominam as águas cloretadas sódicas e, em menor proporção as águas sulfatadas sódicas;
- Águas Bicarbonatadas Cálcicas ou Magnesianas (25%): nesse grupo as águas bicarbonatadas magnesianas predominam, seguidas das águas bicarbonatadas mistas e, em pequena proporção pelas águas bicarbonatadas cálcicas; e
- Águas Bicarbonatadas Sódicas (2,8%): somente uma amostra indicou a ocorrência desse grupo.

Conforme Bento (2006) as águas sulfatadas estão localizadas junto à parte central dos depósitos aluvionares do Rio Macaé, enquanto que as águas cloretadas estão associadas a pontos de captação localizados próximos ao litoral.

Os resultados das amostragens realizadas em 10 poços previamente selecionados (Quadro 7.18.) encontram-se no Quadro 7.19.

Quadro 7.18: Relação dos pontos amostrados para água subterrânea

Pontos Amostrados	Proprietários	Tipo	Coord. Geográficas
SUBT1(PCNRH129)	Sociedade Mineradora Nova Friburgo (Poço da Água Mineral Lumiar)	Poço	-22.40911 e -42.393
SUBT2(PCNRH130)	Luiz Claudio Neves Rocha	Poço	-22.35244 e -42.3260083
SUBT3(PCNRH55)	Fazenda Pinheiros	Nascente	-22.33144 e -42.18672
SUBT4(PCNRH47)	Latina Manutenção de Rodovias Ltda.	Poço	-22.35472 e -41.9233333
SUBT5(PCNRH34)	Francisco de Souza Nunes	Poço	-22.36837 e -41.8593531
SUBT6(PCNRH10)	Parque Nac. Restinga Jurubatiba	Poço	-22.34054 e -41.7417158
SUBT7(PONTO 273)	Condomínio residencial	Poço	-22.50600 e -41.99200
SUBT8(PCNRH119)	Planalto do Rio Peças e Serviços Ltda.	Poço	-22.5075 e -41.9325
SUBT9(PCNRH36)	IESA Óleo & Gás S/A	Poço	-22.41667 e -41.8619444
SUBT10(PCNRH63)	Pride do Brasil Serviços de Petróleo Ltda.	Poço	-22.38236 e -41.8146242

Quadro 7.19: Dados levantados em campo, por pontos amostrados. Profundidade do poço (Prof), temperatura da água (Temp Água), pH, condutividade elétrica da água (Cond), salinidade (Sal) e turbidez (Turb)

Pontos Amostrados	Data	Horário	Tempo	Chuva 24 h	Prof (m)	Temp. Água (°C)	pH	Cond. (mS.cm ⁻¹)	Sal (%)	Turb. (NTU)
SUBT1(PCNRH129)	28/05/12	9:57	Bom	Não	- - -	19,0	7,0	30	0,00	1
SUBT2(PCNRH130)	28/05/12	10:30	Bom	Não	6,30	21,1	6,2	91	0,00	1
SUBT3(PCNRH55)	28/05/12	12:50	Bom	Não	Nasc	21,5	7,6	24	0,00	6
SUBT4(PCNRH47)	28/05/12	14:00	Bom	Não	150	26,2	6,7	127	0,00	9
SUBT5(PCNRH34)	28/05/12	14:40	Bom	Não	57	26,0	5,8	156	0,00	0
SUBT6(PCNRH10)	28/05/12	16:30	Bom	Não	3,0	27,3	5,1	275	0,01	0
SUBT7(PONTO 273)	29/05/12	7:30	Bom	Não	23,0	24,5	5,5	103	0,00	1
SUBT8(PCNRH119)	29/05/12	8:20	Bom	Não	8,0	25,2	6,2	289	0,01	20
SUBT9(PCNRH36)	29/05/12	9:10	Bom	Não	18,0	26,8	5,9	417	0,01	11
SUBT10(PCNRH63)	29/05/12	10:30	Bom	Não	144,0	24,9	6,9	1.270	0,05	2

7.2.3.2 Principais Problemas que Podem Afetar a Qualidade das Águas Subterrâneas

Os principais problemas que podem afetar a qualidade da água subterrânea dependem do tipo de aquífero, da geologia da área, de sua vulnerabilidade natural e das condições de uso e ocupação do solo.

O Sistema Aquífero Cristalino pode apresentar problemas naturais dependendo do tipo de aquífero. Sendo assim, os aquíferos porosos intergranulares, associados ao manto de alteração, podem apresentar problemas com relação à presença de Ferro e Manganês, bem como alterações no parâmetro Turbidez. Dependendo do tipo de ocupação do solo, esse aquífero tende a apresentar problemas com relação à presença de coliformes. Já os aquíferos fraturados podem apresentar alterações naturais provocadas por Ferro ou Fluoreto. A presença de coliformes em poços que captam água desse aquífero, geralmente, estão associadas a defeitos de construção desses poços.

O Sistema Aquífero Sedimentar, como é constituído por aquíferos porosos intergranulares, associados a diferentes camadas de sedimentos, pertencentes a três tipos principais de depósitos, tendem a apresentar problemas de qualidade diferentes.

Segundo Barreto et. al. (2000) as águas subterrâneas que circulam pelos sedimentos aluvionares são de boa qualidade, mas podem apresentar problemas relacionados a presença de Ferro. Além disso, como são aquíferos livres, rasos, em geral de pequena espessura, maior vulnerabilidade e captados por poços rasos, as águas subterrâneas podem apresentar problemas de qualidade devido a contaminação. Conforme Bento (2006), as águas desses aquíferos, em alguns pontos, já apresentam problemas de contaminação, evidenciados pela presença de Nitrato e de Coliformes Fecais e Totais.

Além disso, Barreto et. al. (2000) indica que as águas subterrâneas associadas a depósitos de sedimentos de cordões, restingas e terraços litorâneos, tendem a ser mais salinizadas, o que torna o seu aproveitamento restrito. Esses autores também comentam que as águas subterrâneas que ocorrem associadas a sedimentos argilosos, ricos em matéria orgânica, encontrados em regiões costeiras, tendem a apresentar águas salobras, com altos teores de ferro e cloretos.

7.2.4 Vulnerabilidade dos Aquíferos

A vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos Cristalino e Sedimentar foi calculada por meio da aplicação da metodologia GOD (Foster & Hirata, 1993), a qual considera a avaliação de três parâmetros relacionados à ocorrência da água subterrânea (parâmetro G), substrato litológico (parâmetro O) e profundidade do nível de água (parâmetro D).

O mapa de vulnerabilidade elaborado a partir da aplicação dessa metodologia (Figura 7.57) indica que na área da bacia há a ocorrência de quatro classes de vulnerabilidade: extrema, alta, moderada e baixa (Quadro 7.20). A classe de vulnerabilidade Insignificante não foi identificada na área de estudo.

Quadro 7.20: Classes de vulnerabilidade e área de ocorrência

Classe de Vulnerabilidade	Área (km ²)	Área (%)
Baixo	1451,0	73,0
Moderado	365,0	18,4
Alto	35,9	1,8
Extremo	135,2	6,8

Na região de ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino predominam as classes de vulnerabilidade baixa a moderada. Isso é explicado, pois para essas regiões os aquíferos são do tipo fraturado, estão associados a diferentes litologias como rochas ígneas e metamórficas e as profundidades dos níveis de água variam entre 0 e 50 metros.

Na área de abrangência do Sistema Aquífero Sedimentar há ocorrência das classes de vulnerabilidade alta e extrema, pois nessa região os aquíferos são principalmente do tipo livre (embora ocorram aquíferos semi-confinados a confinados) e estão associados a camadas de sedimentos arenosos. Além disso, o material geológico que recobre esses aquíferos está associado a sedimentos predominantemente arenosos e as profundidades dos níveis de água variam entre 0 e 20 metros.

O mapa de vulnerabilidade indica a ocorrência de regiões que apresentam maior ou menor suscetibilidade natural à contaminação e não o risco potencial de contaminação dos aquíferos. O mapa de risco de contaminação foi elaborado por intermédio do cruzamento do mapa de vulnerabilidade com o mapa de uso e ocupação do solo, o qual poderá estar associado a potenciais fontes de contaminação.

Figura 7.57 Mapa de Vulnerabilidade dos Sistemas Aquíferos da RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
- Classes de Vulnerabilidade - Método GOD**
- Extremo
 - Alto
 - Moderado
 - Baixo

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados inermédios (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados inermédios disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados inermédios disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Classes de Vulnerabilidade dos Aquíferos: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

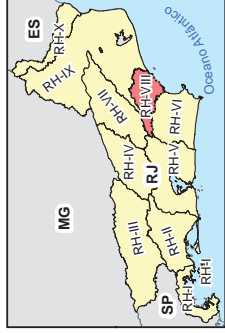
Escala Gráfica:



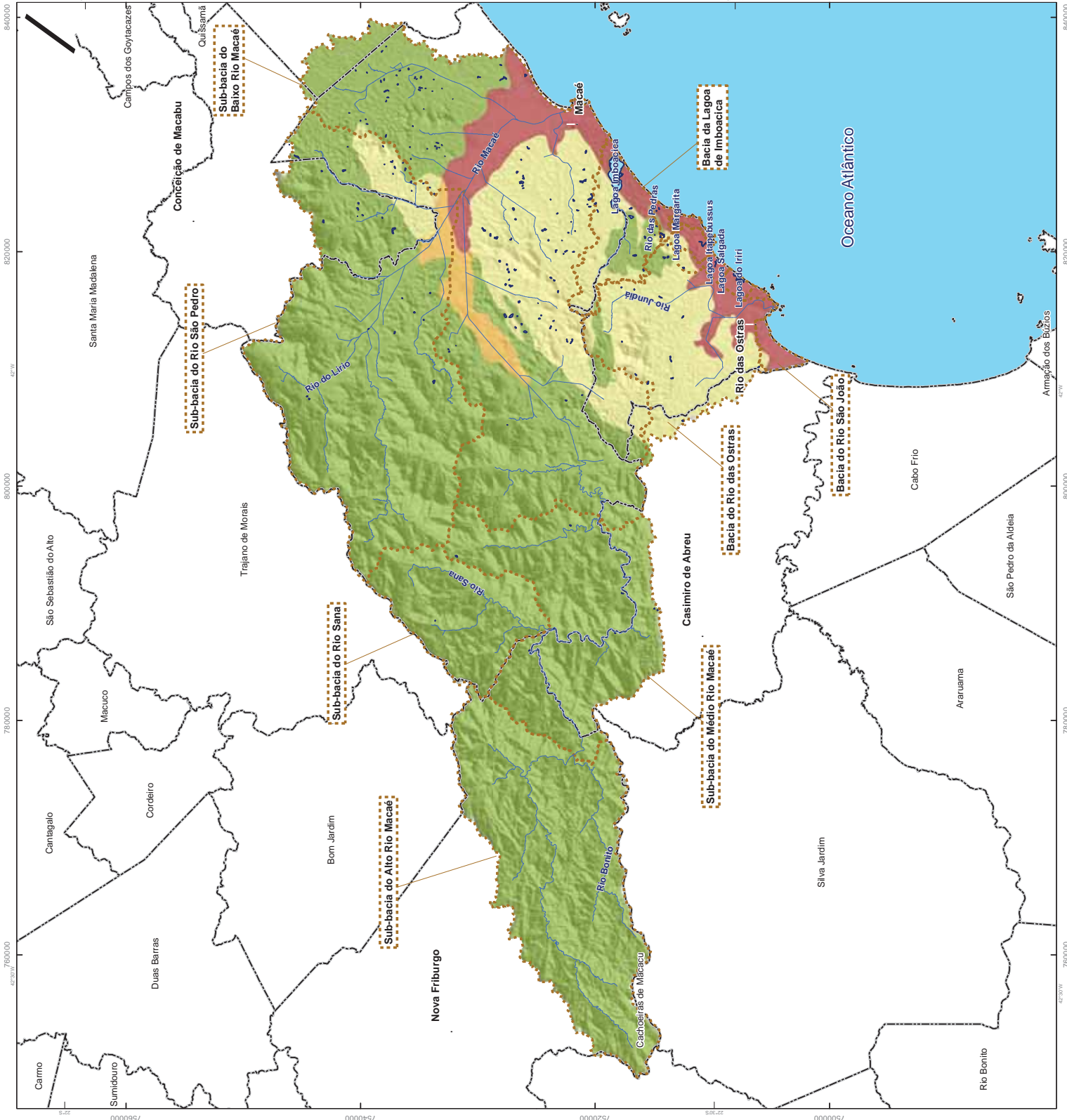
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



840000 820000 800000 780000 760000 7560000 7540000 7520000 7500000 22°38' 22°36' 22°34' 22°32' 42°W 42°W 42°W 42°W

Desta forma, foi efetuada a análise do mapa de uso e ocupação do solo, onde foram identificadas 12 classes de usos diferentes. Já a ponderação das classes de vulnerabilidade com o potencial de contaminação das classes de uso do solo é expressa na Figura 7.58. O resultado desta ponderação permitiu a elaboração do mapa de risco de contaminação dos aquíferos, conforme pode ser visualizado na Figura 7.59.

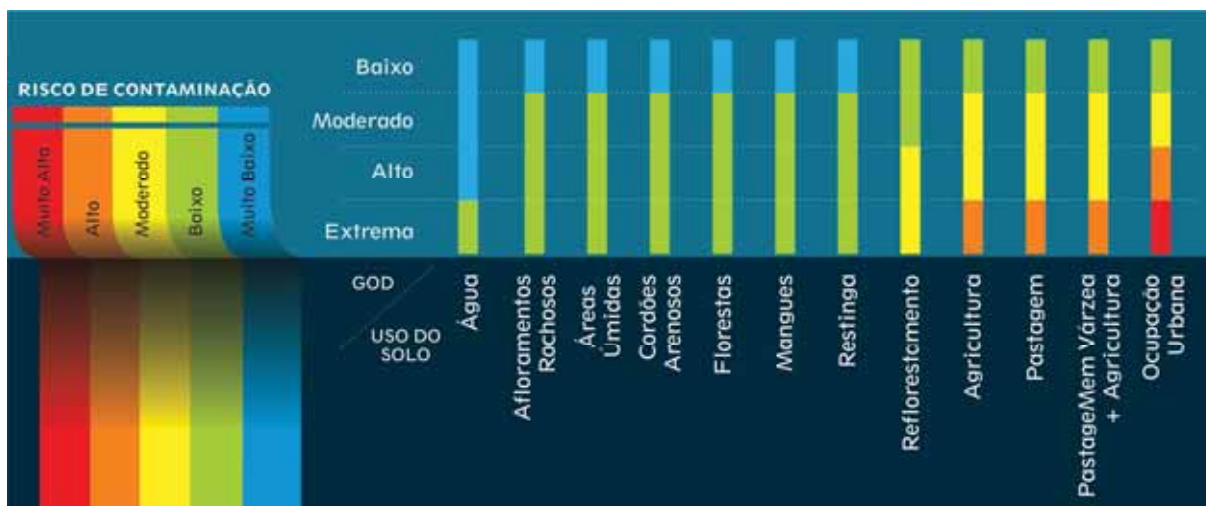


Figura 7.58: Ponderação das classes de vulnerabilidade (GOD) e as classes de contaminação potencial de uso de solo

O mapa de risco de contaminação dos aquíferos é caracterizado pela ocorrência de 5 classes, sendo que as classes de risco Muito Baixo a Baixo abrangem 78% da área. A área restante é ocupada pelas classes de risco Moderado (16,6%) e alto a muito alto (5,4%). As regiões que apresentam maior risco estão associados as áreas urbanas enquanto as regiões de risco moderado estão associados, principalmente, a áreas agrícolas (Quadro 7.21).

Quanto à intrusão salina nos aquíferos costeiros, o risco de contaminação ocorre na faixa litorânea nas áreas onde há ocupação urbana. Isto se deve ao fato de que nesta área a maior parte das pousadas e residências possui captação de água subterrânea através de poços tipo “ponteira”, o que coloca esta área em uma classe de risco Muito Alto.

Quadro 7.21: Classes de risco potencial de contaminação dos aquíferos

Classe de Risco	Área (km ²)	Área (%)
Muito Baixo	867,9	43,7
Baixo	680,9	34,3
Moderado	329,7	16,6
Alto	61,9	3,1
Muito Alto	46,7	2,4

Figura 7.59 Mapa de Risco de Contaminação dos Sistemas Aquíferos da RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Hidrografia Principal
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal
- Classes de Risco de Contaminação**
- CLASSE**
- Alto
 - Moderado
 - Baixo
 - Muito Alto
 - Muito Baixo

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SENA) - disponibilizado pelo INEAM/INFRIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Orologios Digitais IBGE/SENA - 2005/2006, escala: 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEAM/INFRIS/GEOPA, 2012;
- Rios: IBGE/SENA - 2005/2006 - dados intermediários - escala: 1:25.000;
- Limites Municipais: escala: 1:50.000 Fundação CEFEPRI, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Classes de Vulnerabilidade dos Aquíferos: Conselho Macaé/ Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:

0 2 4 6 8 km

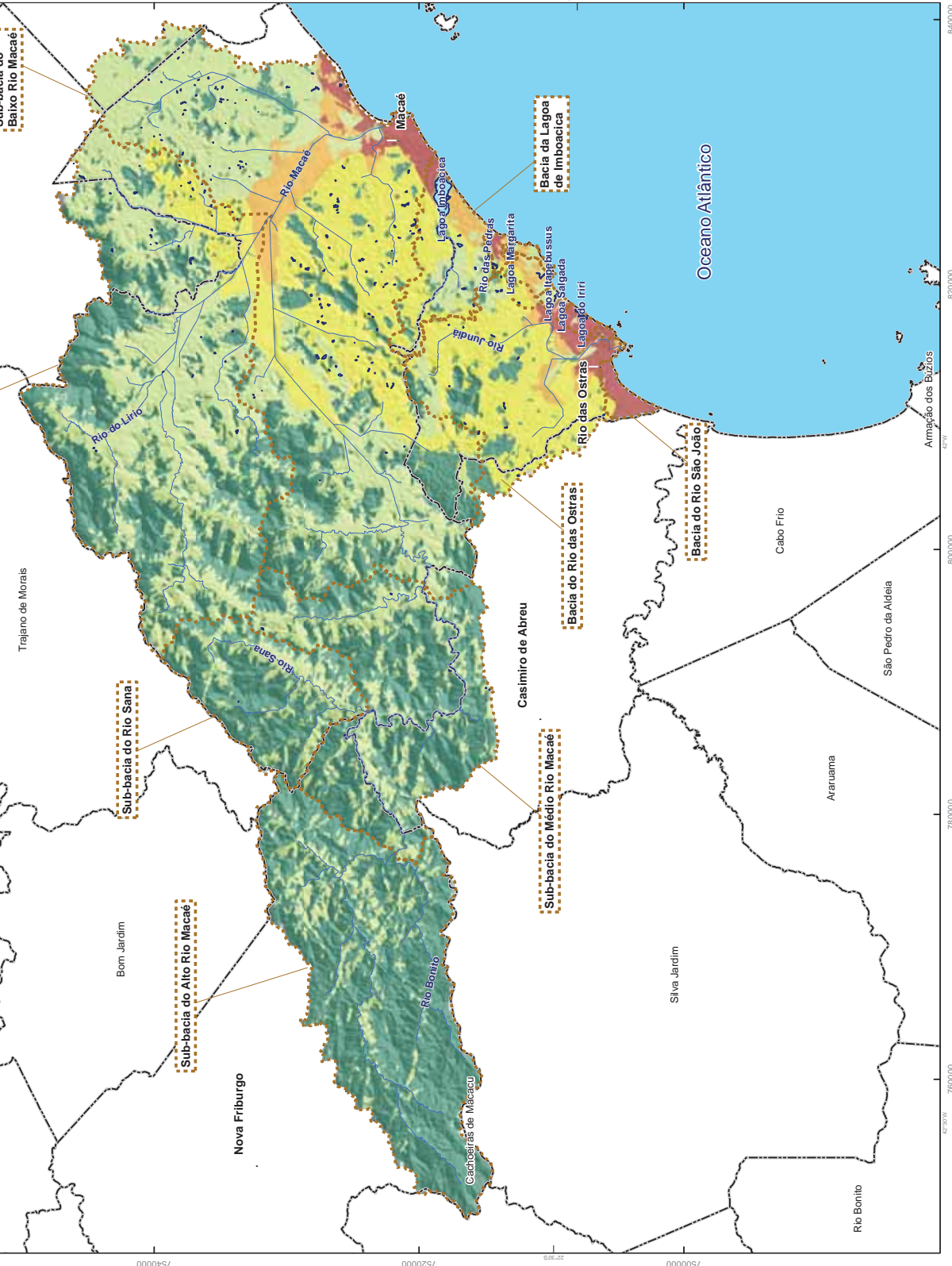
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

Projeto

PLANO DE DEFESA INTEGRAL DO AQUIFERO MACAÉ E OSTRAS



7.2.5 Água Mineral

Para avaliar a situação da existência de exploração de “Água Mineral” na região abrangida pela bacia, foi realizado um levantamento junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), por intermédio de consulta on-line efetuada no Cadastro Mineiro⁵.

A consulta foi realizada por município, portanto, muitos pedidos podem não estar localizados dentro da área da bacia, visto que alguns municípios possuem pouca área de abrangência nessa bacia.

Além disso, deve-se ressaltar que a maior parte dos pedidos está nas fases iniciais e consiste somente de requerimentos e pedidos de pesquisa. A exploração da água mineral só é concedida quando da obtenção da Concessão de Lavra. Deve-se salientar que o cadastro permite identificar, somente, quantos processos estão em fase de Concessão de Lavra, mais isso não quer dizer que a concessão já tenha sido dada.

O resultado obtido com esse levantamento pode ser observado no Quadro 7.22 e indica que na região da bacia hidrográfica do Rio Macaé e das Ostras há potencial para a exploração desse tipo de recurso mineral. A Figura 7.60 espacializa as concessões de água mineral na Região Hidrográfica e entorno.

Quadro 7.22: Solicitações de Pesquisa e Concessão de Água Mineral Cadastradas no DNPM

Município	Número de Pedidos	Tipo de Requerimento	Fase do Processo Concessão de Lavra
Bom Jardim	3	Autorização de Pesquisa	Nenhum
Cachoeira do Macacu	57	Requerimento de Pesquisa Autorização de Pesquisa Disponibilidade	10 processos
Carapebus	1	Autorização de Pesquisa	Nenhum
Casimiro de Abreu	23	Requerimento de Pesquisa Autorização de Pesquisa Requerimento de Lavra	4 processos
Conceição do Macabu	2	Disponibilidade	Nenhum
Macaé	11	Requerimento de Pesquisa Autorização de Pesquisa	2 processos
Nova Friburgo	18	Requerimento de Pesquisa Autorização de Pesquisa Disponibilidade	3 processos
Rio das Ostras	2	Autorização de Pesquisa	1 processo
Silva Jardim	11	Requerimento de Pesquisa Autorização de Pesquisa Requerimento de Lavra	1 processo
Trajano de Moraes	1		1 processo

⁵ Disponível em: <<https://sistemas.dnppm.gov.br/SCM/extra/site/admin/Default.aspx>>

Figura 7.60 Mapa de Localização das Concessões de Água Mineral (21 dentro da RH VIII)

Legenda

- Sede dos Municípios
- Concessões de Água Mineral
- (Dentro da RH VIII
- (Fora da RH VIII
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Corpo Hídrico
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INE/ADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006; escala: 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INE/ADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo (MD) gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 - IBGE/SEA, 2002/2006 (dados intermediários);
- Limites Municipais: IBGE/IBGE, 2000 (dados intermediários);
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Concessões de Água Mineral: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2012.

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INE/ADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006; escala: 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INE/ADIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo (MD) gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 - IBGE/SEA, 2002/2006 (dados intermediários);
- Limites Municipais: IBGE/IBGE, 2000 (dados intermediários);
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Concessões de Água Mineral: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

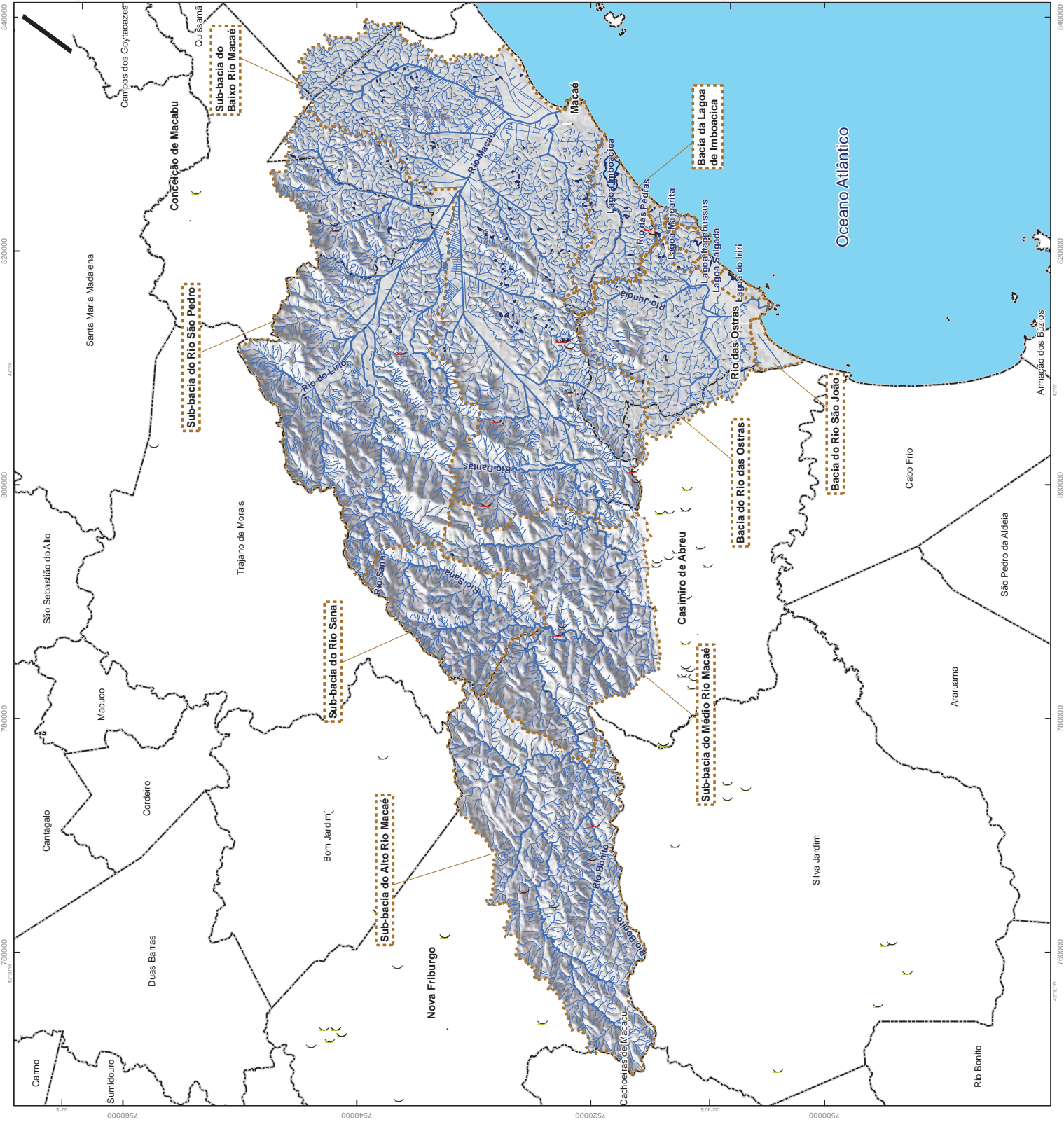
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE ÁGUA MINERAL EM MACAÉ E BARRAS

8 DEMANDAS HÍDRICAS

8 DEMANDAS HÍDRICAS

As demandas hídricas da RH VIII encontram-se descritas neste Capítulo abrangendo a discriminação dos usos consuntivos e não consuntivos identificados nos domínios da região hidrográfica, bem como a consolidação das demandas.

8.1 Fontes das Informações

A identificação dos usos dos recursos hídricos da bacia foi realizada tomando-se por base as seguintes fontes de informações:

- Pesquisa bibliográfica em relatórios técnicos;
- Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH da Agência Nacional de Águas - ANA, adotado pelo INEA como sistema de informação sobre uso de recursos hídricos, disponibilizado pelo INEA, em 24/05/2012, com posterior atualização para os dados de agosto de 2012. Para complementação, foram pesquisadas as outorgas de uso da água para diversas finalidades, utilizando basicamente as informações obtidas junto ao Cadastro Nacional de Recursos Hídricos - CNARH da Agência Nacional de Águas, adotado pelo INEA como sistema de informação sobre uso de recursos hídricos.
- Pesquisas em instituições relacionadas direta ou indiretamente ao uso da água nas bacias, a saber: ANA, ANEEL, INEA, CEDAE, SAAE, EMUHSA, EMATER, IBGE, Prefeituras locais, dentre outras;
- Documentação obtida em visitas técnicas na região.

Como referencial básico para as estimativas foram considerados os municípios inseridos total ou parcialmente na bacia, para os quais se buscaram, nas fontes citadas, os dados pertinentes. A partir da identificação destes usos por município, os mesmos foram desagregados considerando a divisão na bacia estabelecida pelas condições hidrográficas, de forma a considerar no cálculo das demandas apenas os usos da parcela do município inserida na respectiva bacia hidrográfica. Isto para possibilitar a posterior avaliação para efeitos dos balanços hídricos quali-quantitativos.

O banco de dados do CNARH disponibilizado pelo INEA foi analisado, separando-se as captações e lançamentos cadastrados na RH VIII, com divisão por município e por sub-bacia. Para realizar essa separação, foram adotadas como filtro as coordenadas geográficas informadas no cadastro, sendo utilizados para a avaliação de demandas as captações e os lançamentos que estavam dentro da área definida pela base de geoprocessamento da RH VIII. Com esses dados, foram montados bancos de informações divididos por municípios, situação do uso cadastrado, setor econômico, bacias e sub-bacia, sazonalidade do uso, entre outros, considerando as informações do cadastro para o mês de agosto de 2012, com atualização em setembro de 2012. Essa separação resultou em 210 registros de captação, conforme o Quadro 8.1

Quadro 8.1: Usuários cadastrados no CNARH

Município	Número de Usuários	Participação (%)
Carapebus	3	1%
Casimiro de Abreu	11	5%
Conceição de Macabu	2	1%
Macaé	111	53%
Nova Friburgo	29	14%
Rio das Ostras	54	26%
Total	210	100%

Fonte: CNARH (agosto/2012)

Destes 210 registros, 137 ou 65% não possuem número CNARH, ou seja, não foram ainda validados. A maior parte destes usos não validados está no município de Macaé, como pode

ser observado no Quadro 8.2. Em termos de vazão, as captações não validadas representam 100% das captações sazonais e 25% das captações não sazonais. Isto significa volumes anuais de 125.614 m³ e 38.488.489 m³, respectivamente, e 25% da vazão anual constante do cadastro. No total, as captações validadas e outorgadas ou certificadas como uso insignificante (73, que representam 35% das captações constantes no cadastro) somam 116.530.181 m³/ano.

Quadro 8.2: Distribuição dos usuários não validados por município

Município	Número de usuários cadastrados	Número de usuários não validados	Participação dos registros não validados	
			Bacia (%)	Município (%)
Carapebus	3	3	2%	100%
Casimiro de Abreu	11	5	4%	45%
Conceição de Macabu	2	1	1%	50%
Macaé	111	63	46%	57%
Nova Friburgo	29	28	20%	97%
Rio das Ostras	54	37	27%	69%
Total	210	137	100%	65%

Fonte: CNARH (agosto/2012)

É importante destacar que o CNARH apresenta três níveis de informações: usos cadastrados, validados e regularizados. Os primeiros são os constantes no CNARH; os segundos são os cadastros validados pelo INEA – possuem número de CNARH; os últimos, aqueles que possuem a outorga de uso de recursos hídricos ou a certidão de uso insignificante.

Também é importante lembrar que o cadastro é constantemente atualizado, sendo que as informações aqui constantes são passíveis de modificação.

Essa informação é importante para a definição de programas específicos na fase de definição do plano de ações, como o de cadastro ou de aplicação da cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão dos recursos hídricos, servindo para dimensionar os esforços e definir as metas de cada programa ou projeto.

Os dados do CNARH apresentam outra divisão importante em relação aos usos, que são sazonais ou não sazonais, sendo os últimos os mais significativos. Dentre os usos não sazonais, o abastecimento representa 70% do volume solicitado (108.609.145 m³/ano), seguido da aquicultura com 16%.

Dentre as bacias consideradas (Rio Macaé, Rio das Ostras e Lagoa de Imboacica), a do Macaé é responsável por quase todo o volume informado no CNARH, com 99,6% do volume anual não sazonal e 100% do volume anual sazonal. As bacias da lagoa de Imboacica e do rio das Ostras representam apenas 0,2% do volume total e do volume não sazonal. O Quadro 8.3 apresenta esses valores.

Quadro 8.3: Distribuição dos volumes anuais cadastrados (m³/ano), conforme sazonalidade, por sub-bacia e por finalidade

Sub-bacia	Volume não-sazonal (m³ / ano)									
	Abastecimento	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Irrigação	Mineração	Outros	Termoelétrica	Total	
Bacia da Lagoa de Imboacica	100.066	-	-	99.319	79.392	-	34.149	-	312.926	
Bacia do Rio das Ostras	125.022	-	-	183.271	480	-	1.332	-	310.105	
Bacia do Rio Macaé	108.384.056	24.793.122	421.980	8.186.139	26.501	105.600	267.967	12.210.276	154.395.640	
Sub-bacia do Alto Rio Macaé	549.038	24.724.325	132	32.940	23.009	105.600	-	-	25.435.044	
Sub-bacia do Baixo Rio Macaé	72.140.727	48.330	11.088	8.153.199	3.491	-	137.460	12.210.276	92.704.571	
Sub-bacia do Médio Rio Macaé	1.648.692	20.467	-	-	-	-	-	-	1.669.159	
Sub-bacia do Rio Sana	31.622	-	21.960	-	-	-	-	-	53.582	
Sub-bacia do Rio São Pedro	34.013.976	-	388.800	-	-	-	130.507	-	34.533.283	
Total	108.609.145	24.793.122	421.980	8.468.728	106.373	105.600	303.448	12.210.276	155.018.671	
Sub-bacia	Volume sazonal (m³ / ano)									
	Abastecimento	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Irrigação	Mineração	Outros	Termoelétrica	Total	
Bacia da Lagoa de Imboacica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bacia do Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bacia do Rio Macaé	-	-	-	2.864	122.300	-	-	-	125.164	
Sub-bacia do Alto Rio Macaé	-	-	-	-	85.200	-	-	-	85.200	
Sub-bacia do Baixo Rio Macaé	-	-	-	2.864	-	-	-	-	2.864	
Sub-bacia do Médio Rio Macaé	-	-	-	-	37.100	-	-	-	37.100	
Sub-bacia do Rio Sana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sub-bacia do Rio São Pedro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	-	-	-	2.864	122.300	-	-	-	125.164	
Volume Total Cadastrado (m³ / ano)	Volume Total Cadastrado (m³ / ano)									
	Abastecimento	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Irrigação	Mineração	Outros	Termoelétrica	Total	
Volume Total	108.609.145	24.793.122	421.980	8.471.592	228.673	105.600	303.448	12.210.276	155.143.835	
Participação	70%	16%	0,3%	5,5%	0,1%	0,1%	0,2%	7,9%	100%	

Fonte: CNARH (agosto/2012)

A categoria “outros” assume importância principalmente em relação ao tipo de usuário. Para entender essa categoria, todos os registros constantes no CNARH foram analisados individualmente. De acordo com informação recebida do INEA, retirada do “Manual do Usuário do CNARH”, o componente “Outro” se aplica àqueles empreendimentos que realizam interferências em recursos hídricos em termos de captação de água e lançamento de efluentes, porém não contemplados nas demais categorias. Em geral, compreendem empreendimentos de pouca expressão em termos de uso da água como, por exemplo, hotéis, pousadas, estâncias turísticas balneários, postos de combustível, restaurantes, lavanderias, sedes de fazendas ou chácaras, unidades residenciais e comerciais não atendidas por redes de água, uso paisagístico (hortas, jardins, pomares, etc.), interferências como travessias, pontes, bueiros, canalizações, retificações e outros.

Após a análise dos registros da categoria “outros” e da descrição das atividades que utilizam água em cada registro, fez-se a reclassificação a fim de distribuí-los entre as categorias gerais já utilizadas: abastecimento, aquicultura, criação animal, indústria, irrigação, mineração e termoeletrica. Desta forma dentro da categoria “outros”, os registros que estavam descritos como consumo humano passaram a integrar a categoria abastecimento, e os demais registros à categoria indústria.

Considerando apenas o uso não sazonal e, incorporadas as alterações resultantes da reclassificação da categoria “outros” as informações do CNARH indicam que a distribuição por bacia mostra o predomínio da Bacia do Rio Macaé em termos de vazão média anual, com praticamente 100% do volume cadastrado. Entre as sub-bacias, tem-se a sub-bacia do Baixo Rio Macaé com 60% do volume anual cadastrado, seguida da sub-bacia do Rio São Pedro (22%) e da sub-bacia do Alto Rio Macaé (16%). A participação das bacias da Lagoa de Imboacica e do Rio das Ostras é, em termos de volume, insignificante, somando menos de 0,5% da vazão anual.

Em relação ao número de usuários, a situação é um pouco distinta: a bacia do Rio Macaé mantém o maior número de usuário com 113 registros (54%), seguida da bacia da Lagoa de Imboacica com 73 usuários (35%) e da bacia do Rio das Ostras com 24 usuários (11%). Nota-se na bacia da Lagoa de Imboacica a presença de um grande número de usuários utilizando um pequeno volume de água. A distribuição dos usuários entre as sub-bacias do Rio Macaé apresentam predomínio da sub-bacia do Baixo Rio Macaé, com 58 usuários, totalizando 28% do número de usuários cadastrados.

Em termos de número de usuários, a divisão por municípios e setores os dados revelaram que Macaé e Rio das Ostras têm uma polarização de usuários entre abastecimento e indústria; Nova Friburgo apresenta domínio da irrigação em relação ao número de usuários; o abastecimento é mais expressivo em Macaé (55% dos usuários) do que nos outros municípios da região. Em termos de volume anual, o abastecimento é o uso predominante em Macaé e Casimiro de Abreu, a aquicultura é o maior usuário em Nova Friburgo e Carapebus e a indústria em Rio das Ostras e Conceição de Macabu.

No Quadro 8.4 estão apresentadas as vazões anuais e o número de usuários distribuídos por finalidade de usos da água e por corpo hídrico no qual é realizada a captação, de acordo com a classificação apresentada no cadastro do CNARH. Os corpos hídricos considerados como fonte para a captação de água são açudes, barragens de acumulação, barragens de nível, lagos e lagoas, poços profundos e rasos, nascentes e rios. Dessa forma, tem-se o abastecimento como o setor com o maior volume anual cadastrado no CNARH, com 70% de participação, seguido da aquicultura (16%), termoeletrica (8%) e indústria (6%). Os demais usos, criação animal, irrigação e mineração apresentaram participação inferior a 0,5%. O volume anual total cadastrado é de 155.143.835 m³. O Quadro 8.5 e a Figura 8.1 demonstram a síntese da avaliação dos registros do CNARH de agosto de 2012 para a Região Hidrográfica VIII.

Quadro 8.4: Número de usuários e vazão captada (m³/ano) em função do corpo hídrico e da finalidade de uso

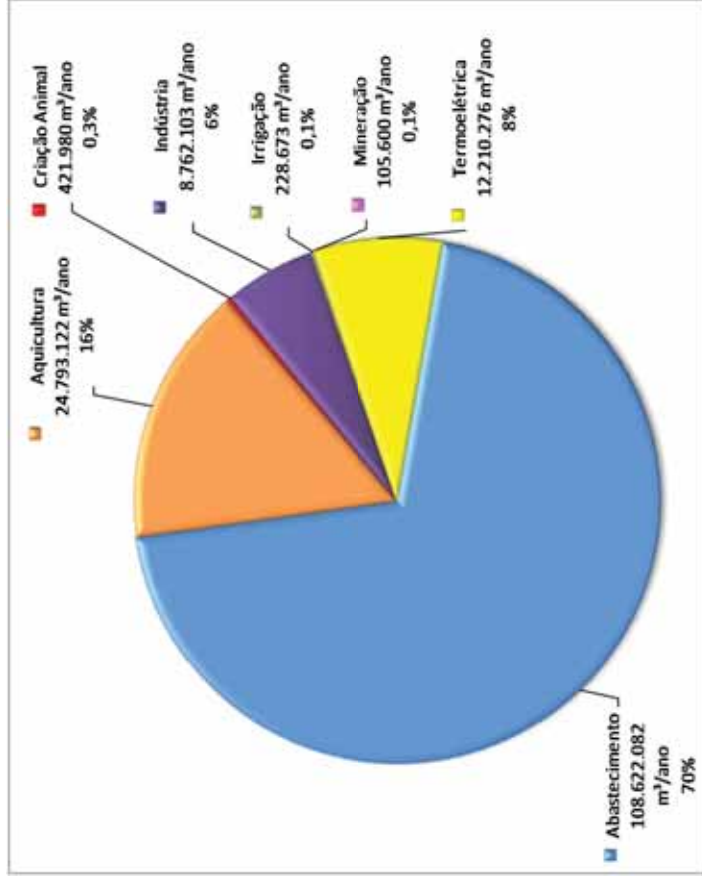
Corpo Hídrico	Número de Usuários								Total	Participação
	Abastecimento	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Irrigação	Mineração	Termoelétrica	Total		
Açude ou Barragem de Acumulação	-	2	-	-	7	-	-	9	4%	
Barragem de Nível	-	-	-	-	1	-	-	1	0,5%	
Lago Natural ou Lagoa	-	-	-	-	1	-	-	1	0,5%	
Nascente	3	1	1	2	9	-	-	16	8%	
Poço Profundo	16	-	-	22	-	1	2	41	20%	
Poço Raso	37	-	1	45	5	-	-	88	42%	
Rio ou Curso d'água	21	6	6	16	3	-	2	54	26%	
Total	77	9	8	85	26	1	4	210	100%	
Vazão Anual (m ³ /ano)										
Corpo Hídrico	Abastecimento	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Irrigação	Mineração	Termoelétrica	Total	Participação	
Açude ou Barragem de Acumulação	-	13.194	-	-	162.170	-	-	175.364	0,11%	
Barragem de Nível	-	-	-	-	1.344	-	-	1.344	0,001%	
Lago Natural ou Lagoa	-	-	-	-	1.800	-	-	1.800	0,001%	
Nascente	33.998	6.149	132	3.953	23.459	-	-	67.691	0,04%	
Poço Profundo	120.294	-	-	119.991	-	105.600	4.030	349.915	0,23%	
Poço Raso	107.468	-	11.088	196.980	9.299	-	-	324.836	0,21%	
Rio ou Curso d'água	108.360.321	24.773.779	410.760	8.441.179	30.600	-	12.206.246	154.222.885	99,4%	
Total	108.622.082	24.793.122	421.980	8.762.103	228.673	105.600	12.210.276	155.143.835	100,0%	

Fonte: CNARH reclassificado (agosto/2012)

Quadro 8.5: Síntese dos volumes anuais registrados no CNARH, por setor usuário, na RHVIII

Setor	Participação (%)	Volume anual (m ³ /ano)
Abastecimento	70%	108.622.082
Aquicultura	16%	24.793.122
Criação Animal	0,3%	421.980
Indústria	6%	8.762.103
Irrigação	0,1%	228.673
Mineração	0,1%	105.600
Termoelétrica	8%	12.210.276
Total	100%	155.143.835

Fonte: CNARH reclassificado (agosto/2012)



Fonte: CNARH reclassificado (agosto/2012)

Figura 8.1: Síntese dos Volumes Anuais Registrados no CNARH, por Setor Usuário, na RH VIII (agosto, 2012)

Em complementação a análise do CNARH, foi realizada a análise do banco de dados de outorgados do Serviço de Outorga de Recursos Hídrico (SEORH), datado de outubro de 2013, disponibilizado pelo INEA e consistido pelo Consórcio.

No Quadro 8.6 pode-se observar a distribuição dos registros do banco de dados de outorgas pela categoria do processo.

Quadro 8.6: Distribuição dos registros de outorga por categoria de processo

Categoria do Processo	Número de Registros	Participação (%)
Certidão Ambiental de Uso Insignificante de Recursos Hídricos	15	14%
Outorga	57	51%
Perfuração	17	15%
Tamponamento	10	9%
Outros	2	2%
Não Informado	10	9%
Total	111	100%

Fonte: Banco de dados de outorgados do SEORH consistido, outubro de 2013

As vazões demandadas para usos insignificantes, por finalidade e origem da captação estão indicadas no Quadro 8.7.

Quadro 8.7: Distribuição das certidões ambientais e das vazões anuais para fins de uso insignificante por finalidade

Finalidade	Subterrânea		Superficial		Total			
	Usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	Usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	Usuários	% com relação a número de usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	% com relação a vazão anual
Abastecimento	7	5.098	1	Não Informada	8	53%	5.098	25%
Aquicultura			1	12.442	1	7%	12.442	61%
Indústria	4	2.712			4	27%	2.712	13%
Irrigação	1	Não Informada			1	7%	0	0%
Não Informada			1	Não Informada	1	7%	0	0%
Total	12	7.810	3	12.442	15	100%	20.252	100%

Fonte: Banco de dados de outorgados do SEORH consistido, outubro de 2013

Verifica-se que a maioria destes usuários utiliza a água para abastecimento, no entanto é a aquicultura que demanda a maior quantidade de água.

Já com relação aos usuários outorgados, o Quadro 8.8 mostra a distribuição por finalidade de uso e pela fonte do recurso hídrico, cuja finalidade predominante é o abastecimento populacional e o uso da água pelas termoelétricas, representados, quase que em sua totalidade, pelas captações do CEDAE e da UTE Norte Fluminense.

Quadro 8.8: Distribuição das outorgas e das vazões anuais por finalidade de uso

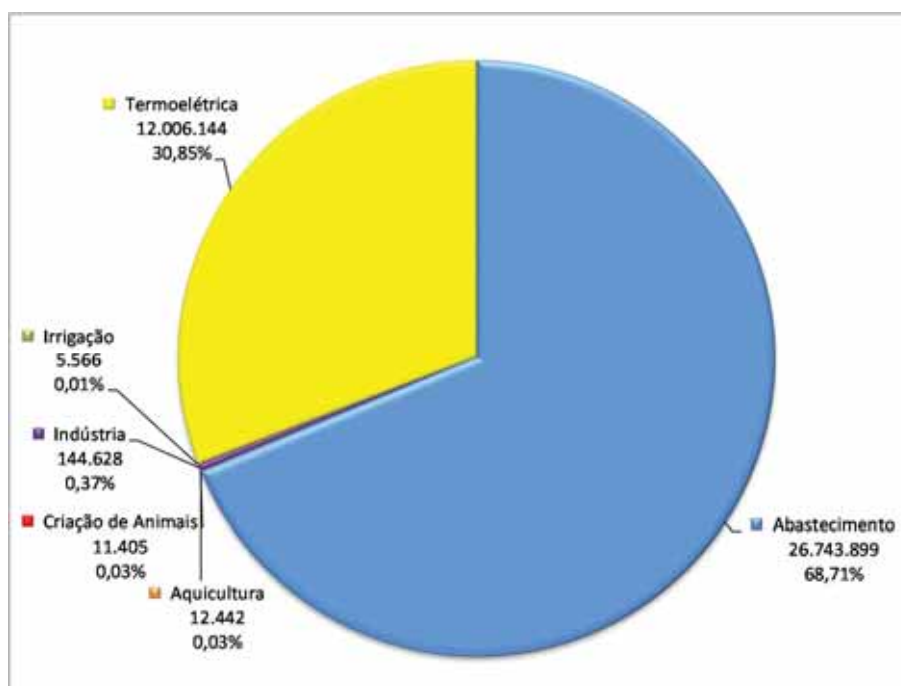
Finalidade	Subterrânea		Superficial		Total			
	Usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	Usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	Usuários	% com relação a número de usuários	Vazão Anual (m ³ /ano)	% com relação a vazão anual
Abastecimento	19	175.985	1	26.562.816	20	35%	26.738.801	68,7%
Criação de Animais	1	11.405			1	2%	11.405	0,03%
Indústria	12	54.796	10	87.120	22	39%	141.916	0,4%
Irrigação	4	5.566			4	7%	5.566	0,01%
Não Informada	7	Não Informada	1	Não Informada	8	14%	Não Informada	
Termoelétrica			2	12.006.144	2	4%	12.006.144	30,9%
Total	43	247.752	14	38.656.080	57	100%	38.903.832	100,0%

Fonte: Banco de dados de outorgados do SEORH consistido, outubro de 2013

O Quadro 8.9 demonstra a síntese da avaliação dos registros do banco de dados de outorgas do SEORH, de outubro de 2013 para a Região Hidrográfica VIII, considerando-se tanto os usos outorgados como possuidores de certidões ambientais relativas aos usos insignificantes.

Quadro 8.9: Síntese dos volumes anuais outorgados, por setor usuário, na RHVIII

Finalidade	Vazão Anual (m ³ /ano)	Participação (%)
Abastecimento	26.743.899	68,71%
Aquicultura	12.442	0,03%
Criação de Animais	11.405	0,03%
Indústria	144.628	0,37%
Irrigação	5.566	0,01%
Termelétrica	12.006.144	30,85%
Total	38.924.083	100,00%



Fonte: Banco de dados de outorgados do SEORH consistido, outubro de 2013

8.2 Avaliação das Demandas para fins de Balanço Hídrico

Os usos da água avaliados foram:

- **Usos Consuntivos:**
 - Abastecimento humano;
 - Dessedentação de animais;
 - Abastecimento industrial;
 - Irrigação;
 - Geração de energia termelétrica⁶¹;

⁶¹Na geração de energia elétrica em termelétricas a água entra para alimentação das caldeiras onde é gerado o vapor de água que promove a movimentação das turbinas; embora parte da água seja recuperada, a evaporação promovida estabelece algum consumo e daí a razão para a classificação.

– **Usos não Consuntivos**

- Geração de energia hidrelétrica;
- Navegação;
- Turismo e Lazer;
- Aquicultura e Pesca;
- Extração de minérios;
- Tratamento de resíduos perigosos;
- Proteção ambiental.

8.3 Usos Consuntivos

8.3.1 Abastecimento Humano

A metodologia utilizada para estimar a demanda hídrica destinada ao uso humano urbano na RH VIII consistiu na definição de um consumo de água *per capita* da população urbana e na multiplicação deste consumo unitário pela população urbana de cada município pertencente à região hidrográfica.

O consumo de água *per capita* adotado para a população urbana dos municípios da RH VIII corresponde ao apresentado no estudo realizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e pela Agência Nacional de Águas - ANA⁷, conforme exposto no Quadro 8.10. Cabe destacar que este valor contempla as perdas do sistema, o que justifica este elevando consumo *per capita*.

Quadro 8.10: Coeficiente de retirada urbana *per capita*.

Faixa de População (habitantes)	Consumo <i>per capita</i> (L/hab.d)
De 0 a 10.000	300
De 10.000 a 100.000	350
De 100.000 a 500.000	400
Acima de 500.000	500

Fonte: ANA (2003)

O uso de água foi então estabelecido em função da população municipal projetada para o ano de 2012, uma vez que o último dado censitário tem como base o ano de 2010. Para esta projeção foram utilizados os dados dos Censos Populacionais de 2000 e 2010, e da Contagem Populacional de 2007. As populações foram consideradas nos distritos de cada município. Em alguns casos, os distritos ainda não haviam sido criados e, por isto, houve necessidade de serem estabelecidas aproximações para estimar as suas populações em 2000 ou 2007.

A mesma abordagem utilizada para o cálculo da demanda urbana foi adotada para estimar a população rural e suas demandas em 2012. Adotou-se para a população rural o consumo *per capita* de 125 L/hab/dia, de acordo com estudo realizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e pela Agência Nacional de Águas - ANA⁸.

⁷ Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água em bacias do Sistema interligado Nacional – SIN. Relatório Final: Metodologia e Resultados Consolidados. Consórcio FAHMA e DZETA. Brasília, dezembro de 2005. 207 p.

⁸ Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água em bacias do Sistema interligado Nacional – SIN. Relatório Final: Metodologia e Resultados Consolidados. Consórcio FAHMA e DZETA. Brasília, dezembro de 2005. 207 p.

Quadro 8.11: Estimativa das demandas hídricas da população urbana em 2012.

Município e Distritos	População urbana projetada para o ano de 2012	Consumo <i>per capita</i> (L/hab/dia)	Demanda para Uso Humano Urbano (m ³ /s)	Demanda para Uso Humano Urbano (m ³ /ano)
Casimiro de Abreu	31.907	350	0,1275	4.076.062
Barra de São João	10.542		0,0427	1.346.732
Casimiro de Abreu	18.315		0,0742	2.339.803
Professor Souza	1.674		0,0058	213.842
Rio Dourado	1.375		0,0048	175.685
Conceição de Macabu	19.048	350	0,0771	2.433.427
Conceição de Macabu	18.886		0,0765	2.412.689
Macabuzinho	162		0,0006	20.738
Macaé	229.209	400	1,0486	33.467.662
Cachoeiros de Macaé	138		0,0005	20.137
Córrego do Ouro	4.439		0,0154	648.084
Frade	1.093		0,0038	162.771
Glicério	3.760		0,0131	548.934
Macaé	218.339		1,0108	31.877.496
Sana	1.440		0,0050	210.240
Nova Friburgo	7.927		0,0275	1.157.431
Lumiar	1.393		0,0048	203.364
Mury	5.529	0,0192	807.233	
São Pedro da Serra	1.006	0,0035	146.834	
Rio das Ostras	124.989	400	0,5787	18.248.345
Rio das Ostras	124.989		0,5787	18.248.345
Total	413.080		1,8593	59.382.927

Quadro 8.12: Estimativa das demandas hídricas da população rural em 2012.

Município e Distritos	População rural projetada para o ano de 2012	Consumo <i>per capita</i> (L/hab/dia)	Demanda para Uso Humano Rural (m ³ /s)	Demanda para Uso Humano Rural (m ³ /ano)
Carapebus	776	125	0,0011	35.411
2ª Região Administrativa (Ubás)	776	125	0,0011	35.411
Casimiro de Abreu	7.901	125	0,0114	360.484
Barra de São João	5.157	125	0,0075	235.306
Casimiro de Abreu	1.587	125	0,0023	72.399
Professor Souza	651	125	0,0009	29.698
Rio Dourado	506	125	0,0007	23.080
Conceição de Macabu	3.028	125	0,0044	138.155
Conceição de Macabu	2.109	125	0,0031	96.238
Macabuzinho	919	125	0,0013	41.917
Macaé	3.542	125	0,0051	161.590
Cachoeiros de Macaé	1.167	125	0,0017	53.248
Córrego do Ouro	468	125	0,0007	21.355
Frade	294	125	0,0004	13.395
Glicério	272	125	0,0004	12.415
Macaé	871	125	0,0013	39.720
Sana	470	125	0,0007	21.456

Município e Distritos	População rural projetada para o ano de 2012	Consumo <i>per capita</i> (L/hab/dia)	Demanda para Uso Humano Rural (m ³ /s)	Demanda para Uso Humano Rural (m ³ /ano)
Nova Friburgo	7.709	125	0,0112	351.702
Lumiar	3.808	125	0,0055	173.738
Mury	1.417	125	0,0021	64.666
São Pedro da Serra	2.483	125	0,0036	113.299
Rio das Ostras	7.225	125	0,0105	329.653
Rio das Ostras	7.225	125	0,0105	329.653
Total	30.181	125	0,0437	1.376.996

8.3.2 Dessedentação Animal

No CNARH, as demandas outorgadas para criação de animais são da ordem de 400.000 m³/ano, com apenas 8 usuários cadastrados. No entanto, ocorrem muitos usos difusos, não outorgados e sequer cadastrados, como é usual ao setor. Na Figura 8.2 pode-se observar a localização dos usuários cadastrados no CNARH cujo uso da água se destina à criação animal.

Os rebanhos considerados, característicos das espécies encontradas na Região Hidrográfica VIII, foram: bovinos, bubalinos, equinos, suínos e aves, cuja evolução histórica entre 1996 e 2007 registrou tendência irregular.

No Quadro 8.13, apresenta-se a estimativa dos rebanhos para o ano de 2012 da RH VIII.

Quadro 8.13: Estimativa dos rebanhos para o ano de 2012 na RH VIII

Município	Efetivo Animal (cabeças) 2012					
	Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Aves	Total
Carapebus	35.396	-	856	1.085	22.549	59.886
Casimiro de Abreu	25.277	1.825	1.725	1.725	6.950	37.501
Conceição de Macabu	27.352	-	315	171	4.106	31.945
Macaé	87.573	272	2.195	1.436	5.344	96.820
Nova Friburgo	6.521	-	935	5.884	10.104	23.444
Rio das Ostras	27.121	213	504	742	3.593	32.172
Total	209.241	2.310	6.530	11.041	52.646	281.769

Figura 8.2 Mapa da Localização das Captações para Uso Animal na RH VIII

- Legenda**
- Sede dos Municípios
 - Captações - Criação Animal
 - Hidrografia Principal
 - Hidrografia Secundária
 - Corpo Hídrico
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
 - Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012; - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA, 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação COPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Captações - Criação Animal: ONARH - 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



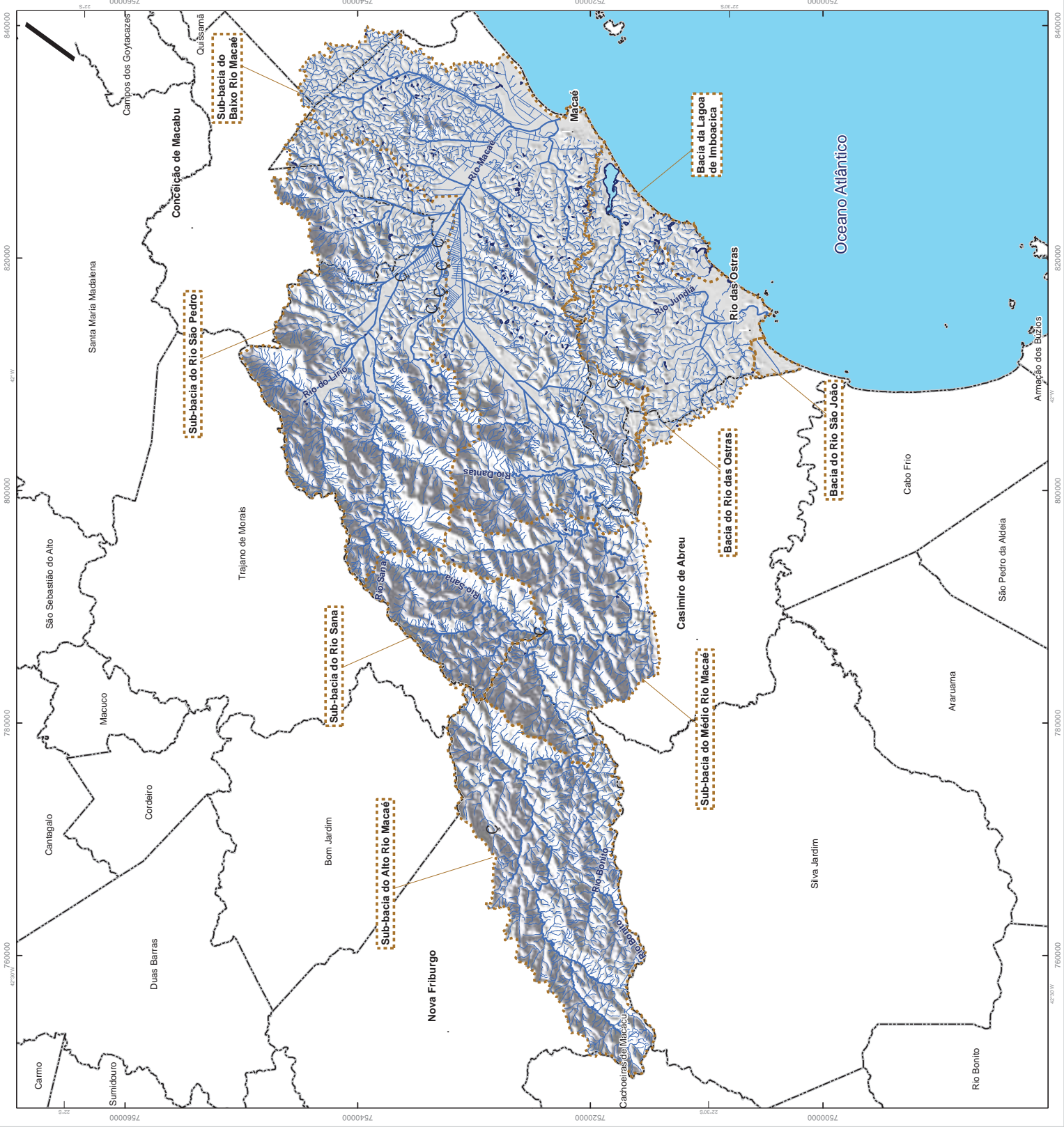
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E BARRAS

Por sugestão do INEA, calculou-se o valor da unidade BEDA – Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água, através da equação abaixo:

$$BEDA = \text{bovinos} + \text{bubalinos} + \frac{\text{equinos, asinosemuares}}{1,25} + \frac{\text{suínos}}{5} + \frac{\text{ovinosecaprinos}}{6,25} + \frac{\text{aves}}{250}$$

Confirmando a predominância do rebanho bovino, o BEDA para cada município não se afastou significativamente do número de bovinos, conforme pode ser observado no Quadro 8.14.

Quadro 8.14: BEDA (Bovinos Equivalentes) calculados para os rebanhos da RH VIII

Município	Efetivo Animal (cabeças) 2012					BEDA	Porcentagem com relação aos bovinos
	Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Aves		
Carapebus	35.396	-	856	1.085	22.549	36.388	97%
Casimiro de Abreu	25.277	1.825	1.725	1.725	6.950	28.854	88%
Conceição de Macabu	27.352	-	315	171	4.106	27.655	99%
Macaé	87.573	272	2.195	1.436	5.344	89.910	97%
Nova Friburgo	6.521	-	935	5.884	10.104	8.486	77%
Rio das Ostras	27.121	213	504	742	3.593	27.900	97%
Total	209.241	2.310	6.530	11.041	52.646	219.194	95%

Para o cálculo das estimativas das demandas dos efetivos considerados foram usados os valores de demandas hídricas diárias por animal, listadas no Quadro 8.15. As demandas hídricas calculadas através da multiplicação dos valores de demanda unitárias de cada rebanho pelo efetivo de animais estimado para o ano de 2012 (Quadro 8.13) podem ser observadas no Quadro 8.16.

Quadro 8.15: Demandas hídricas unitárias por tipo de rebanho

Rebanho	Demanda unitária (L/dia/cabeça)
Bovino, bubalino e equino	50
Suíno	12,5
Aves	0,36

Os valores de demanda também foram ajustados através da multiplicação pelo percentual de área do município na RH VIII, com vista a minimizar as distorções na estimativa das demandas devido à localização dos rebanhos.

Fica evidenciado, através da análise do quadro em sequência que a demanda animal é de pequena monta, sem possibilidade de afetar significativamente os balanços hídricos.

Quadro 8.16: Estimativa das demandas hídricas para uso animal em 2012

Município	Porção da área do município na bacia	Demanda Hídrica (m ³ /s)						Demanda Hídrica (m ³ /ano)					
		Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Aves	Total	Bovinos	Bubalinos	Equinos	Suínos	Aves	Total
Carapebus	29%	0,0059	-	0,0001	0,00005	0,00003	0,0062	187.332	-	4.532	1.436	859	194.159
Casimiro de Abreu	32%	0,0047	0,0003	0,0003	0,0001	0,00001	0,0054	147.618	10.656	10.074	2.518	292	171.158
Conceição de Macabu	58%	0,0092	-	0,0001	0,00001	0,00001	0,0093	289.526	-	3.339	451	313	293.629
Macaé	100%	0,0507	0,0002	0,0013	0,0002	0,00002	0,0523	1.598.215	4.967	40.058	6.550	702	1.650.492
Nova Friburgo	75%	0,0028	-	0,0004	0,0006	0,00003	0,0039	89.255	-	12.794	20.134	996	123.179
Rio das Ostras	100%	0,0157	0,0001	0,0003	0,0001	0,00001	0,0162	494.960	3.895	9.190	3.384	472	511.900
Total		0,0890	0,0006	0,0025	0,0011	0,0001	0,0933	2.806.905	19.518	79.987	34.473	3.634	2.944.518

8.3.3 Abastecimento Industrial

A demanda total cadastrada no CNARH para fins industriais na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras é de 8.762.103 m³/ano. A Figura 8.3 apresenta os locais onde estão localizados estes cadastros.

Na RH VIII a concentração industrial ocorre nas sedes municipais de Macaé e de Rio das Ostras. A maior parte dos consumidores industriais é abastecida pela rede pública. Porém, algumas indústrias de grande porte captam água diretamente no rio Macaé, como a Petrobras, que inclusive abastece as plataformas com água potável a partir desta fonte.

São escassos os dados disponíveis sobre a atividade industrial na região para permitir a estimativa da demanda dos recursos hídricos sendo evidente a deficiência do CNARH neste setor.

Para o uso industrial, as lâminas de água foram estimadas em função do Produto Interno Bruto Industrial Municipal ou o PIBi Municipal – indústria, em termos de valor adicionado por este setor à economia municipal, a preços básicos do ano 2000, publicados pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O estudo contratado pelo Ministério de Meio Ambiente avaliou de forma aproximada a captação e o retorno de água no setor industrial para cada real (R\$) gerado. Os coeficientes técnicos para captação e retorno foram estimados como $4,7010 \cdot 10^{-7}$ e $3,7653 \cdot 10^{-7}$, respectivamente, em termos de m³/s/R\$, sendo que a referência do real é a do ano 2000. O retorno corresponde a 80,1% da captação. Obviamente, trata-se de uma estimativa um tanto grosseira para avaliar o uso de água na indústria, mas que serve como uma aproximação do uso de água no conjunto, na falta de dados cadastrais completos. Este método é baseado no relatório do estudo do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e pela Agência Nacional de Águas - ANA.








O Quadro 8.17 resume os resultados das demandas hídricas do setor industrial, em 2012.

Quadro 8.17: Estimativa das demandas hídricas para uso industrial em 2012

Município	Captação (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)	Retorno (m ³ /s)	Captação (m ³ /ano)	Consumo (m ³ /ano)	Retorno (m ³ /ano)
Carapebus	0,083	0,017	0,067	2.630.324	523.547	2.106.777
Casimiro de Abreu	0,357	0,071	0,286	11.254.173	2.240.062	9.014.111
Conceição de Macabu	0,005	0,001	0,004	153.321	30.517	122.803
Macaé	1,377	0,274	1,103	43.417.407	8.641.920	34.775.487
Rio das Ostras	1,530	0,305	1,226	48.257.586	9.605.323	38.652.263
Total	3,352	0,667	2,685	105.712.811	21.041.369	84.671.442

Figura 8.3 Mapa dos Locais de Captações para Indústrias na RH VIII

Legenda

-  Sede dos Municípios
-  Captação - Indústria
-  Hidrografia Principal
-  Hidrografia Secundária
-  Corpo Hídrico
-  Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
-  Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica: altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012; - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação COPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Captação - Indústria: CNARH - 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000



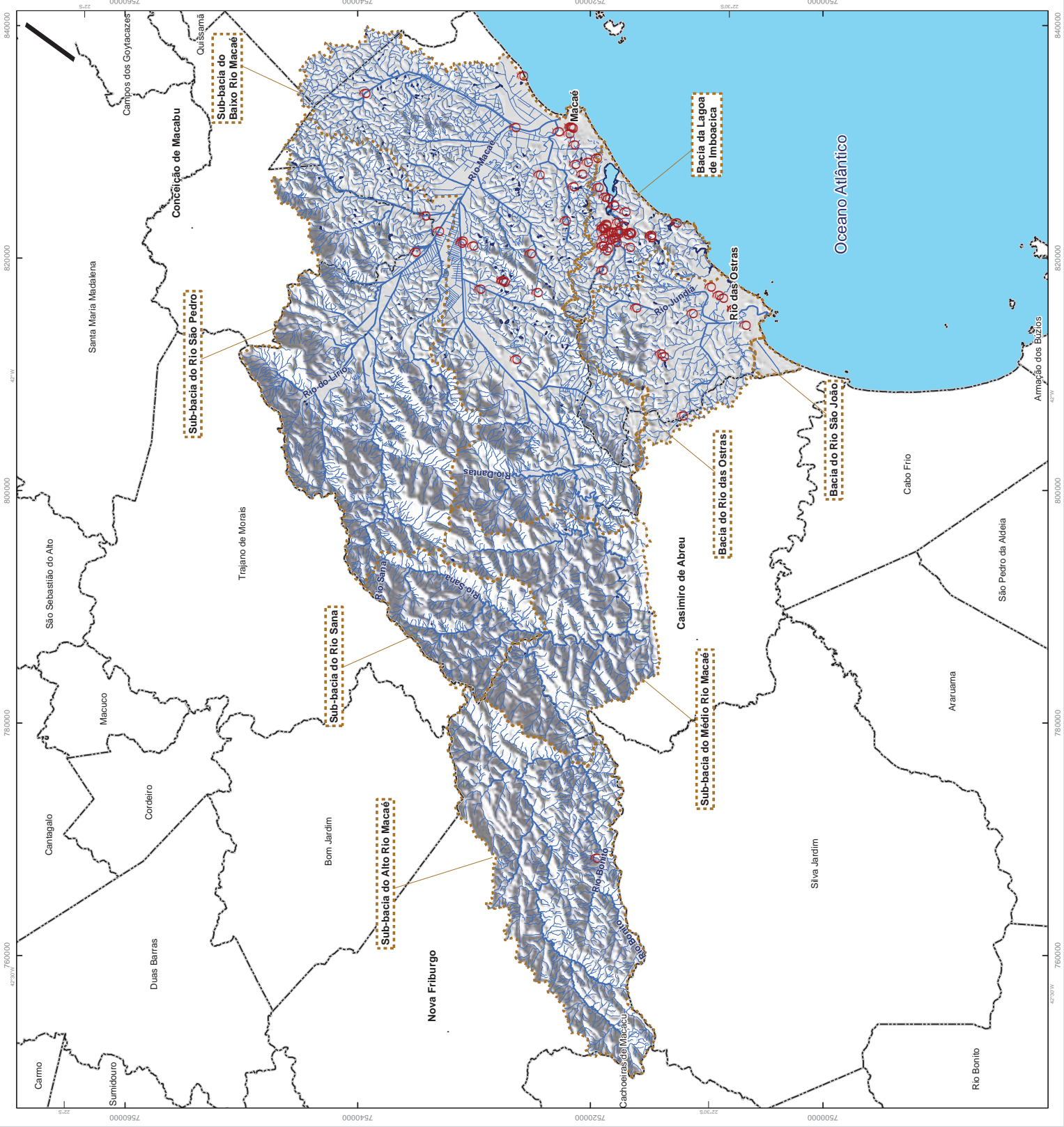
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000
48°38'W
48°36'W
48°34'W
48°32'W
48°30'W
840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000
48°38'W
48°36'W
48°34'W
48°32'W
48°30'W

8.3.4 Irrigação

Os irrigantes cadastrados no CNARH são 26, os quais totalizam uma demanda registrada de 228.673 m³/ano. Sua localização pode ser identificada na Figura 8.4. Porém, o número de usuários é superior ao encontrado nos registros do CNARH, o que pode ser confirmado através de informações recebidas diretamente dos produtores e da EMATER, em visita realizada em junho de 2012.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2008), as principais culturas permanentes na área pertencente à bacia são banana, coco-da-bahia, goiaba e maracujá. As culturas temporárias são: arroz, batata doce, cana de açúcar, feijão, mandioca e milho. Nos distritos de Nova Friburgo são observados plantios de banana, mandioca, tomate, inhame, abóbora, entre outros cultivos. O Censo também apresenta as áreas irrigadas por método de irrigação e por município, conforme pode ser observado no Quadro 8.18.

Quadro 8.18: Estabelecimentos com área irrigada por município e método de irrigação.

Município	Total		Inundação		Sulcos		Aspersão (pivô central)		Aspersão (outros métodos)		Localizado (gotejamento microaspersão)		Outros métodos de irrigação e/ou molhação	
	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)
Carapebus	12	55	1		2				2				7	9
Conceição de Macabu	19	98			1				4	32	1		15	55
Macaé	7	200	1				1		3	26	1		2	
Nova Friburgo	1.168	3.636	3	1	18	112	2		999	3.033	19	35	161	283
Casimiro de Abreu	10	35							6	31	1		3	3
Rio das Ostras	30	56			1				2		2		25	30
Total	1.246	4.080	5	1	22	112	3		1.016	3.122	24	35	213	380

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário de 2006

A irrigação na RH VIII não ocupa grande área, ficando concentrada em dois polos: um no trecho superior da região hidrográfica, principalmente na região dos distritos de Lumiar e São Pedro da Serra, no município de Nova Friburgo, e o outro na parte da planície do rio Macaé, localizada às margens da rodovia BR 101. O trecho superior é caracterizado pelo predomínio de pequenas propriedades, segundo informações obtidas junto à EMATER. A produção é familiar, sendo o excedente destinado ao abastecimento do comércio local, bem como à comercialização nas feiras de produtores rurais. Trata-se de um universo de aproximadamente 350 propriedades que possuem uma área média de 15 hectares. Destes, cerca de 5 hectares usualmente são cultivados, em sua maioria com hortifrutigranjeiros, sendo um total de 1.750 hectares irrigados.

A maior parte das propriedades utiliza o método de irrigação por aspersão, porém, segundo a EMATER Nova Friburgo, existe a tendência de que estes agricultores passem a utilizar o método de gotejamento, uma vez que este reduz o consumo de água e exige menos mão-de-obra, fator de produção escasso nessas áreas agrícolas. Enquanto se tem pequenas áreas cultivadas no trecho superior da bacia, na planície do rio Macaé a atividade agrícola irrigada é realizada em uma área maior e concentrada. Trata-se de cerca de 200 hectares nas margens dos rios Macaé e São Pedro onde são cultivados arroz, milho e feijão.

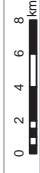
Figura 8.4 Mapa dos Locais de Captações para Irrigação na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Captações - Irrigação
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000, dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
 - Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012);
 - Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
 - Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação COPERJ, 2010;
 - Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
 - Captações - Irrigação: CNARH - 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000
Escala Gráfica:



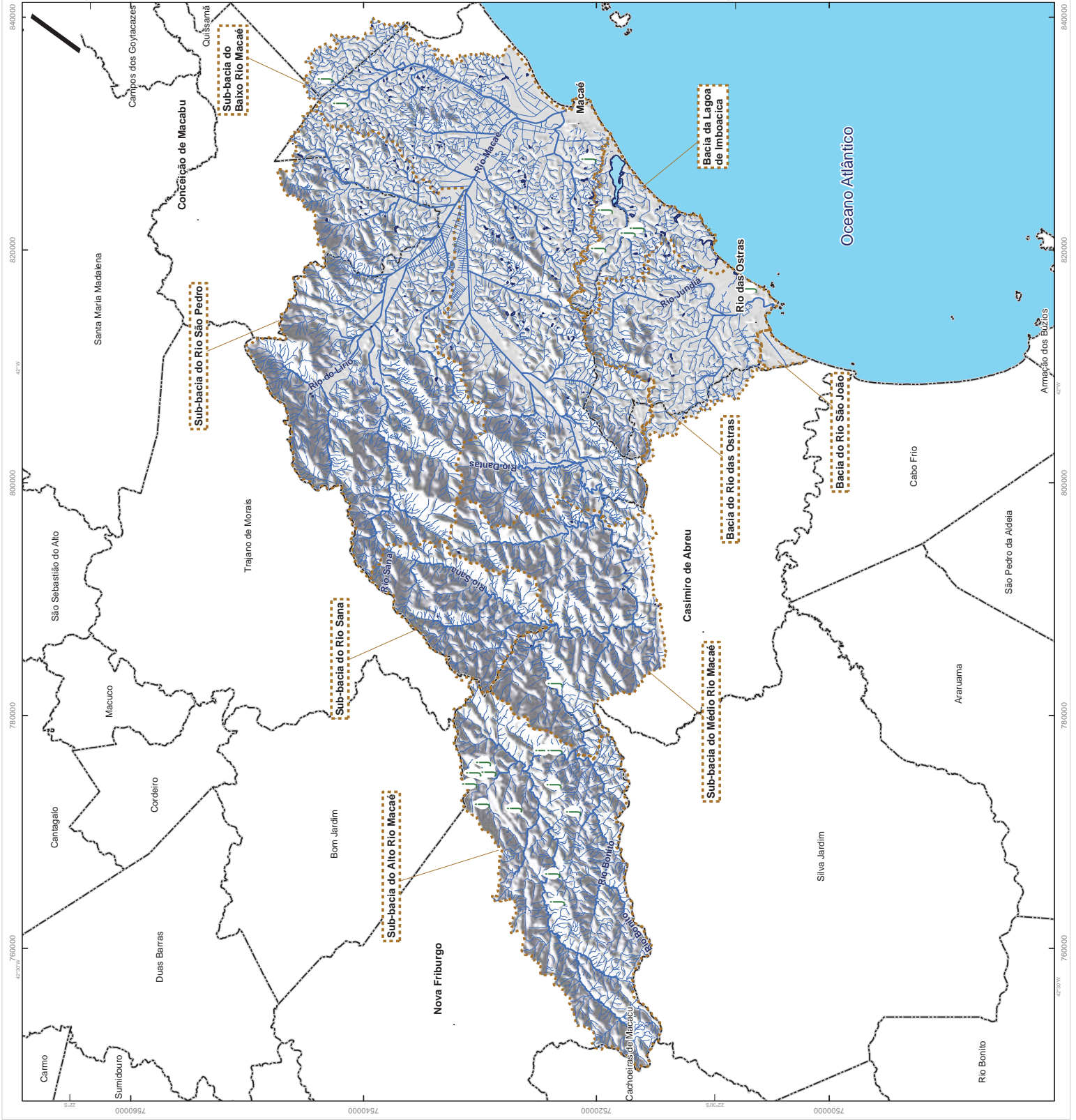
Informações Cartográficas:
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E BARRAS



840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000
48°30'W
48°W
47°30'W
47°W
46°30'W
46°W
45°30'W
45°W
840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000

Supôs-se que para a estimativa de demanda hídrica para fins de irrigação na cena corrente, 2012, a área irrigada repete a área desenvolvida e contabilizada no Censo Agropecuário de 2006, conforme se apresenta no quadro abaixo.

Quadro 8.19: Área desenvolvida para irrigação na cena atual 2012

Município	Área Irrigada (ha) 2006	Distritos	Área Irrigada (ha) 2012
Carapebus	55	Carapebus	55
Casimiro de Abreu	35	Barra de São João	9
		Casimiro de Abreu	-
		Professor Souza	4
		Rio Dourado	21
Conceição de Macabu	98	Macabuzinho	0
		Conceição de Macabu	98
Macaé	200	Cachoeiros de Macaé	26
		Córrego do Ouro	53
		Frade	1
		Glicério	17
		Macaé	103
		Sana	1
		Lumiar	1.126
Nova Friburgo	1.750	Mury	494
		São Pedro da Serra	130
		Rio das Ostras	56
Rio das Ostras	56	Rio das Ostras	56
Total	2.193	Total	2.193

Fonte: Censo Agropecuário 2006 e EMATER Nova Friburgo

As estimativas de demandas hídricas em 2012 correspondem os valores do Quadro 8.20, os quais serão usados nos balanços hídricos a serem realizados, em qualquer cenário.

Quadro 8.20: Estimativa das demandas hídricas para irrigação em 2012

Município	Distritos	Região Homogênea	Lâmina de rega (L/ha)	Demanda para Irrigação (m ³ /s)	Demanda para Irrigação (m ³ /ano)
Carapebus	Carapebus	MBM-AO	0,67	0,0365	1.150.013
Casimiro de Abreu	Barra de São João	MBM-AO	0,67	0,0061	191.624
	Casimiro de Abreu	AM	0,49	-	-
	Professor Souza	AM/MBM-AO	0,58	0,0025	77.562
	Rio Dourado	MBM-AO	0,67	0,0141	444.841
Conceição de Macabu	Macabuzinho	MBM-AO	0,67	0,0002	6.163
	Conceição de Macabu	MBM-AO	0,67	0,0651	2.053.978
Macaé	Cachoeiros de Macaé	AM/MBM-AO	0,58	0,0147	464.209
	Córrego do Ouro	MBM-AO	0,67	0,0354	1.114.953
	Frade	AM	0,49	0,0004	11.486
	Glicério	AM	0,49	0,0084	265.312
	Macaé	MBM-AO	0,67	0,0687	2.165.321
	Sana	AM	0,49	0,0004	13.329
Nova Friburgo	Lumiar	AM	0,49	0,5507	17.366.875
	Mury	AM	0,49	0,2415	7.615.944
	São Pedro da Serra	AM	0,49	0,0634	1.999.382
Rio das Ostras	Rio das Ostras	MBM-AO	0,67	0,0372	1.173.139
Total				1,1451	36.219.474

8.3.5 Termelétricas

Na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras estão instaladas duas usinas termelétricas, ambas em Macaé, a Mário Lago e a Termo Macaé. As usinas produzem energia a partir do gás da Bacia de Campos, que chega do mar diretamente para o Terminal de Cabiúnas, maior polo de processamento de gás natural do país.

A UTE Termo Macaé (Norte Fluminense) tem capacidade instalada de 780 MW, energia suficiente para abastecer uma população superior a 2 milhões de pessoas. Essa energia é vendida à Light, principal empresa distribuidora do Estado do Rio de Janeiro.

A vazão anual utilizada pelas termelétricas, de acordo com o CNARH, é de 12.010.107 m³/ano e suas localizações estão identificadas na Figura 8.5.

Encontra-se em processo de licenciamento a construção de três usinas termelétricas a gás para a região. As UTE's Vale Azul I, II e III serão instaladas na RJ-168 - Rodovia do Petróleo (estrada Macaé - Glicério), distando 7,5 km do bairro Aroeira e próximas à região da Virgem Santa, onde estão instalados os edifícios do Fórum, do Ministério Público, do Hospital Público Municipal, do cemitério Memorial da Igualdade, da futura sede do Poder Legislativo e para onde também estão migrando várias empresas de grande porte. As termelétricas deverão ocupar uma área de 111 mil m², compreendida nos 236 mil m² do Sítio Recanto Alegre, desmembrado da Fazenda Agrivale. Para a geração de energia, as UTE's serão abastecidas pelo gás natural, proveniente de Cabiúnas, sendo transportado pelo Gasduc I e II, que passam próximo ao local proposto para a construção das unidades.

A Empresa Brasileira de Terraplanagem e Engenharia S/A (EBTE) obteve a Licença Prévia (LP), que autoriza seguir com os estudos para a realização dos empreendimentos. A empresa tinha até dezembro de 2011 para cumprir todas as condicionantes da LP, para então requerer a Licença de Instalação (LI).








O INEA forneceu em julho de 2012 a informação de que a prorrogação dessa licença foi solicitada em 07/10/2011.

O sítio da ANEEL apresenta as três concessões, com potências iguais a 168.000 kW, com 18 unidades geradoras cada de 9.342 kW. (Portaria MME nº 21, 18 de janeiro de 2008). O funcionamento das usinas será intermitente, com previsão de atuação em menos de 20% do tempo.

O RIMA do licenciamento apresenta a informação de que as UTEs serão abastecidas com água proveniente de aquífero não confinado através de recalque em poço comum que serão tratadas para desmineralização por osmose reversa. O sistema de tratamento terá a capacidade de produzir 2 m³/minuto (120 m³/hora) de água desmineralizada. A água tratada será reservada em tanque de aço inox com capacidade de cerca de 950 m³ e cisterna de 5.000 m³, construída em concreto. O consumo previsto pelos 30 funcionários do complexo é de 3 m³/dia. O RIMA não informa o consumo diário na planta geradora. O Ministério Público Estadual questionou a utilização de água subterrânea no empreendimento.

Figura 8.5 Mapa dos Locais de Captações para Usinas Termoeletricas na RH VIII

Legenda

-  Sede dos Municípios
-  Captações - Usinas Termoeletricas
-  Hidrografia Principal
-  Hidrografia Secundária
-  Corpo Hídrico
-  Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrograficas
-  Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000, dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPA, 2012);
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA, 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEP/ RJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Captações - Usinas Termoeletricas: CNARH - 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



Informações Cartográficas:

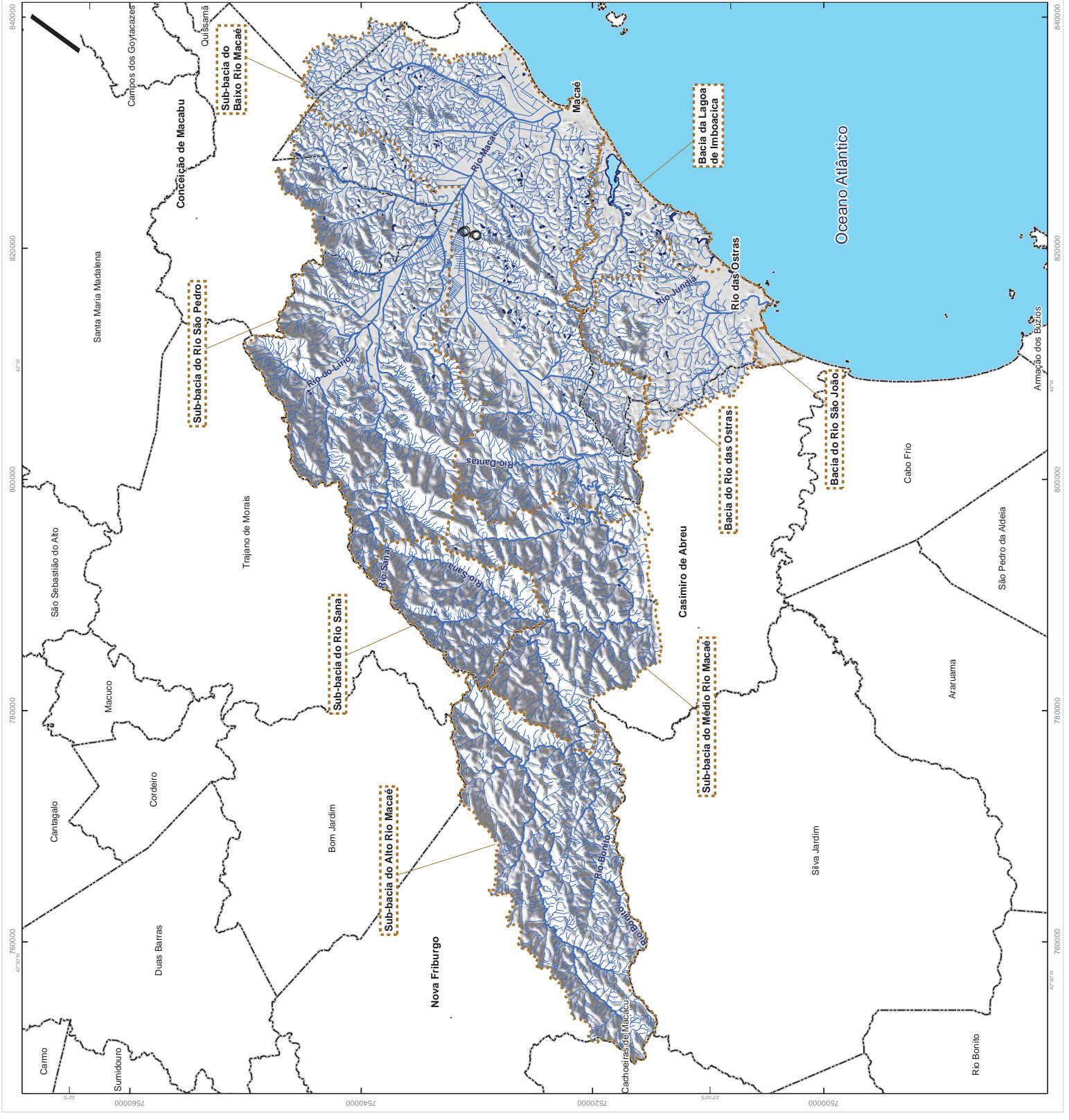
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: -45
Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO HETERÔMETRA MACAÉ E BARRAS



840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000
48°58'W
48°56'W
48°54'W
48°52'W
840000
820000
800000
780000
760000
7560000
7540000
7520000
7500000
48°58'W
48°56'W
48°54'W
48°52'W

8.4 Usos Não Consuntivos

8.4.1 Uso Hidrelétrico

Segundo o Atlas de Energia Elétrica (ANEEL, 2003), o rio Macaé pertence à sub-bacia 59 – Rio Macaé, São João e outros. Esta sub-bacia tem um potencial hidrelétrico estimado de 359,10 MW (0,4% do total), sendo inventariados 1.052,10 (0,6% do total inventariado), o que soma 1.411,20 MW (ou 0,5% do potencial total). A capacidade instalada é de 634,7 MW, 1,0% da capacidade instalada total de março de 2003⁹.

Segundo o Inventário do rio Macaé (ALUPAR, 2010), nesta bacia existe apenas o aproveitamento hidrelétrico de Macabu, da AMPLA (pertencia à CERJ, mas essa empresa foi privatizada em 1996), situado no distrito de Glicério (Macaé). Nesta usina a geração de energia é feita através da transposição de águas da bacia do rio Macabu para a bacia do rio São Pedro, afluente do rio Macaé, através de um túnel subterrâneo, com cerca de 4,8 km de extensão e queda bruta de 336m. A Usina tem potência instalada de 21.000 KW e vazão regularizada de cerca de 5,4 m³/s.

Cabe ressaltar que a UHE Macabu é uma demanda de uso consuntivo para a bacia do rio Macabu, pois a água transportada não retorna mais para o sistema da bacia. Para a bacia do Macaé ela agrega a vazão transposta.

A PCH Glicério, localizada nas proximidades, encontra-se desativada, mas há a possibilidade de sua reativação através da instalação de novas máquinas¹⁰.

A relação da população da bacia com as PCHs, especialmente no trecho alto, merece destaque. No Alto Macaé, houve intensa luta, em 2001, desenvolvida pelo Movimento de Defesa do Rio Macaé, diante de projeto de construção de pequenas centrais hidrelétricas, especialmente as do grupo Monteiro Aranha. A intensa mobilização de entidades e das populações que seriam atingidas pela sua instalação levou a paralisação do processo, além de criar o núcleo gerador do atual Comitê da Bacia. Apesar do não prosseguimento da implantação das PCHs, há projetos em andamento na bacia. No site da ANEEL, há dois processos, em estágio de inventário, sendo um da Alupar Investimento S.A., e outro da ComEnergy Engenharia Ltda. (Despacho nº 1.651, de 9 de junho de 2010, publicado no DO de 10/06/2010). Ainda há um processo aberto pela empresa HP Energética S.A. em situação “inativo” desde julho de 2011.

A Figura 8.6 apresenta a localização dos dois aproveitamentos existentes na bacia, ambos no rio São Pedro, sendo um ativo (Macabu), mais a montante, e outro inativo (Glicério).

⁹Fonte:[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/04Energia_Hidraulica\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/04Energia_Hidraulica(2).pdf).

¹⁰WERNECK, B. R.; SILVA, J.A.F. da, Avaliação da susceptibilidade à degradação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé-RJ com apoio do Geoprocessamento Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 4, n. 2, p. 155-171 jul. / dez. 2010. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/1716/900>> Acesso em 02 jul. 2012.

8.4.2 Navegação

Segundo o inventário do rio Macaé (ALUPAR, 2010), nesta bacia a navegação comercial é inexistente, pois esta possui extensos trechos encachoeirados e pedregosos em seu alto curso e o volume de água nas épocas de estiagem não é suficiente para a navegação na área da baixada. Na época das enchentes, as águas dos rios espriam-se sobre os leitos, formando áreas alagadiças (pântanos) em suas margens, e não retornam ao leito do rio pela incapacidade deste de drená-las. Já o RIMA da UTE Vale Azul afirma o contrário, colocando que grande parte do leito do Macaé seria navegável.

Segundo a Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes, o rio Macaé apresenta na área da baixada uma profundidade que varia entre 1,30 a 2,10 metros em 90% do ano. Esses dados demonstram que a navegabilidade do rio só pode suportar embarcações de pequeno calado.

Portanto, a navegação fluvial existente é de pequenas embarcações e restrita ao trecho próximo da foz e aos canais de maior porte. A finalidade da navegação existente em Macaé é a pesca e o lazer, além da educação realizada pelo projeto da Escola Municipal de Pescadores de Macaé. Como usuários organizados há a colônia de pescadores e o late Clube de Macaé.

Informações coletadas com pescadores junto ao mercado de peixe de Macaé confirmam o aumento de dificuldade da navegação no trecho baixo do rio Macaé, pela redução do calado gerada pelo assoreamento. A manutenção das embarcações também é precária pela inexistência de diques ou estaleiros habilitados, o que indica a possibilidade de fontes difusas e intermitentes de óleos, graxas e resíduos de tinta que podem conter metais pesados. Também foi citada a existência de um posto de combustível para abastecimento dos barcos de pesca localizado no canal Macaé-Campos, logo após a ponte.

Na área costeira, a navegação marítima é uma atividade importante, especialmente á vinculada à exploração de petróleo. Como estrutura, merece destaque o porto da enseada de Imbetiba ou porto da Petrobras, com 440 atracações mensais, três piers e calado máximo de 8 m.

Na bacia do rio das Ostras, não foram encontrados dados sobre navegação, mas há um late Clube na praia do Centro, existem trapiches junto às praias do Centro e do Cemitério, e são observados pequenos barcos ancorados no Rio das Ostras próximos à foz.

8.4.3 Turismo e Lazer

O uso da água da bacia do rio Macaé como recurso para turismo e lazer é muito destacado e diversificado, conforme é Possível visualizar no mapa da Figura 8.7. Na porção alta, nas redondezas da localidade de Lumiar, há diversos atrativos naturais como o Poço Feio, a Cachoeira das Andorinhas, o Poço Quadrado, o Poço Verde, o Poço Indiana Jones e o Encontro dos Rios (Macaé e São Pedro). Há oferta de serviços para turistas, como pousadas e restaurantes; e atividades esportivas como mergulho, canoagem e *rafting*. A localidade de Cascata, situada à beira da RJ-142, também atraí visitantes e se destaca pela bela paisagem da Cachoeira da Fumaça. Na bacia do rio São Pedro há atrativos como os circuitos de canoagem em Glicério e corredeiras na Bicuda Grande e na Bicuda Pequena, além da Cachoeira da Bicuda, formada por sete quedas de água e uma praia de águas calmas, e da Cachoeira de Glicério e do Poço da Siriaca. Na bacia do rio Sana, o uso recreativo se dá principalmente no conjunto de quedas de água e locais para banho, e há algum suporte para turismo, especialmente acampamentos (*campings*). Nos arredores de Figueira Branca (Casimiro de Abreu), verifica-se o uso de quedas e poços para banho pelos moradores do município, em especial no local conhecido como Ponte de Arame. Existe também a cachoeira do Salto e outras na sub-bacia do rio Ouriço, porém com acesso restrito, por estarem localizadas em propriedades particulares.

Na parte baixa da região hidrográfica, existem as lagoas costeiras, intensamente utilizadas pela população na época de verão.

Figura 8.7 Mapa de Atrativos Turísticos Elementos da Natureza

Legenda

- Sete dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Barragem
- Laguna
- Reserva
- Localidade
- Usina
- Canagem
- Morro
- Planície
- Cascata
- Piscicultura
- Gruta
- Poço

Pontos Turísticos e Referências Locais

- | Nº | Nome |
|-------|----------------------------------|
| 1-1 | Peão do Pombo |
| 2-2 | Rating Macaé Radical |
| 3-3 | Rating Baixo Macaé |
| 4-4 | Gruta |
| 5-5 | Friado |
| 6-6 | Prata Velha Ciliaró |
| 7-7 | Barragem da Usina Velha |
| 8-8 | Cascata |
| 9-9 | Pedra Riscada |
| 10-10 | Encontro dos Rios Bonito e Macaé |
| 11-11 | Rating Alto Macaé |
| 12-12 | Canagem Duck-Alto Macaé |
| 13-13 | Cascata da Fumaga |
| 14-14 | Canagem Duck Baixo Macaé |
| 15-15 | Poco Frio da Orpa |
| 16-16 | Poco Verde |
| 17-17 | Planície de Flor |
| 18-18 | Truicultura Macaé de Cima |
| 19-19 | Bicuda Pequena |
| 20-20 | Bicuda Grande |
| 21-21 | Cachoeira do Otalório |
| 22-22 | Cachoeira do Aracata |
| 23-23 | Popo Belo |
| 24-24 | Popo do Guaminim |
| 25-25 | Popo do Rio das Juntas |
| 26-26 | Cachoeira de São José |
| 27-27 | Cachoeira do Escorrega |
| 28-28 | Cachoeira das Andorinhas |
| 29-29 | Res. Biológica União, Rocha Leão |
| 30-30 | Laguna Embocaca/Imboacica |
| 31-31 | Ponte de Arame |
| 32-32 | Cachoeira Bicuda Grande |
| 33-33 | Cachoeira Bicuda Grande |
| 34-34 | Ponte de Arame |
| 35-35 | Cachoeira Bicuda Grande |
| 36-36 | Ponte de Arame |
| 37-37 | Ponte de Arame |

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: elaborada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofotões Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GEOPEA, 2012;
- Relevo: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais, escala 1:10.000 (IBGE, 2010);
- Localidades: Secretaria do Turismo, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



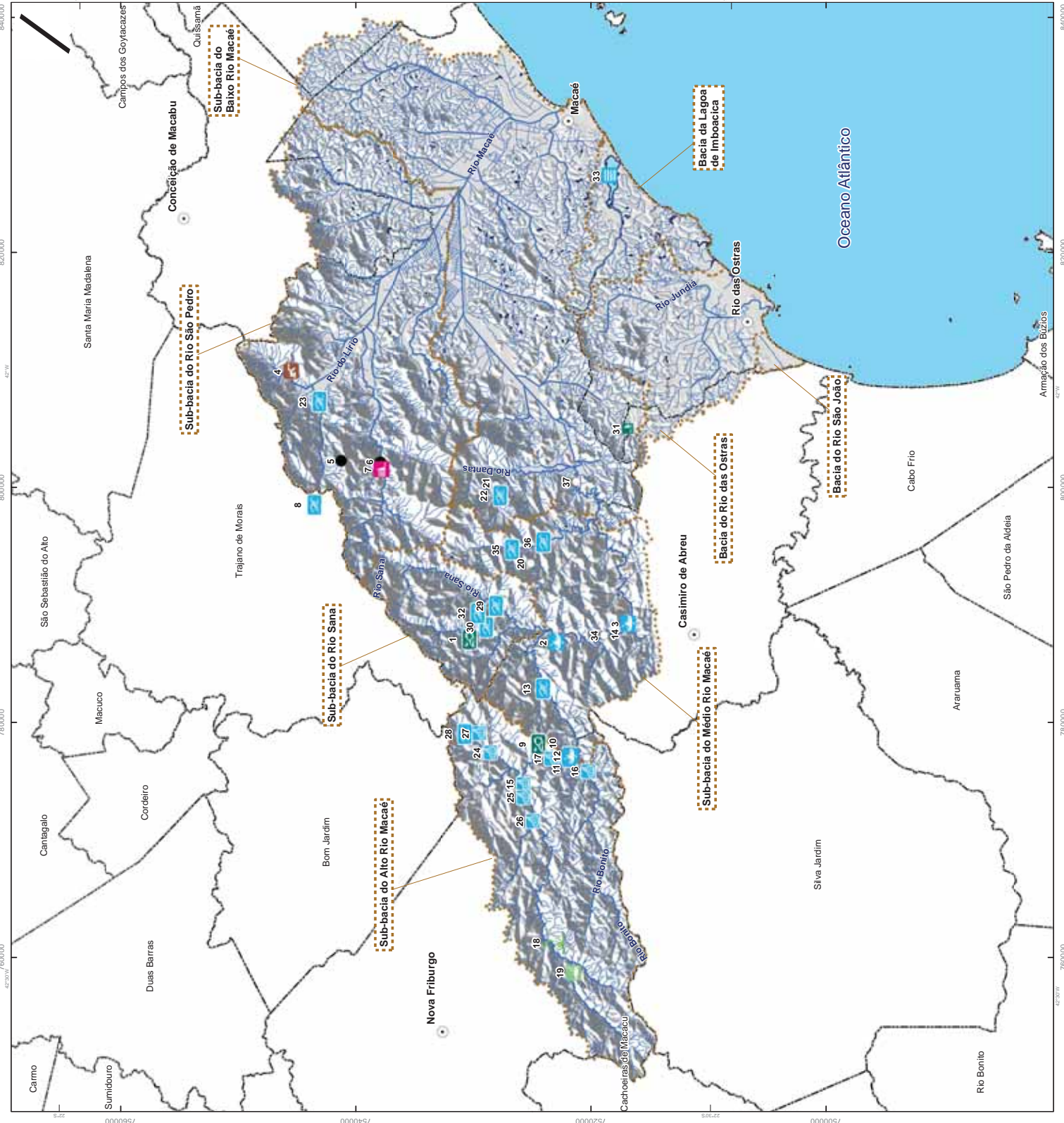
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



Na costa oceânica, a RH VIII apresenta muitas possibilidades de recreação vinculadas ao contato primário com suas águas. As condições de banho, no entanto, não são próprias em todas as praias ou em todos os meses, devido a problemas de contaminação pelo lançamento de esgoto não tratado. O Quadro 8.21 e 8.22 mostram os resultados do monitoramento realizado pelo INEA em 2012.

Quadro 8.21: Monitoramento realizado pelo INEA, praias de Macaé, 2012

Histórico dos Boletins Semanais de Praias - Macaé - 2012																	
Praias Monitoradas	Jan/12		Fev/12		Mar/12		Abr/12		Mai/12	Jun/12		Jul/12	Ago/12	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12
	18	01	14	13	28	10	25		01	26							
Cavaleiros	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Campista	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Imbetiba	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Forte	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Grey	Red	Red							
Barra	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Grey	Red	Red							
Pecado	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Aeroporto	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Grey	Red	Red							
Barreto	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Lagomar	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Recomendado ao Banho de Mar		Green							Recomendado com restrições							Yellow	
Não Recomendado ao Banho de Mar		Red							Não Realizado							Grey	

Quadro 8.22: Monitoramento realizado pelo INEA, praias de Rio das Ostras, 2012

Histórico dos Boletins Semanais de Praias - Rio das Ostras - 2012																	
Praias Monitoradas	Jan/12		Fev/12		Mar/12		Abr/12		Mai/12	Jun/12		Jul/12	Ago/12	Set/12	Out/12	Nov/12	Dez/12
	18	01	14	13	28	10	25		01	26							
Tartarugas	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Centro	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Cemitério	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Grey	Yellow	Yellow							
Joana	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Areia Negra	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Remanso	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Costazul	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Mar do Norte	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Lagoa de Iriry (Coca-Cola)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Green	Green							
Recomendado ao Banho de Mar		Green							Recomendado com restrições							Yellow	
Não Recomendado ao Banho de mar		Red							Não Realizado							Grey	

8.4.4 Aquicultura e Pesca

A pesca continental na bacia dos rios Macaé e das Ostras se dá em sua maioria, através da modalidade amadora, e são verificados usos da pesca artesanal comercial e de subsistência, através da Colônia de Pescadores.

A navegação de pesca divide-se em pesca de mar, que representa o maior número de barcos, e pesca em rio e lagoas, que utiliza os barcos de menor porte. A pesca em Macaé envolve oficialmente cerca de 700 profissionais registrados na Colônia de Pesca dos quais uma parcela recebe o defenso. Informalmente, o número de famílias vinculadas à pesca é de 2.000. A pesca em Macaé é vendida na cidade do Rio de Janeiro sem sofrer nenhum processamento, já que não indústrias na região.

A pesca amadora ocorre nas pontes e margens no trecho próximo à foz do rio, com uso de varas e linhas, e é destinada à captura de espécies marinhas que adentram os rios Macaé e das Ostras em busca de alimentos e desova.

Na localidade de Macaé de Cima (Nova Friburgo), a pesca amadora se destina à captura de espécies exóticas que foram inseridas no ambiente aquático, e se adaptaram graças às condições climáticas da região, como a truta (*Oncorhynchus mykiss*). Esta também é cultivada para comércio local, abastecendo os restaurantes da cidade.

Também ocorre a utilização de espécies exóticas como tambaqui (*Colossoma macropomum*), tilápia (*Oreochromis niloticus*), pintado (*Pimelodus* sp) e pacu caranha (*Piaractus mesopotamicus*) em práticas de aquicultura intensiva. A demanda hídrica total apresentada no CNARH para o setor de aquicultura e pesca é de 24.793.121,52 m³/ano, sendo que apenas dois produtores de Nova Friburgo correspondem a 99,7% deste volume. Não há uso consuntivo desta água, sendo o retorno praticamente idêntico à captação e a espacialização da aquicultura na bacia pode ser observada na Figura 8.8.

8.4.5 Extração Mineral

A extração mineral tem pouca representatividade na bacia, conforme se pode avaliar pelo mapa de Processos Minerários Protocolizados no DNPM, apresentado por substância e fase de requerimento, na

Figura 6.10. São exploradas duas fontes de água mineral para abastecimento humano e nos rios Macaé e São Pedro ocorre extração de areia. No que diz respeito à extração de areia esta se concentra no trecho baixo da bacia. Além destas, também foram relatadas extrações esporádicas de areia com baixos volumes retirados, geralmente praticados por moradores da região ribeirinha.

Só há um uso cadastrado no CNARH, com solicitação de outorga de 105.600 m³/ano, localizado na latitude -22,3568 e Longitude -42,4313.

8.4.6 Lançamento de Esgotos Domésticos, Industriais e Agrícolas

De acordo com o CNARH, são cadastrados 76 lançamentos na RH VIII. Esses 76 registros de lançamento foram comparados com os registros das captações, utilizando-se como índice o campo *Razão Social*. Por este processo, foram identificados 71 conjuntos de captações e lançamentos. Os restantes cinco lançamentos não têm captação cadastrada, mas representam apenas 0,05% do total do volume de lançamentos cadastrados.

Distribuindo-se os lançamentos pelo seu destino e pelo uso, verifica-se que a maior parte de vazão de lançamento está no uso aquicultura. A análise mais detalhada deste uso revela que apenas dois usuários de água para aquicultura respondem por 85,14% (24.683.040 m³/ano) do volume total de lançamento cadastrado (28.890.350 m³/ano) em toda a RH VIII. Esse volume é praticamente igual ao captado - 24.718.176 m³/ano ou 99,86% de volume retornado. Esses valores indicam a necessidade de uma análise mais cuidadosa do universo das informações para evitar uma sobre-estimativa da água lançada nos cursos d'água após ser utilizada em algum processo ou de uma avaliação equivocada dos tratamentos realizados destes efluentes.

Figura 8.8 Mapa de Localização das Captações para Aqüicultura e Pesca na RH VIII

Legenda

- Sede dos Municípios
- Captação - Aqüicultura
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limites Municipais

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (BGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GE/OPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofoto Digital, IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo INEA/DIMFIS/GE/OPEA, 2012;
- Altimetria: MDT gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (BGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEPRI, 2010;
- Sítios Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEPRI, 2010;
- Captações: Aqüicultura: CNARH - 2012;

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



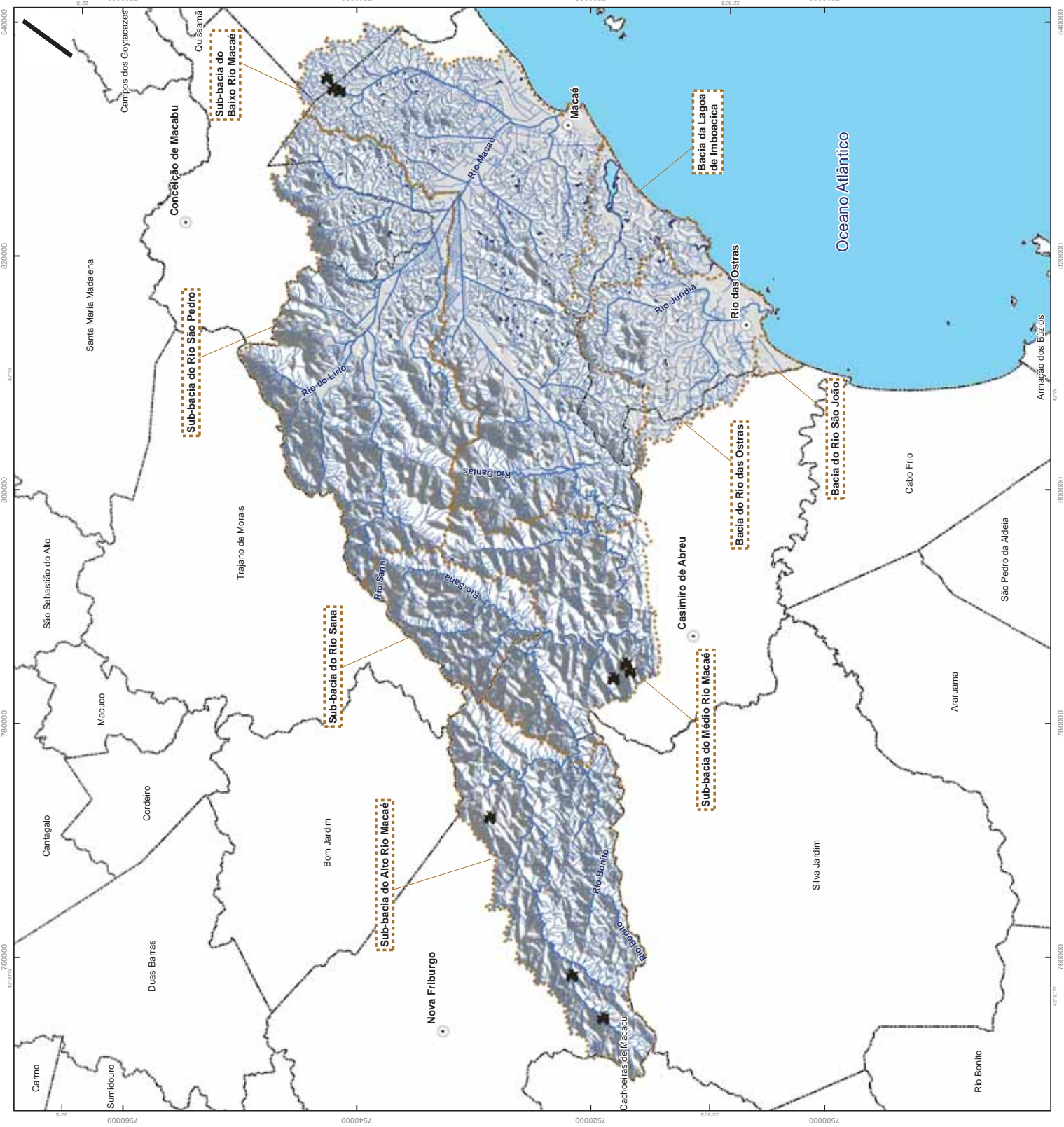
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



O gráfico a seguir apresenta a porcentagem do volume lançado em relação ao volume captado, de acordo com as declarações do CNARH, sendo que o eixo das abscissas apresenta valores acumulados de frequência de usuários. Observa-se que uma parcela significativa (19,67%) indica praticamente 100% de retorno da água captada, sendo contrabalançados por uma participação semelhante de usuários que apresentam um retorno inferior a 10% do volume captado (22,95% dos usuários). Na média, o volume de lançamento é da ordem de 51% do volume captado.

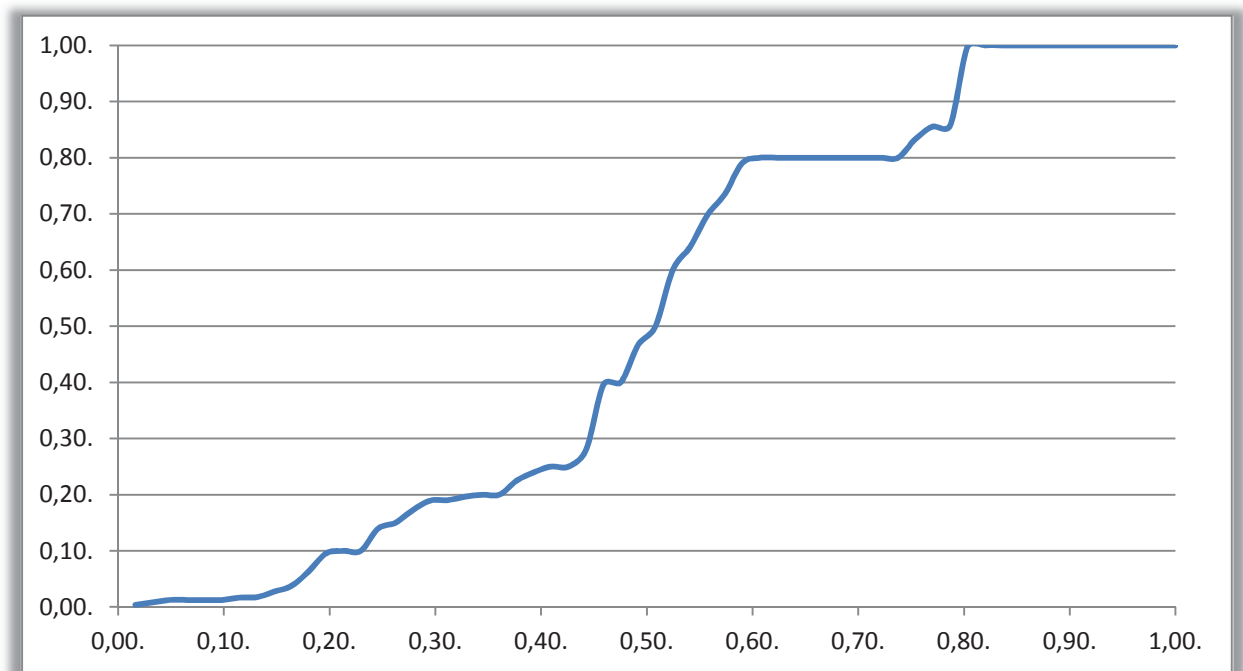


Figura 8.9: Porcentagem do volume lançado em relação ao volume captado, de acordo com as declarações do CNARH (maio/2012)

O lançamento ocorre próximo da captação na maior parte dos casos cadastrados. Foi estimada a distância dos lançamentos pela diferença de coordenadas entre as captações e os pontos de lançamento. O gráfico a seguir apresenta a distribuição das frequências acumuladas dos usuários e a distância dos lançamentos. Em média, o lançamento ocorre a menos de 2 quilômetros da fonte, sendo que 27% dos usuários declaram que lançam o efluente no mesmo ponto de coleta. Há exceções que merecem ser destacadas, como a Petrobras, que lança o seu efluente (apenas 2,7% do que foi captado) a cerca de 20 km da captação no rio Macaé e a CEDAE, que tem um lançamento estimado a 54 km da captação. Essa informação, se confirmada, é compatível com as captações na bacia do Macaé a montante da BR 101 para abastecimento das cidades de Rio das Ostras, Casimiro de Abreu e Macaé. O terceiro usuário destacável é uma empresa de Rio das Ostras que capta em um poço raso e lança na Lagoa de Imboacica, a 13 km de distância.

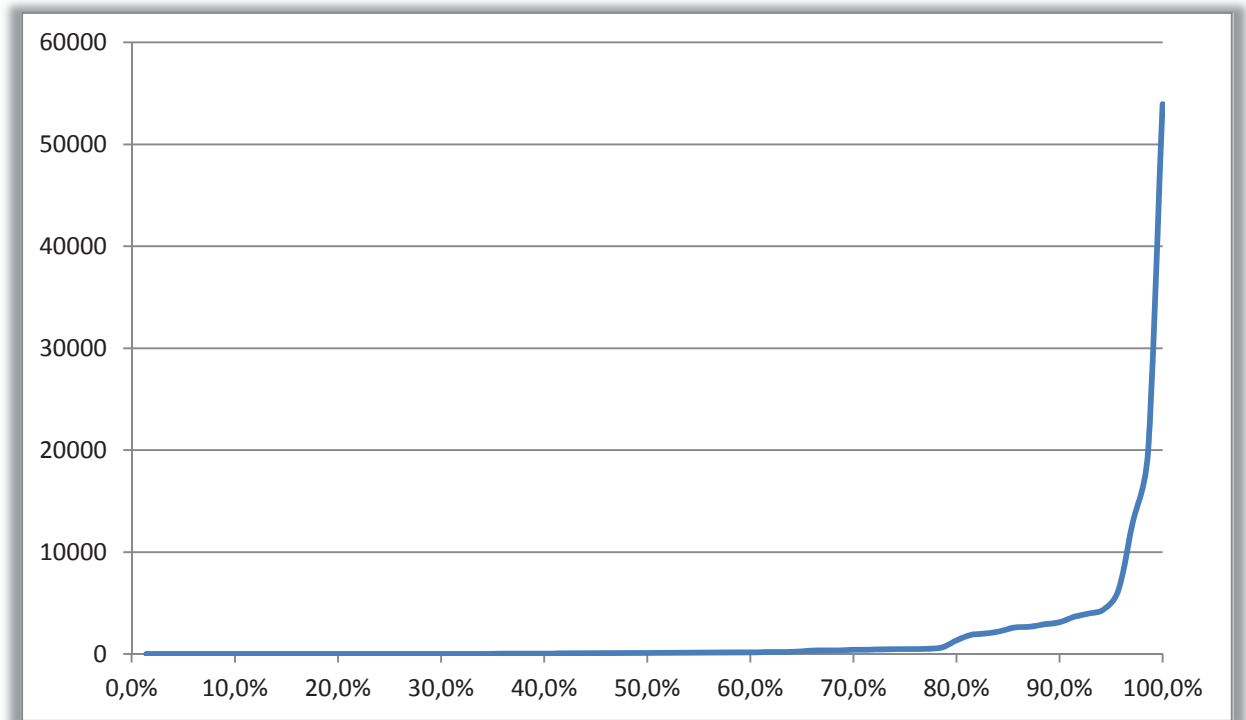


Figura 8.10: Distâncias do lançamento, em relação à captação

Em relação aos tratamentos declarados, há o predomínio em termos de volume do tratamento primário e o por lagoas aeradas, que somam mais de 90% do volume anual. O destino preferencial são lagoas ou lagos naturais (85%), sendo o mar o destino menos importante (0,01% do volume anual). Em relação à carga de DBO declarada, a maior parte tem como destino o solo – fossa ou sumidouro, seguido dos rios ou cursos d'água, situação que se repete em relação ao número de declarantes.

A maior parte dos declarantes não realiza nenhum tratamento, o que pode estar relacionado com o lançamento direto em fossa séptica, sem um tratamento prévio. Essa informação também necessita uma confirmação específica.

Quadro 8.23: Tratamentos declarados

Corpo Receptor	Fossa, Filtro e Sumidouro		Lagoa Aerada		Outro		Sem tratamento		Tratamento Primário		Total	
	Usuários	Participação	Usuários	Participação	Usuários	Participação	Usuários	Participação	Usuários	Participação	Usuários	Participação
Mar									1	5%	1	1%
Lago natural ou lagoa	1	20%	1	50%	1	25%	1	2%	4	20%	8	11%
Rio ou Curso d'água			1	50%	2	50%	10	22%	3	15%	16	21%
Solo - Fossa ou sumidouro	3	60%			1	25%	23	51%	12	60%	39	51%
Solo - outros	1	20%					11	24%			12	16%
Total	5	100%	2	100%	4	100%	45	100%	20	100%	76	100%
Participação	7%		3%		5%		59%		26%		100%	
Vazão de efluente (m³/ano)												
Corpo Receptor	Fossa, Filtro e Sumidouro		Lagoa Aerada		Outro		Sem tratamento		Tratamento Primário		Total	
	Vazão	Participação	Vazão	Participação	Vazão	Participação	Vazão	Participação	Vazão	Participação	Vazão	Participação
Mar									4.224	0,03%	4.224	0,01%
Lago natural ou lagoa	499	0,4%	13.088.160	99%	2.020	0,1%	336	0,1%	11.603.349	83%	24.694.364	85%
Rio ou Curso d'água			190.261	1%	1.445.144	100%	127.872	56%	2.276.885	16%	4.040.162	14%
Solo - Fossa ou sumidouro	133.071	99%					62.835	28%	24.815	0,2%	220.721	1%
Solo - outros	211	0%					35.938	16%			36.150	0,1%
Total	133.782	100%	13.278.421	100%	1.447.163	100%	226.982	100%	13.909.273	100%	28.995.621	100%
Participação	0,5%		46%		5%		1%		48%		100%	

Nova Friburgo lançou Edital para Tomada de Preços para recebimento de propostas no dia 19 de julho de 2012. A Prefeitura de Macaé apresenta como metas a viabilização do Plano Municipal de Saneamento Ambiental, mas não há outras citações sobre esse plano nem no relatório anual de 2011. O documento *Planejando Macaé – Relatório de Saneamento Básico* apresenta as estimativas de aumento de oferta de água e de tratamento de esgoto para o horizonte de 30 anos (2011 a 2041). Deste documento, foram retirados os dados apresentados no Quadro 8.24.

Quadro 8.24: Demanda de água e tratamento de esgoto, em Macaé, segundo o documento Planejamento Macaé - Relatório de Saneamento Básico

Ano	Índice de perdas (%)	Demanda de água (l/s)	Demanda de tratamento de esgoto (l/s)
2012	25	948	55
2015	25	1.401	182
2020	25	1.887	468
2025	22	2.128	705
2030	22	2.334	809
2035	22	2.505	869
2041	22	2.679	929

Observa-se, pelos dados do Quadro 8.24, que o aumento da demanda de tratamento de esgoto evoluiu em um ritmo muito mais rápido que a oferta de água, demonstrando o pequeno atendimento atual, que corresponde a 6% da demanda de água. Verifica-se também que as perdas de água tendem a se manter mais elevadas do que os patamares adotados no Plano Estadual de Recursos Hídricos, que são da ordem de 20%.

Com base nos estudos realizados pela Alupar (2010), no município de Macaé o sistema de esgotamento sanitário era operado e mantido pela Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Obras. Este sistema possuía cerca de 280 km de rede coletora do tipo separador absoluto. O sistema ainda contava com quinze estações elevatórias e três estações de tratamento. As informações atuais do site da prefeitura de Macaé mostram que as três estações de tratamento de esgoto em funcionamento atendem a cerca de 50% da população. Está sendo construída a Estação da Linha Verde, que vai atender entre 80 mil e 100 mil pessoas, e serão feitas mais duas ETEs – uma no bairro Vivendas da Lagoa - Morada das Garças e outra no Mirante da Lagoa. Com as três novas funcionando, o município terá uma capacidade de tratamento de esgoto superior ao atualmente produzido pelos 150 mil moradores da área urbana. Essa sobrecapacidade deve ser suficiente para atender a um horizonte de crescimento de população de quatro anos¹¹.

Situação deficiente em termos de tratamento de esgoto é revelada pelo Relatório de Saneamento Básico de Macaé¹², datado de outubro de 2011, cuja situação está informada no Quadro 8.25. Além das ETEs, grande parte das elevatórias da rede estaria fora de operação.

¹¹ Fonte: <http://www.macaee.rj.gov.br/conteudo?id=46>

¹² Relatório de Saneamento Básico do Município de Macaé - Novembro 2011 é a Prefeitura Municipal - <http://www.macaee.rj.gov.br/governo/conteudo?id=2320>

Quadro 8.25: Situação das ETEs existentes

Identificação	Situação
ETE Aeroporto	inoperante, deteriorada e tomada de vândalos;
ETE Lagomar (Engenho da Praia)	não vistoriada, capacidade de tratamento de 12 l/s, referente a 6.000 habitantes;
ETE Mutum	vazão nominal de tratamento de 20 l/s, capacidade máxima de 36 l/s, pronta desde 2009, mas as elevatórias estão inoperantes e a rede precisa ser revisada;
ETE Solar da Lagoa	desativadas;
ETE Recanto da Lagoa	desativadas;
ETE Virgem Santa	havia sido paralisada e as obras contratadas com previsão de término ao final de 2012
ETE Malvinas	fora de operação

A partir de viagem de campo realizada em março de 2013, foram obtidas novas informações sobre o lançamento de esgotos, entre elas os dados constantes na Licença de Operação de duas das ETEs citadas, cuja localização pode ser visualizada na Figura 8.11, juntamente com a localização das demais ETEs.

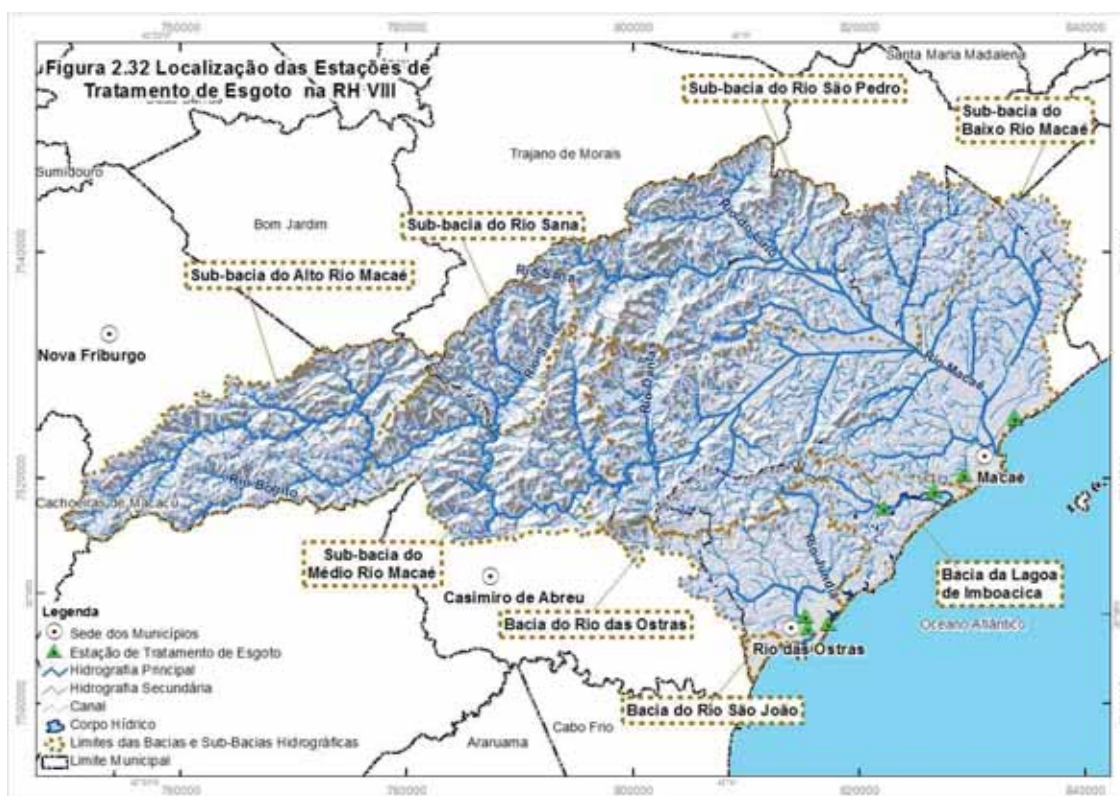


Figura 8.11: Localização das ETEs inseridas na RH VIII

De acordo com informações obtidas junto a agricultores da região, são utilizados fertilizantes e defensivos agrícolas de forma indiscriminada, e por vezes são lançados herbicidas para destruir ervas daninhas que margeiam os canais. Os excessos de produtos lançados e os produtos gerados pela sua degradação química e biológica podem contaminar os recursos hídricos da bacia, contribuindo para a sua degradação. Esse efeito é de difícil quantificação diante dos raros e difusos dados existentes atualmente para a Bacia.

A Pesquisa Gestão Ambiental do Sistema FIRJAN¹³ informa que há uma grande participação das indústrias no tratamento de efluentes líquidos, com 48,8% das indústrias possuindo um sistema próprio de tratamento (2010), sendo que 41,7% realizam o

¹³www.firjan.org.br/FIRJAN. Pesquisa Gestão Ambiental. in: *Súmula Ambiental*. Ano XV, nº171, maio de 2011

monitoramento com indicadores e 33,9% desenvolveram processos de redução de geração de resíduos. As grandes empresas possuem maior participação no tratamento de efluentes, com 70% delas possuindo unidades próprias de tratamento e 67,5% realizarem o monitoramento com indicadores. No entanto, a FIRJAN mostra que, para a região Norte Fluminense, a grande parte das empresas é de micro ou pequeno porte, com exceção da administração pública.

Segundo informações obtidas na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Macaé, todas as indústrias do município possuem sistema de tratamento de efluentes, que são encaminhados para a rede pública. Não existem informações a respeito das cargas brutas geradas, nem tampouco do tipo e da eficiência do tratamento.

8.4.7 Proteção Ambiental

Várias atividades de proteção ambiental vêm sendo desenvolvidas nos municípios integrantes da bacia, que repercutem sobre o uso de água, muitas vezes como restrição. No Quadro 6.1, apresentado anteriormente pode-se observar a listagem das Unidades de Conservação localizadas na região hidrográfica e as RPPNs.

Da área total da região hidrográfica, aproximadamente 30% estão inseridos em algum tipo de unidade de conservação, seja de uso sustentável (APA) ou de proteção integral (reserva biológica/parque estadual).

Em Rio das Ostras existe uma política de gestão ambiental, com participação da comunidade. O município tem quatro Unidades de Conservação: APA (Área de Preservação Ambiental) da Lagoa de Iriri, ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) de Itapebussus, Monumento Natural dos Costões Rochosos. Realiza, ainda, o plantio de espécies nativas na área de mangue, visando à manutenção destas áreas.

As informações da prefeitura municipal indicam ações como a destinação correta dos pneus, transformação de restos de poda em adubo orgânico e um sistema de tratamento e reaproveitamento dos efluentes de resíduos de limpa-fossa. O município eliminou o lixão e passou a contar com um moderno Aterro Sanitário, um dos poucos com licença ambiental para funcionar no Estado do Rio.

No município de Macaé a política de desenvolvimento sustentável, destacada pela prefeitura municipal, favorece a criação e execução de programas de contrapartida ambiental, que também visam obter benefícios sociais. Um deles foi firmado com a usina termoeletrica El Paso, que se tornou parceira do Parque Municipal Fazenda Atalaia, na região serrana, área de proteção ambiental.

Além do Parque Municipal do Atalaia, há outras unidades de conservação, como a APA do Sana, o Parque Municipal e APA do Arquipélago de Santana, a APA do Jardim Pinheiro e do Morro de Santana, o Parque Natural Municipal do Estuário do rio Macaé, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (fora da RH VIII), a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Sítio Shangrilah – Sana, e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)-Fazenda Barra do Sana. Além destas, destaca-se a Reserva Biológica União/IBAMA, localizada entre os municípios de Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé, foi criada para proteção, conservação e recuperação da mata atlântica.

Outra intervenção que contribui fortemente para a proteção ambiental é conclusão do novo aterro sanitário da cidade de Macaé, com capacidade para receber 240 toneladas/dia, já em operação, que deverá receber em breve equipamentos para reciclagem além da implantação gradativa da coleta seletiva do lixo doméstico.

Em Nova Friburgo, destaca-se a APA Estadual de Macaé de Cima, cujo Plano de Manejo está em fase de conclusão. As ações propostas pelo programa da ANA, Produtor de Águas vem sendo avaliado pela comunidade que ocupa a região das nascentes do rio Macaé. Este programa consiste na remuneração dos proprietários que mantém preservadas as

nascentes e margens dos corpos hídricos. Também existem ONGs, principalmente na região de Lumiar, engajadas na preservação ambiental do ecossistema da região serrana.

As informações foram obtidas a partir das páginas das prefeituras municipais e da ONG Mico Leão Dourado.

8.5 Consolidação das Demandas Hídricas

A partir dos resultados obtidos na análise das demandas hídricas foi possível calcular a demanda de água setorial na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras. Para isso foram utilizadas as vazões calculadas para os usos humano, animal, industrial, irrigação e das termoelétricas. No Quadro 8.26 podem-se observar as demandas hídricas estimadas para a RH VIII distribuídas por município e por finalidade de uso da água.

Segundo esta estimativa, a Indústria é responsável por 52% da demanda da água na bacia, seguida do uso humano e da irrigação, e outros usos de menor expressão quantitativa, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 8.12.

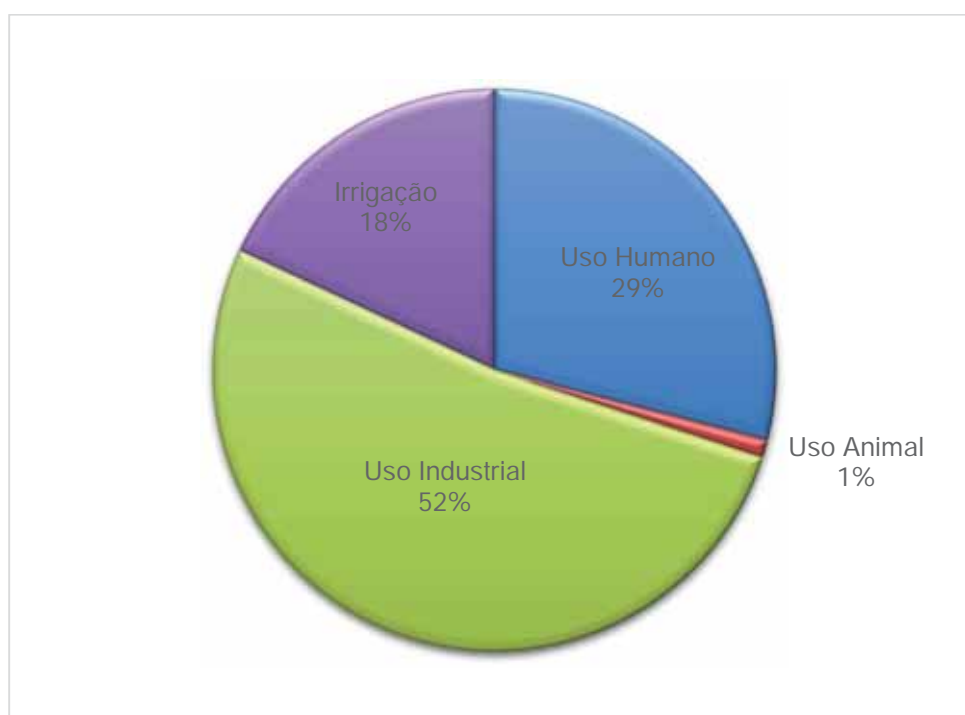


Figura 8.12: Retiradas hídricas na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RH VIII

Quadro 8.26: Demandas hídricas da RH VIII por município e finalidade de uso

Município	Uso Humano		Total (m³/s)	Uso Animal (m³/s)	Uso Industrial (m³/s)	Irrigação (m³/s)	Demanda Hídrica Total	
	Urbano (m³/s)	Rural (m³/s)					m³/s	m³/ano
Carapebus		0,001	0,001	0,006	0,083	0,036	0,127	4.009.799
Casimiro de Abreu	0,127	0,011	0,139	0,005	0,357	0,023	0,524	16.517.163
Conceição de Macabu	0,077	0,004	0,081	0,009	0,005	0,065	0,161	5.074.543
Macaé	1,049	0,005	1,054	0,052	1,377	0,128	2,611	82.331.242
Nova Friburgo	0,028	0,011	0,039	0,004		0,856	0,898	28.325.484
Rio das Ostras	0,579	0,011	0,589	0,016	1,530	0,037	2,173	68.522.304
Total	1,859	0,044	1,903	0,093	3,352	1,145	6,494	204.780.536
Participação por Município (%)								
Município	Uso Humano		Total (m³/s)	Uso Animal (m³/s)	Uso Industrial (m³/s)	Irrigação (m³/s)	Demanda Hídrica Total	
	Urbano (m³/s)	Rural (m³/s)					m³/s	m³/ano
Carapebus		3%	0,1%	7%	2%	3%		2%
Casimiro de Abreu	7%	26%	7%	6%	11%	2%		8%
Conceição de Macabu	4%	10%	4%	10%	0,1%	6%		2%
Macaé	56%	12%	55%	56%	41%	11%		40%
Nova Friburgo	1%	26%	2%	4%		75%		14%
Rio das Ostras	31%	24%	31%	17%	46%	3%		33%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%
Participação por Finalidade (%)								
Município	Uso Humano		Total (m³/s)	Uso Animal (m³/s)	Uso Industrial (m³/s)	Irrigação (m³/s)	Demanda Hídrica Total	
	Urbano (m³/s)	Rural (m³/s)					m³/s	m³/ano
Carapebus		1%	1%	5%	66%	29%		100%
Casimiro de Abreu	24%	2%	27%	1%	68%	4%		100%
Conceição de Macabu	48%	3%	51%	6%	3%	41%		100%
Macaé	40%	0,2%	40%	2%	53%	5%		100%
Nova Friburgo	3%	1%	4%	0,4%		95%		100%
Rio das Ostras	27%	0,5%	27%	1%	70%	2%		100%
Total	29%	0,7%	29%	1%	52%	18%		100%

9 BALANÇO HÍDRICO

9 BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico quali-quantitativo, para a cena atual (2012) da Região Hidrográfica VIII, está descrito em continuação, permitindo avaliar as possibilidades de atendimento às demandas hídricas atuais, tanto do ponto de vista de quantidade como da qualidade necessária para os diferentes usos presentes na RH VIII.

9.1 Metodologia Adotada

O balanço hídrico foi realizado por meio da utilização do sistema de apoio à decisão SAD-IPH (KAYSER, 2011), de forma integrada ao software livre de SIG denominado MapWindow.

A aplicação do SAD-IPH envolve as seguintes etapas: (1) segmentação/discretização da bacia; (2) definição dos atributos de disponibilidade de água para cada trecho de rio; (3) definição de parâmetros gerais de simulação; (4) introdução de demandas consuntivas e lançamentos de efluentes; (5) cálculo das condições de quantidade e qualidade em cada trecho de rio; e, (6) análise e visualização dos resultados.

9.2 Balanço Hídrico Quantitativo

O balanço hídrico quantitativo confronta a água disponível e a água consumida em toda a rede de drenagem da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, de acordo com as estimativas da cena atual, 2012, com base nos estudos de disponibilidade, apresentadas no Capítulo 7 e nas demandas hídricas estimadas conforme descrito no Capítulo 8.

As diferentes vazões de referência foram analisadas, considerando também a existência ou não da transposição de águas do Rio Macabu. A razão para o uso de ambas as situações é a consideração da hipótese que a transposição possa ser interrompida. Foram consideradas as demandas provenientes de captações superficiais e também os usuários de poços rasos ou profundos. Desse modo, foram gerados os balanços hídricos apresentados da Figura 9.1 até a Figura 9.3.

Os balanços hídricos na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras demonstram que na maior parte dos trechos fluviais não há comprometimentos significativos das disponibilidades de água para suprimento às demandas. A exceção notável ocorre na região denominada como Severina, localizada a montante da confluência do rio Macaé com o rio São Pedro, e onde exatamente são localizadas as captações mais importantes e estratégicas da Região Hidrográfica VIII: abastecimento público da parte central da cidade de Macaé, uso industrial (Petrobrás) e uso para geração de energia em termelétricas. Neste trecho ocorre um comprometimento significativo, de cerca de 64% da $Q_{7,10}$, adotada como referência para a outorga, de direitos de uso de água pelo INEA, como mostra o Quadro 9.1, que apresenta os comprometimentos verificados em alguns pontos de controle ao longo da RH VIII, os quais estão espacializados na Figura 9.4. Ao contrário do que ocorre no uso das termelétricas, os usos para abastecimento público e industrial não promovem o retorno da água demandada para este trecho, pois o uso é realizado em local diferente da captação. Isto agrava a situação do balanço hídrico no trecho.

**Figura 9.1 Mapa do Balanço Hídrico:
Cena Atual - 2012 (Q7,10)**

Legenda

- Trajano de Moraes
- Sede dos Municípios
- Abastecimento Público
- Indústria

Balanço Hídrico

- 0% - 1%
- 1.01% - 5%
- 5.01% - 20%
- 20.01% - 40%
- 40.01% - 60%
- 60.01% - 80%
- 80.01% - 100%
- > 100.01%

- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Distrito

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 (IBGE/SEA) - base intermediária - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GE/OPEA, 2012;
- Hidrografia: Ortofotos Digitais IBGE/SEA - 2005/2008, escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GE/OPEA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Balanço Hídrico, Abastecimento Público, Indústria e Transposição de Bacias: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

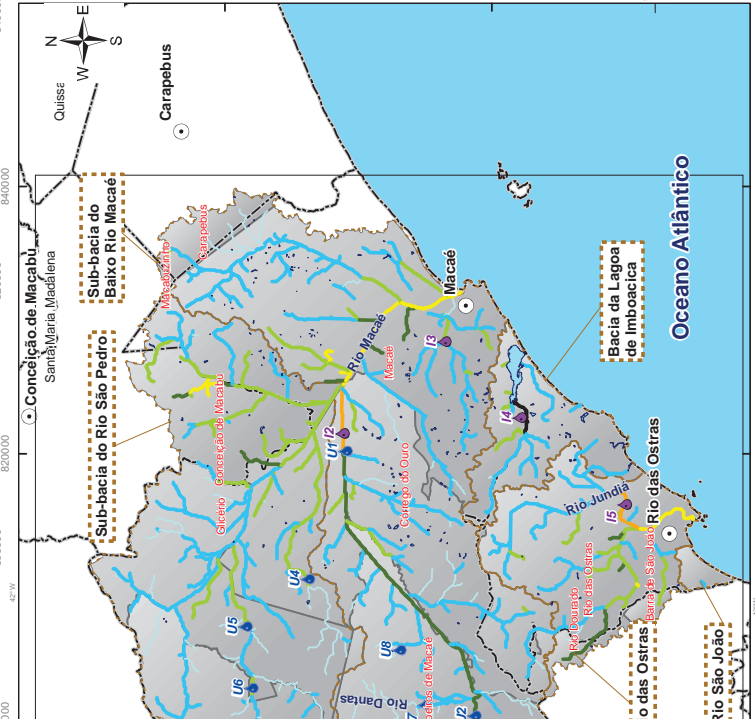
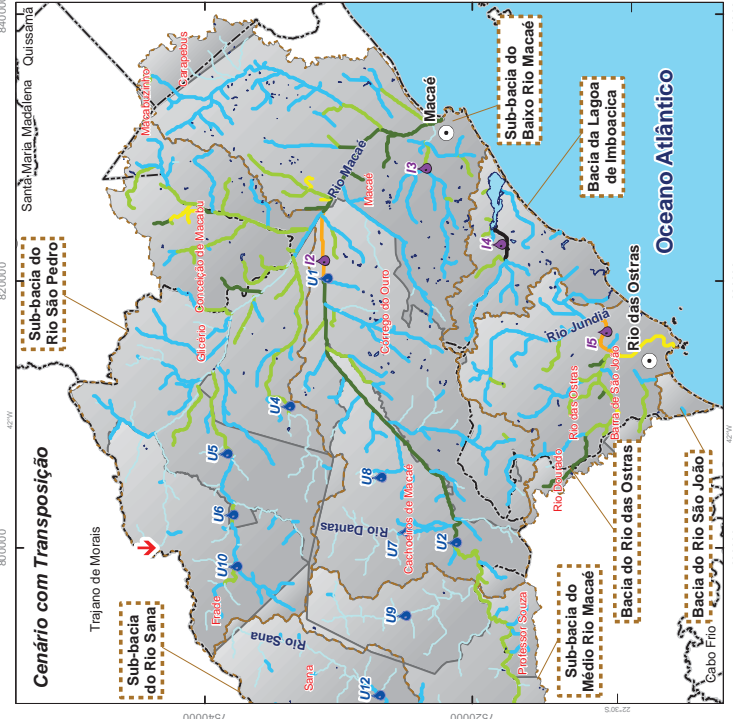
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central: -45
Fuso: 23S
Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

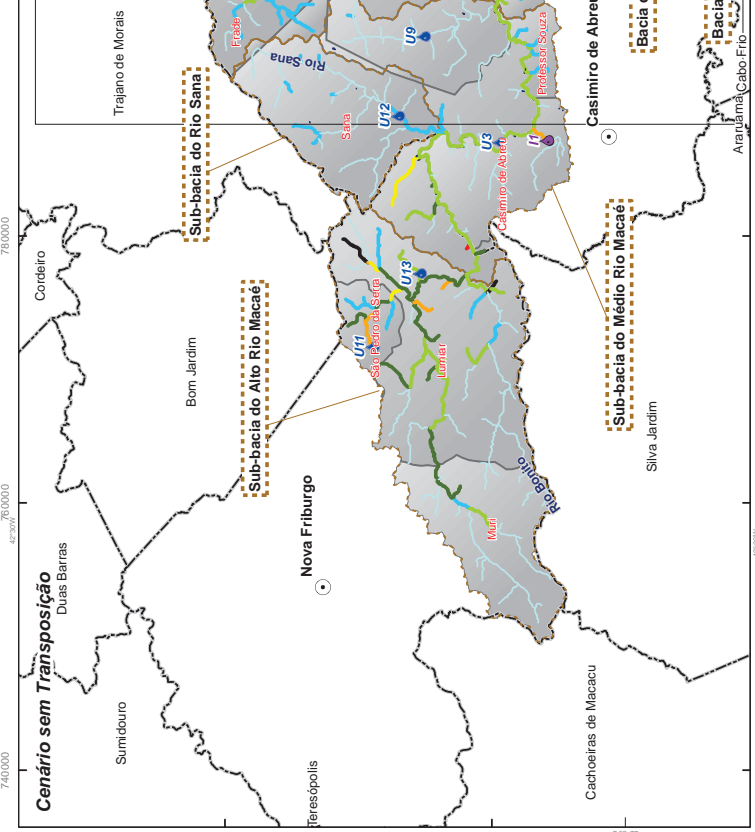
Projeto

PLANO DE ACESSO HÍDRICO ÀS BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E DAS OSTRAS



Descrição dos Pontos de Captação:

Código	Distrito Abastecido	Observação
Abastecimento Público		
U1	Areia Branca	
U10	Mury	Areia Branca (Cachoeiras de Macaé)
U11	Óleo	
U12	Rio das Ostras	
U13	Sana	
U14	São Pedro da Serra	
U15	Trapiche	
U2	Bicuda Grande (Cachoeiras de Macaé)	
U3	Bicuda Pequena (Cachoeiras de Macaé)	
U4	Casimiro / Prof Souza / RD	Consórcio Inter municipal (Casimiro de Abreu / Rio das Ostras)
U5	Casimiro de Abreu	
U6	Córrego do Ouro	
U7	Frade	
U8	Lumiar	
U9	Macaé	
Indústria		
I1	Casimiro de Abreu	
I2	Macaé	
I3	Macaé	
I4	Macaé	
I5	Rio das Ostras	
I6	Rio das Ostras	



**Figura 9.2 Mapa do Balanço Hídrico:
Cena Atual - 2012 (Q95%)**

Legenda

- Transposição de Bacias
- Sede dos Municípios
- Indústria
- Abastecimento Público

Balanço Hídrico

- 0% - 1%
- 1.01% - 5%
- 5.01% - 20%
- 20.01% - 40%
- 40.01% - 60%
- 60.01% - 80%
- 80.01% - 100%
- > 100.01%

- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Distrito

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 (IBGE/SEA) - base intermediana - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPFA, 2012
- Hidrografia: Ortofoto Digital IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - disponibilizado pelo INEAD/IMFIS/GEOPFA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Balanço Hídrico, Abastecimento Público, Indústria e Transposição de Bacias: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

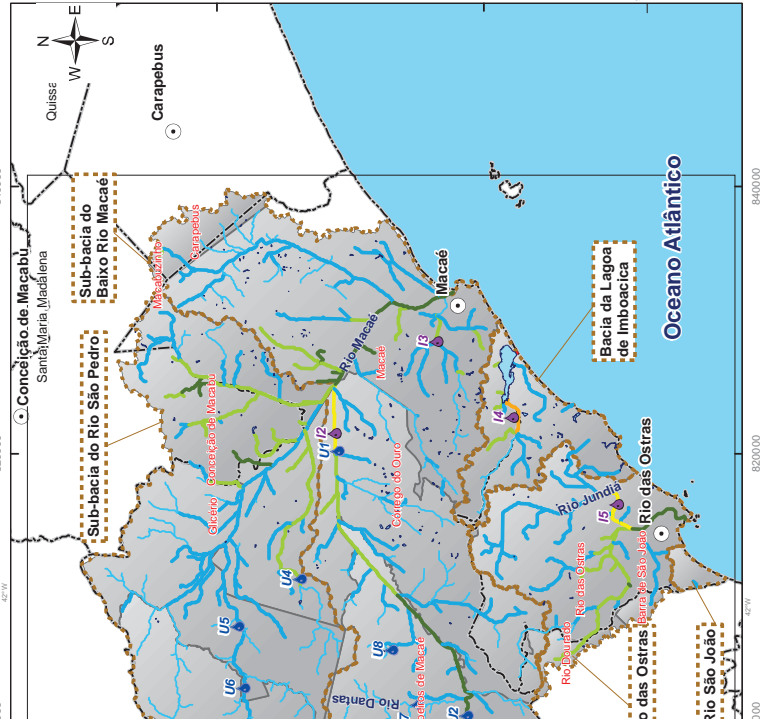
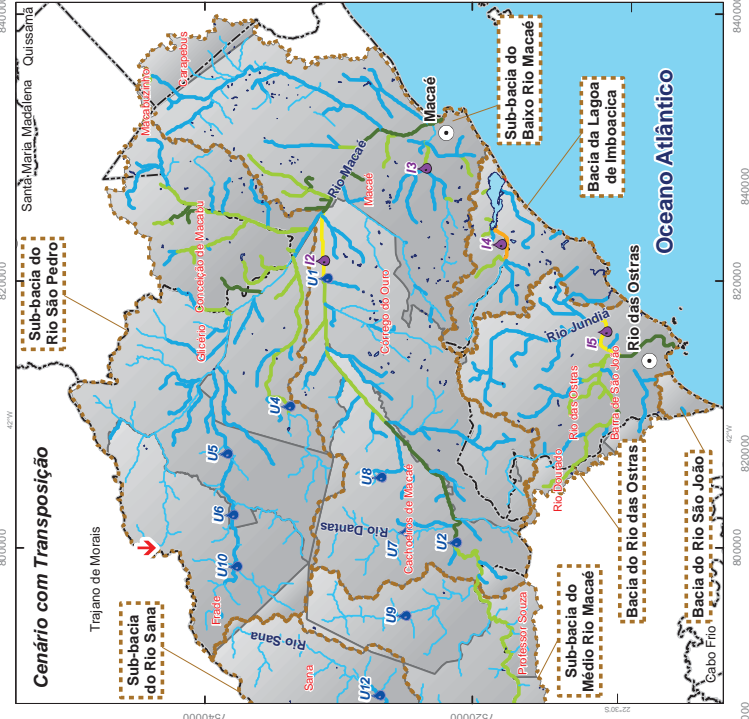
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 23S
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização

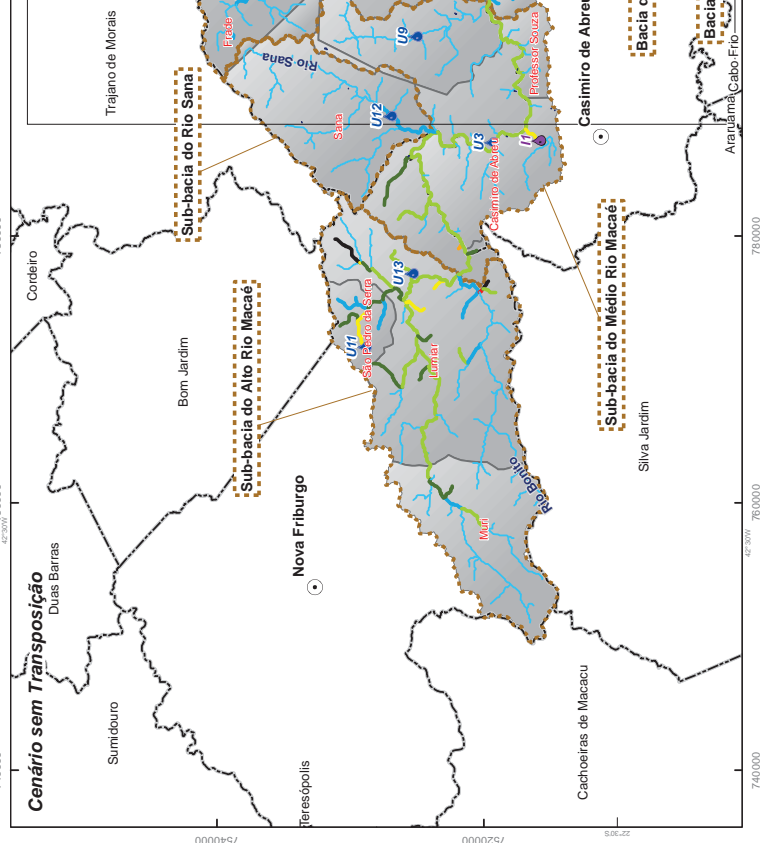
Projeto

PLANO DE ACESSO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS MACAÉ E DAS OSTRAS

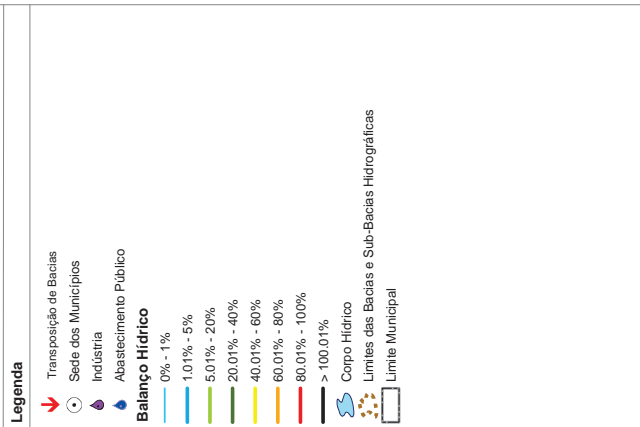



Descrição dos Pontos de Captação:

Código	Distrito Abastecido	Observação
Abastecimento Público		
U1	Areia Branca	
U10	Mury	Areia Branca (Cachoeiros de Macaé)
U11	Óleo	
U12	Rio das Ostras	
U13	Sana	
U14	São Pedro da Serra	
U15	Trapiche	
U2	Bicuda Grande (Cachoeiros de Macaé)	
U3	Bicuda Pequena (Cachoeiros de Macaé)	
U4	Casimiro / Prof Souza / RD	Consórcio Inter municipal (Casimiro de Abreu / Rio das Ostras)
U5	Casimiro de Abreu	
U6	Córrego do Ouro	
U7	Frade	
U8	Lumiar	
U9	Macaé	
Indústria		
I1	Casimiro de Abreu	
I2	Macaé	
I3	Macaé	
I4	Macaé	
I5	Rio das Ostras	
I6	Rio das Ostras	

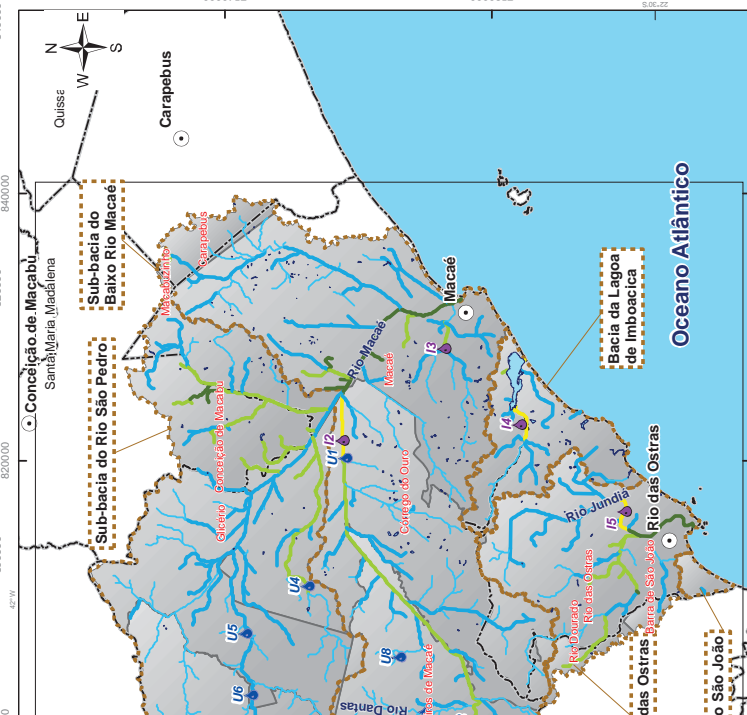
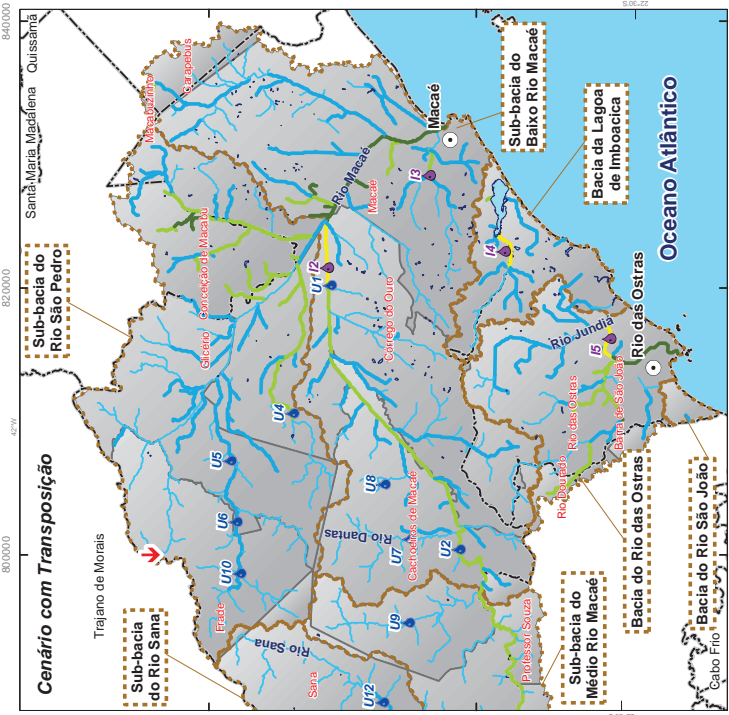


**Figura 9.3 Mapa do Balanço Hídrico:
Cena Atual - 2012 (Q90%)**



Referências Cartográficas:
 - Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 (IBGE/SEA) - base intermediária - disponibilizado pelo INEA/DMRS/GOPEA, 2012;
 - Hidrografia: Ondas Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 disponibilizado pelo INEA/DMRS/GOPEA, 2012;
 - Balanço Hídrico: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Rede Municipal: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
 - Balanço Hídrico: Atlas de Planos, Indústria e Transposição de Bacias: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000
Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km
Informações Cartográficas:
 Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 23S
 Datum: SIRGAS 2000



Descrição dos Pontos de Captação:		
Código	Distrito Abastecido	Observação
Abastecimento Público		
U1	Areia Branca	
U10	Areia Branca (Cachoeiros de Macaé)	
U11	Mury	
U12	Óleo	
U13	Rio das Ostras	
U14	Sana	
U15	São Pedro da Serra	
U16	Trapiche	
U2	Bicuda Grande (Cachoeiros de Macaé)	
U3	Bicuda Pequena (Cachoeiros de Macaé)	
U4	Casimiro / Prof Souza / RD	Consórcio Inter municipal (Casimiro de Abreu / Rio das Ostras)
U5	Casimiro de Abreu	
U6	Córrego do Ouro	
U7	Frade	
U8	Lumiar	
U9	Macaé	
Indústria		
I1	Casimiro de Abreu	
I2	Macaé	
I3	Macaé	
I4	Macaé	
I5	Rio das Ostras	
I6	Rio das Ostras	

Quadro 9.1: Comprometimento da disponibilidade hídrica, considerando o consumo hídrico(2012)

ID	Rio	Local	Área acumulada	Q ₉₀	Q ₉₅	Q _{7,10}	Consumo acumulado (m ³ /s)	% de Comprometimento da Disponibilidade Hídrica		
			(km ²)	(m ³ /s)				Q ₉₀	Q ₉₅	Q _{7,10}
								(m ³ /s)		
1	Macaé	Foz	1712	13,93	11,39	8,36	3,88	28%	34%	46%
2	Macaé	Jusante foz rio São Pedro	1416	12,44	10,22	7,70	3,85	31%	38%	50%
3	Macaé	BR-101	927	9,20	7,57	5,82	3,71	40%	49%	64%
4	Macaé	Fazenda Airis	841	8,54	7,06	5,46	1,37	16%	19%	25%
5	Macaé	Ponte do Baião	659	7,17	5,96	4,67	1,36	19%	23%	29%
6	Macaé	Barragem Proposta	642	7,07	5,89	4,63	0,76	11%	13%	17%
7	Macaé	São Romão	338	4,46	3,77	3,15	0,58	13%	15%	18%
8	Macaé	Galdinópolis	101	1,53	1,34	1,16	0,21	14%	16%	18%
9	Bonito	Piller	70	1,20	1,03	0,88	0,01	1%	1%	1%
10	Sana	Barra do Sana	110	0,79	0,62	0,43	0,01	1%	1%	2%
11	São Pedro	Montante BR-101	308	2,99	2,29	1,53	0,13	4%	6%	9%
12	São Pedro	Foz	478	3,05	2,32	1,56	0,14	4%	6%	9%
13	Lagoa Imboacica	Foz	58	0,18	0,11	0,02	0,10	55%	88%	572%
14	Rio das Ostras	Foz	171	1,27	0,96	0,63	0,27	21%	28%	42%

Além de ser considerado muito crítico um balanço hídrico em que as demandas acumuladas de montante para jusante comprometem mais que 40% das disponibilidades hídricas (ANA, 2005), cabe enfatizar que além da criticidade hidrológica existe neste trecho uma criticidade hidráulica: em uma pequena extensão fluvial são captados 1 m³/s para abastecimento público, 1,31 m³/s para abastecimento industrial e quase 0,4 m³/s para arrefecimento dos termelétricas, resultando na retirada de 2,7 m³/s. Mesmo considerando que o uso das termelétricas é não-consuntivo, retornando na maior parte para o trecho, esta retirada de água compromete mais da metade da vazão remanescente do rio Macaé nesta região, considerando os usos a montante. A conjugação desses dois fatores, hidrológico e hidráulico, determinara os problemas de abastecimento que já se prenunciam neste trecho, conforme a percepção de seus usuários.

O balanço também aponta a existência de déficit hídrico nas zonas industriais na parte baixa da região hidrográfica. Segundo o cadastro do CNARH, há uma concentração de pequenas indústrias na zona próxima à Lagoa de Imboacica, e também em Rio das Ostras, a maioria delas utilizando captações subterrâneas. As estimativas do uso industrial foram alocadas próximas a estes pontos, embora o ideal neste caso fosse uma abordagem individual de cada indústria envolvida.

Figura 9.4 Mapa de Localização dos Pontos de Controle do Balanço Hídrico

Legenda

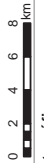
- Sede dos Municípios
- Pontos de Interesse
- Hidrografia Principal
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEAD/INFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Códigos Digitais: IBGE/SEA - 2005/2006, escala: 1:25.000;
- Pontos de Interesse: dados disponibilizados pelo INEAD/INFIS/GEOPA, 2012;
- Relévo: MDT - dados disponibilizados pelo INEAD/INFIS/GEOPA, 2012;
- IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários;
- Relévo: SRTM/ NASA, 2000;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedas: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Pontos de Interesse: Consórcio Macaé/ Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



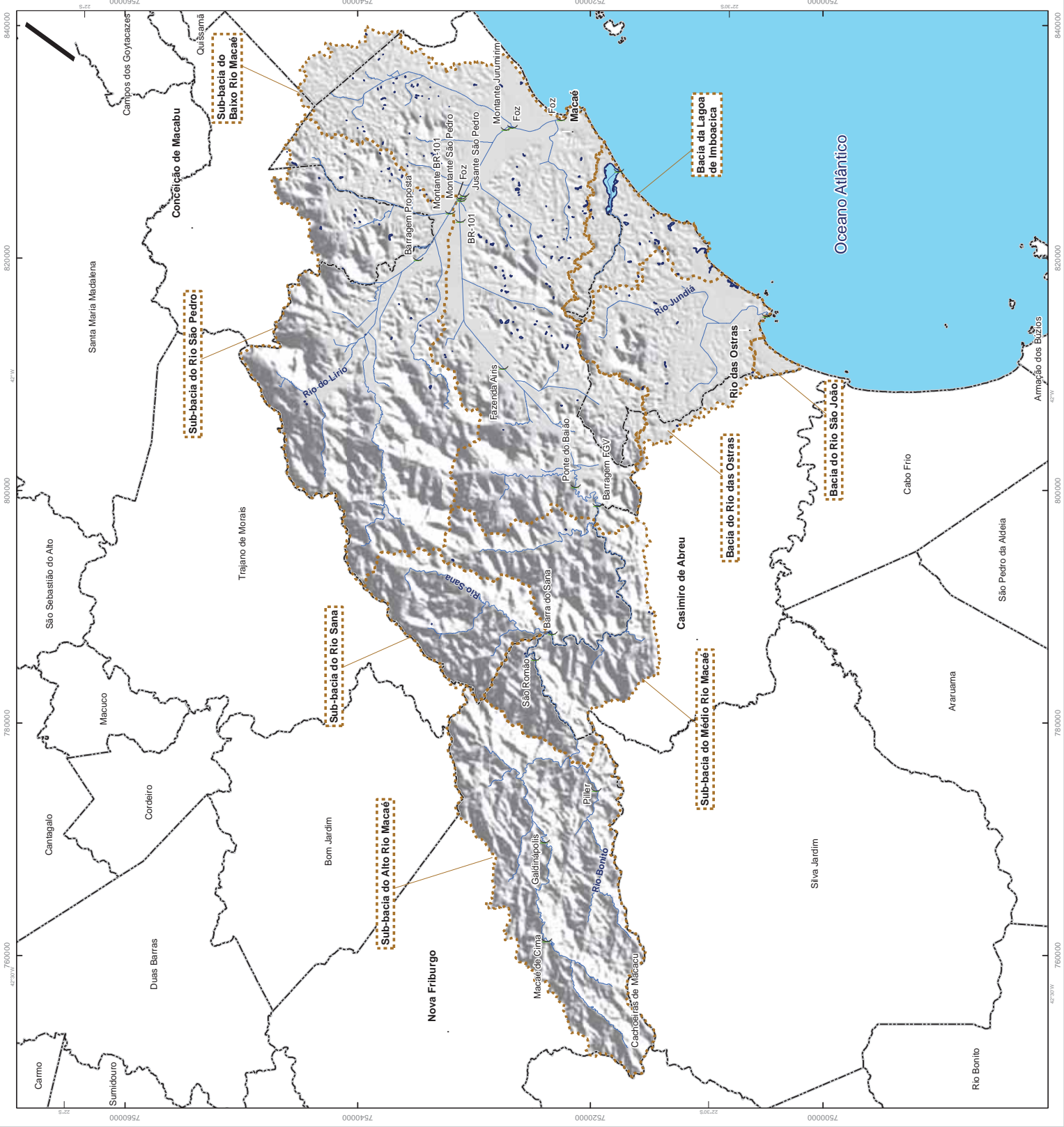
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 2; Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



9.3 Balanço Hídrico Qualitativo

O balanço hídrico qualitativo simula as condições de qualidade de água na rede de drenagem da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras na cena atual. Isto é importante para se avaliar como são atendidas as demandas hídricas em termos de qualidade.

Da mesma forma que o balanço hídrico quantitativo, este balanço considera a rede de drenagem, as vazões fluviais nas diferentes seções fluviais, e as demandas hídricas que nelas são supridas, na cena considerada. Mais além do balanço hídrico quantitativo, devem também ser consideradas as cargas de poluentes lançadas na rede de drenagem, seus processos de transporte, diluição e depuração, e a resultante concentração final dos poluentes, dada pelo quociente entre as cargas de poluentes e as vazões fluviais.

Os resultados das simulações de qualidade de água na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras serão expressos através de mapas que mostram a concentração resultante em cada trecho simulado. A distribuição das classes de valores é feita de acordo com as classes de enquadramento da Resolução CONAMA n° 357/2005. Os limites em cada classe desta resolução, para cada parâmetro analisado pela modelagem, estão apresentados no Quadro 9.2.

Quadro 9.2: Descrição das faixas de valores admissíveis por classe de enquadramento dos principais parâmetros de qualidade

Classe	Conc. máx. DBO (mg/ L)	Conc. mín. OD (mg/ L)	Conc. máx. amônia ^(a) (mg/ L)	Conc. máx. nitrito (mg/ L)	Conc. máx. nitrato (mg/ L)	Conc. máx. fósforo ^(b) (mg/ L)	Conc. máx. Coliformes ^(c) (MNP/100 mL)
1	3	6	3,7	1	10	0,1	200
2	5	5					1000
3	10	4	13,3	> 1	> 10	> 0,15	2500
4	> 10	2	>13,3				> 2500

(a) concentrações de amônia referentes a uma faixa de pH até 7,5

(b) concentrações de fósforo total referentes a ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários

(c) limite de coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (à exceção do uso de contato primário)

Os Mapas apresentados na sequência espacializam os resultados das simulações qualitativas para os parâmetros DBO, OD, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes, relativos à cena atual, 2012, considerando a ocorrência da vazão de estiagem $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$, respectivamente. Não foi considerada a vazão $Q_{95\%}$, pois os resultados das simulações seriam intermediários aos apresentados.

Nesse caso, como já foi aduzido previamente, foram consideradas apenas as cargas de esgotos domésticos urbanos e da criação de animais. Observa-se no mapa a localização dos pontos de monitoramento e também dos pontos de lançamentos adotados no modelo. Os pontos de monitoramento estão representados por um asterisco que obedece a um sistema de cores apresentado no Quadro 9.2, que remete à classe de qualidade da Resolução CONAMA n° 357/05, conforme as características da amostra obtida na segunda campanha. Esta campanha foi realizada em um período de estiagem, mais próximo à situação da $Q_{7,10}$. É possível verificar que, na maioria das vezes, a classe de qualidade da amostra obtida corresponde à classe simulada do trecho.

É importante salientar que os resultados verificados próximos ao mar não devem ser considerados com rigor, devido à influência das marés, que se estende até a confluência do rio São Pedro com o rio Macaé.

Analisando conjuntamente os resultados das simulações e do monitoramento, se pode concluir que, de forma geral, a Região Hidrográfica Macaé e das Ostras apresenta qualidade razoável em seus corpos hídricos superficiais em situações de estiagem. Exceções ocorrem

em trechos localizados a jusante das sedes distritais, devido à carência de tratamento dos esgotos domésticos. O trecho do córrego do Ouro é o mais crítico, especialmente para o Fósforo Total. Alguns trechos apresentam qualidade comprometida, ainda que não tenham fontes pontuais à montante. Esta qualidade comprometida é atribuída às fontes difusas, como ocorre no trecho de rio correspondente ao distrito de Conceição de Macabu e no Canal Jurumirim.

Estes dados devem ser analisados com cautela, devido à baixa área de contribuição a estes trechos, que resulta em baixos valores de vazão que, portanto, podem variar significativamente resultando em concentrações um tanto erráticas. Com relação ao Canal de Jurumirim existe na realidade o remanso das marés que compromete a qualidade de suas águas, algo que não foi considerado na modelagem, realizada para regime permanente. Sabe-se, porém, do comprometimento de suas águas.

Figura 9.7 Mapa da Qualidade da Água: Cena Atual 2012 e estímagem Q90%: DBO e OD

Legenda

- Sede dos Municípios
- Pontos de Lançamento de Esgoto Sanitário
- Pontos de Monitoramento
- Classe 3
- Classe 2
- Classe 1
- Fora de classe
- Classe 4
- Classe 3
- Classe 2
- Classe 1

Resultado das Simulações: Parâmetros DBO e OD

- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado pelo sistema de informação geográfica baseado em dados de dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo NEAD/IMFS/GEOPEA, 2012.

- Hidrografia: Ortofotos Digitais IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários, disponibilizado pelo NEAD/IMFS/GEOPEA, 2012;

- Relevo: MDT, gerado a partir da base altimétrica - escala 1:25.000 (IBGE/SEA - 2005/2006 - dados intermediários);

- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEFEP/RJ, 2010;

- Pontos de Lançamento de Esgoto Sanitário e Simulações: Consórcio Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:400.000

Escala Gráfica: 0 2 4 6 8 km

Informações Cartográficas:

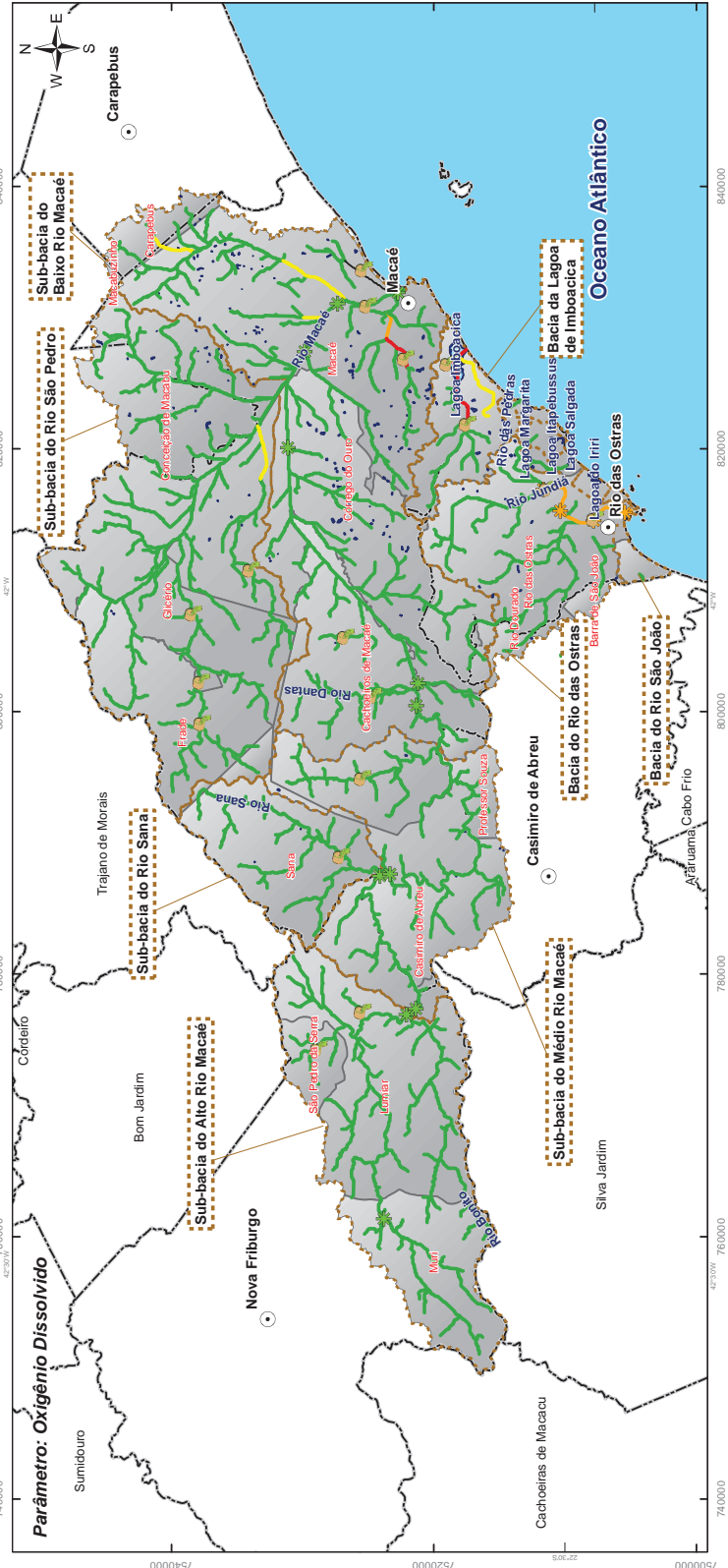
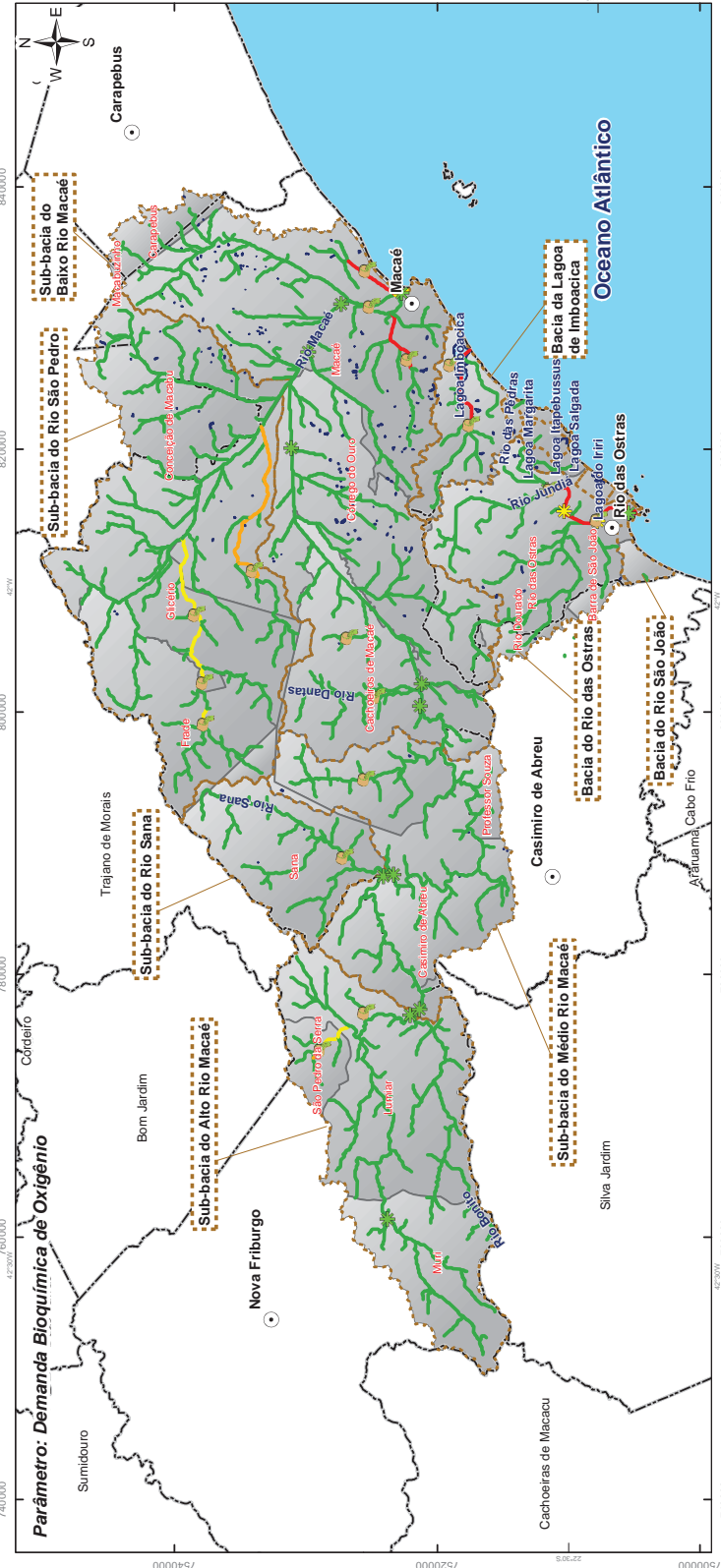
Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Fuso: 23S
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto

PLANO DE ACESSO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E DAS OSTRAS



10 DIAGNÓSTICO INTEGRADO

10 DIAGNÓSTICO INTEGRADO

A Região Hidrográfica VIII, formada pelas bacias hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras, e da lagoa de Imboacica, em termos dos preceitos a serem aplicados para o gerenciamento de recursos hídricos, pode ser dividida esquematicamente em 4 regiões, ilustradas no mapa da Figura 10.1.

O objetivo desta regionalização é tão somente configurar espacialmente as regiões das bacias hidrográficas consideradas em que as condições naturais e o tipo de ocupação antrópica levam ao estabelecimento de determinados problemas de recursos hídricos, atuais ou potenciais, e que merecem abordagens distintas para as suas soluções. Outros tipos de regionalização existem ou são possíveis, e se distinguem desta pelas suas funcionalidades. Por exemplo, se a função da regionalização for um diagnóstico de qualidade de água, outro tipo de regionalização poderá ser adotado.

Neste diagnóstico integrado, serão adotados três tipos de leitura, que dependem das características dos temas considerados:

- uma leitura espacialmente agregada, aplicada a temas que não podem ser compartimentalizados em regiões homogêneas. Isto se aplica a uma caracterização geral da bacia e aos aspectos socioeconômicos – nesses casos a leitura deve considerar o todo das bacias para que a dinâmica envolvida seja adequadamente contextualizada; nesse caso, porém, sempre que possível e necessário, referências serão realizadas às regiões homogêneas quanto aos preceitos do gerenciamento de recursos hídricos;
- uma leitura segmentada para cada região homogênea quanto aos preceitos de gerenciamento de recursos hídricos considerando aspectos hidrológicos e de relevo, pedologia, aptidão de uso do solo, uso do solo e fitofisionomia; e
- finalmente, para cada região homogênea quanto aos preceitos de gerenciamento de recursos hídricos são estabelecidos diagnósticos e esboçados prognósticos sobre suas vocações econômicas e abordagens que conformem os seus gerenciamentos hidroambientais.

10.1 Aspectos Relacionados ao Geoprocessamento

Para consideração do relevo foi adotado o Modelo Digital de Elevações (MDE) obtido a partir da altimetria 1:50.000 das cartas DSG disponibilizadas pelo GEOPEA/INEA, do qual foi gerada uma matriz de declividades. Esta matriz foi fatiada em 6 intervalos, que foram usados para caracterizar as condições de relevo presentes na região:

- Plano (0 – 3%);
- Suave ondulado (3 – 8%);
- Ondulado (8 – 20%);
- Fortemente ondulado (20 – 45%);
- Montanhoso (45 – 75%) e
- Escarpado (> 75%).

No que se refere à pedologia e à aptidão de uso do solo foi adotado o mapeamento de solos disponibilizado pelo GEOPEA/INEA em escala 1:100.000. Ele permitiu quantificar as áreas das diferentes unidades pedológicas e aptidão de seus usos em cada uma das áreas de análise integrada. A análise desta característica fisiográfica subsidia a avaliação dos graus de capacidade de uso do solo e a suscetibilidade a processos de erosão hídrica.

A análise do uso do solo e da fitofisionomia permite estabelecer o nível de antropização das áreas de análise integrada, ou, por outro lado, quantificar o grau de preservação da cobertura vegetal original das mesmas. Para tanto, foram utilizados os mapeamentos de uso e cobertura vegetal disponibilizados pelo GEOPEA/INEA em escalas 1:50.000/1:100.000.

Figura 10.1 Mapa das Regiões Homogêneas quanto aos preceitos do Gerenciamento de Recursos Hídricos

Legenda

- Sede dos Municípios
- Hidrografia Principal
- Hidrografia Secundária
- Corpo Hídrico
- Limites das Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas
- Limite Municipal
- Regiões Homogêneas**
- Região Litorânea
- Região das Bacias do Médio e Baixo Rio Macaé e Alto Rio das Ostras
- Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras
- Região do Alto Rio Macaé

Referências Cartográficas:

- Limites das Bacias e Sub-Bacias: delimitada de acordo com modelo digital de elevação gerado a partir da base cartográfica altimétrica na escala 1:25.000 - dados intermediários (IBGE/SEA) - disponibilizado pelo INEA/DIRFIS/GEOPA, 2012;
- Hidrografia: Círculos Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIRFIS/GEOPA, 2012; Rios e Lagoas: Rios e Lagoas Digitais (IBGE/SEA - 2005/2006, escala 1:25.000 - dados intermediários disponibilizado pelo INEA/DIRFIS/GEOPA, 2012;
- Limites Municipais: escala 1:50.000 Fundação CEPERJ, 2010;
- Sedes: escala 1:1.000.000 IBGE, 2010;
- Regiões Homogêneas: Conselho Macaé/Ostras, 2012.

Escala numérica em A3: 1:320.000

Escala Gráfica:



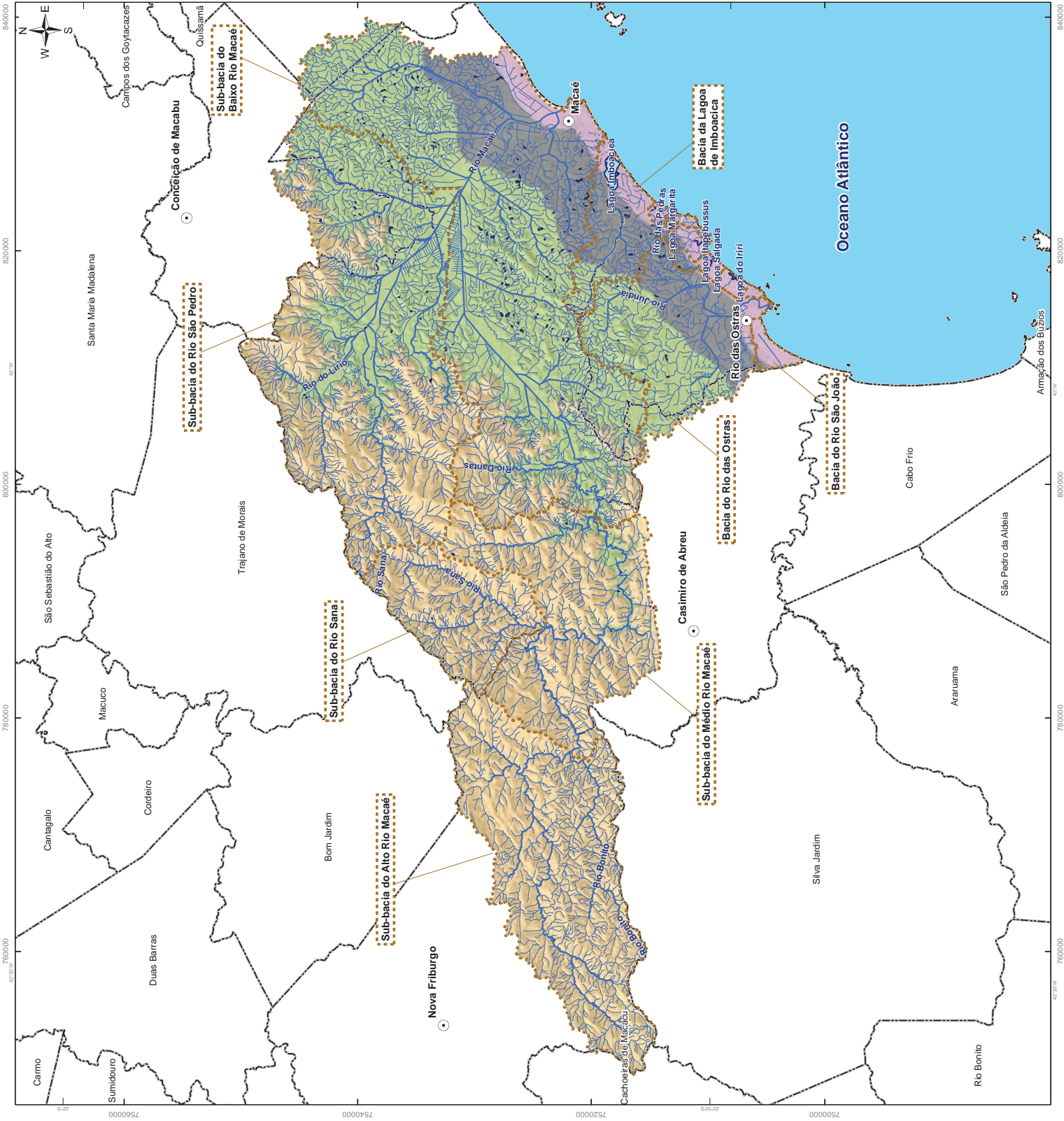
Informações Cartográficas:

Sistema de Projeção: Universal Transversa de Mercator
 Meridiano Central: -45
 Datum: SIRGAS 2000

Mapa de Localização



Projeto



10.2 Caracterização Geral

A caracterização física das bacias em tela permite definir o relevo como fator dominante do ambiente. As condições do relevo determinam, fortemente, os volumes de chuvas, as áreas de ocupação antrópica, as atividades econômicas e o estado de preservação das áreas de floresta. Também definem a existência e a evolução das áreas alagadiças e mal drenadas da bacia, assim como a formação do cordão de lagoas litorâneas.

A origem e a evolução das grandes planícies de origem fluvial e fluviomarinhas reforça o papel dominante da geomorfologia na definição do ambiente, sendo as várzeas formadas por sedimentos carreados pelos rios e as restingas originadas pelos sedimentos depositados pelo oceano. Essas deposições, favorecidas por relevos de baixa energia, ampliam e mantêm o processo contínuo de formação e colmatação de lagoas, que passam a ser brejos e, posteriormente, áreas mal drenadas.

Estas porções podem ser compreendidas como partes das quatro divisões estabelecidas, sendo a região litorânea composta pela bacia da Lagoa de Imboacica e porções finais das porções baixas das bacias do Macaé e Ostras.

A importância dos processos erosivos observados na bacia é mais fortemente determinada pela cobertura do solo e pela declividade do terreno do que pela formação geológica em si. Da mesma forma, os solos existentes nas partes altas são mais rasos nas partes mais íngremes. As declividades também limitam o uso das terras para as atividades mecanizadas nas áreas mais próximas ou localizadas nas cabeceiras destas bacias.

O estudo da UTE Norte Fluminense¹⁴ sobre os processos erosivos e deposição de sedimentos no rio Macaé adota a divisão da bacia em três trechos (alto, médio e baixo). As informações de solo apresentadas neste estudo permitem analisar os processos erosivos e, a partir destes, as possibilidades sustentáveis do uso do solo, as limitações do relevo e dos solos em relação ao uso antrópico e os impactos dos usos atuais do solo sobre os recursos hídricos.

A distribuição dos solos na bacia do rio Macaé apresenta um predomínio dos Cambissolos Háplicos na parte alta e dos Latossolos Vermelho-Amarelo na parte mais baixa, como mostra o Quadro 10.1.

Quadro 10.1: Classificação dos principais solos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras e sua erodibilidade

Grandes Grupos de Solos	Erodibilidade t.h/(MJ.mm)	% da Bacia
Latossolo Vermelho-Amarelo	0,020	20,63
Afloramentos de Rocha	0,024	2,85
Cambissolo Háplico	0,024	55,66
Neossolo	0,27	10,34
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,042	1,70
Organossolo Háplico	0,0425	1,68
Gleissolo Háplico	0,0554	7,13

Fonte: Baptista (1997).

A distribuição da erodibilidade do solo na bacia do rio Macaé mostra que as áreas mais sensíveis, quando avaliadas por este fator, estão localizadas nas porções baixa e média, com destaque para os gleissolos e organossolos.

UTE-Norte-Fluminense. (2011). *Assoreamento de Cursos d'água - Impactos à geração termelétrica e medidas mitigadoras - O caso do rio Macaé.* Macaé.

A figura a seguir reapresenta o mapa das classes de solo para a RH VIII, que pode ser visualizado em maior detalhe na Figura 5.4.

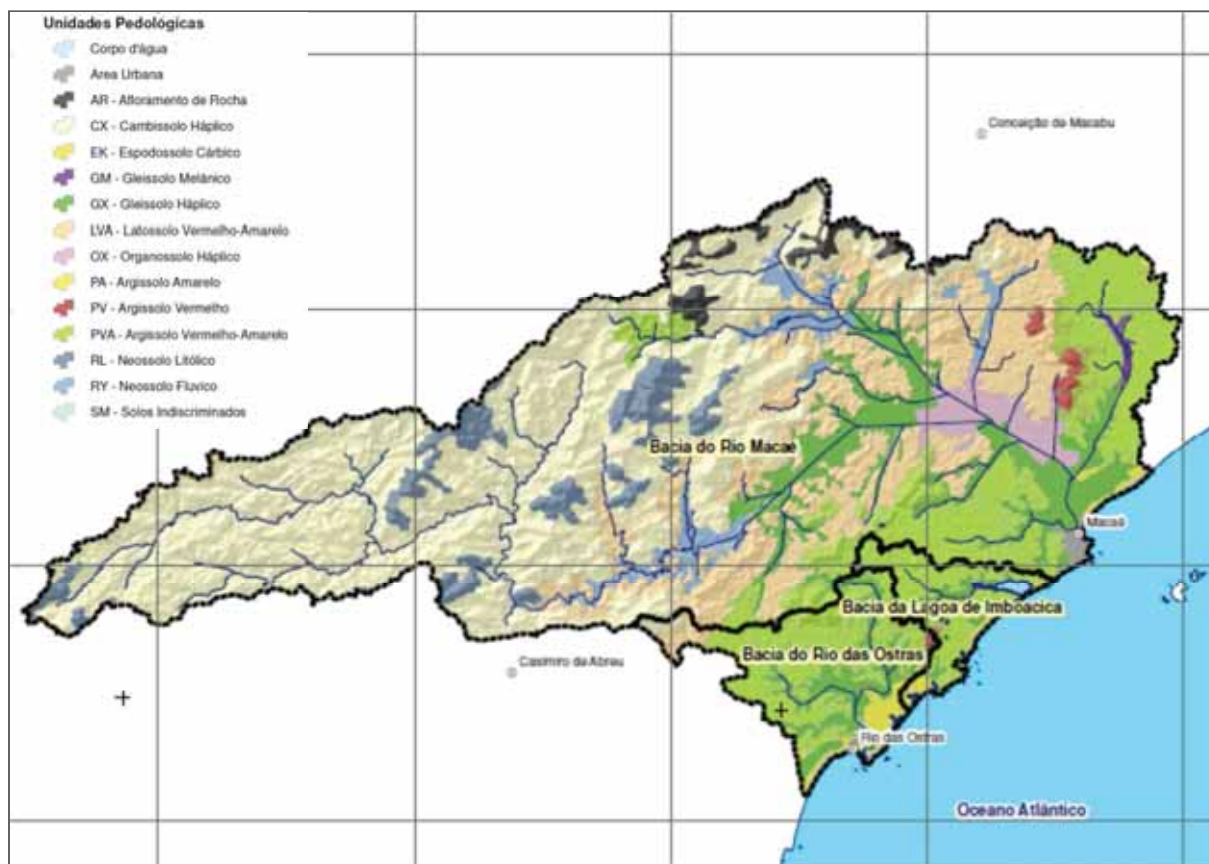


Figura 10.2: Mapa das classes de solos da RH VIII

Quando considerada a cobertura do solo, verifica-se que as pastagens são as áreas mais expressivas quanto à suscetibilidade à erosão, tanto quando localizadas nas várzeas, como quando ocupando áreas mais elevadas.

O diagnóstico realizado caracteriza a porção média do rio Macaé como a maior produtora de sedimentos, principalmente nas áreas de pastagens localizadas acima da várzea. Esta situação é fortemente vinculada ao uso do solo, já que as áreas declivosas das encostas superiores são ocupadas por florestas, que resulta na grande diminuição do potencial erosivo das chuvas. Essa cobertura florestal reveste-se de uma importância ainda maior quando verificada a concentração das chuvas justamente na parte alta da bacia.

O problema erosivo é mais concentrado no eixo Glicério, Frade, Sana e Lumiar, sendo as bacias dos rios Sana e São Pedro as que apresentam maior número de pontos críticos de erosão.

10.3 Aspectos Socioeconômicos

A dinâmica socioeconômica e os fatores que conduzem a expansão espacial das aglomerações humanas, mesmo que muitas delas surjam e se desenvolvem às margens de cursos de água, normalmente extrapolam os limites físicos de uma bacia ou região hidrográfica. Isto dificulta a consideração desta temática considerando cada região homogênea acima definida, de forma estanque. Uma leitura espacialmente mais abrangente, com projeções sobre cada uma dessas regiões, porém, é possível e necessária, e será a seguir realizada.

No contexto regional, a história da ocupação e formação do atual território da região onde se inserem os municípios da RH VIII pode ser contada a partir de três recortes sub-regionais. O primeiro deles resultou do processo desencadeado a partir da concessão de terras pela

Coroa Portuguesa em 1627, na região que compreende os atuais municípios de Macaé, Conceição de Macabu e Carapebus, em partes ao norte das regiões das Bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras, e Litorânea. O segundo resulta dos desdobramentos a partir do estabelecimento de uma colônia de imigrantes suíços, em 1820, no atual território de Nova Friburgo, influenciando a ocupação da região do Alto rio Macaé. Por fim, o terceiro refere-se ao território que hoje compreende os municípios de Casimiro de Abreu e Rio das Ostras, cuja história remonta ao princípio do século XVIII, com a fundação de uma freguesia em 1761, abrangendo a parte sul das regiões das Bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras, e Litorânea. A região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras localiza-se na zona intermediárias aos tipos de ocupação descritas, sendo influenciada por todas elas, de forma periférica.

Mais marcadamente, na Região do Alto Rio Macaé, o desenvolvimento foi impulsionado pela economia cafeeira no século XIX, e pela construção e pavimentação recente da Rodovia Serra Mar, no final do século XX, provocando significativo crescimento da ocupação territorial e das atividades ligadas ao turismo. As demais regiões, que tiveram suas economias por muito tempo alicerçadas na cadeia produtiva da cana-de-açúcar, passaram a experimentar profundas transformações a partir da década de 1970 com o início das atividades petrolíferas. Isto ocorreu especialmente nas Regiões Litorâneas e das Bacias dos baixos rio Macaé e das Ostras.

Macaé tornou-se o principal centro sub-regional da RH VIII, sendo polo para os municípios de Carapebus, Conceição de Macabu e Rio das Ostras. Nova Friburgo é outro importante centro sub-regional.

A população estimada da RH VIII em 2010 era de 299.664 habitantes, calculada a partir da população residente nos setores censitários interceptados por seus limites. Nada menos do que 291 mil pessoas, 97,1% de sua população, vivem nos municípios de Macaé e Rio das Ostras conforme mostra o Quadro 10.2, que reapresenta os dados exposto no item 3.2, relativo a população.

Quadro 10.2: População residente estimada e sua distribuição proporcional, por situação de domicílio, por município da RH VIII (2010)

Unidade Territorial	Total		Urbana		Rural	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Carapebus	292	0,1	-	-	292	1,8
Casimiro de Abreu	941	0,3	-	-	941	5,8
Conceição de Macabu	365	0,1	-	-	365	2,2
Macaé	185.334	61,8	181.532	64,1	3.802	23,4
Nova Friburgo	7.056	2,4	1.970	0,7	5.086	31,3
Rio das Ostras	105.676	35,3	99.905	35,3	5.771	35,5
Municípios da RH VIII	299.664	100,0	283.407	100,0	16.257	100,0

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2010.

Considerando somente os domicílios em situação urbana, a população estimada da RH VIII só não se restringe aos municípios de Macaé e Rio das Ostras, por conta de 1.970 moradores do perímetro urbano das vilas de Lumiar e de São Pedro da Serra, em Nova Friburgo. Por outro lado, ao ponderar os domicílios rurais, verifica-se que a população se distribui de forma mais proporcional ao porte populacional, isto é, Macaé, Rio das Ostras e Nova Friburgo concentram em torno de 90% da população, enquanto que em Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Carapebus estão 10%.

Enquanto que Macaé e Rios das Ostras possuem respectivamente 99,7% e 100% de sua população inserida na RH VIII, Nova Friburgo - segundo maior município em porte populacional - possui uma pequena população efetivamente inserida na região hidrográfica (3,9%), conforme apresentado no Quadro 10.3. Esta configuração resulta pelo fato de que a região hidrográfica intercepta apenas as sedes municipais dos dois primeiros municípios, formando um subespaço com elevado grau de urbanização.

Quadro 10.3: Percentual da população residente estimada sobre a população residente, por situação de domicílio, segundo municípios, e indicadores de urbanização na RH VIII (2010)

Unidade Territorial	% População estimada / População total			Grau de Urbanização	Sedes Municipais Inseridas
	Total	Urbana	Rural		
Carapebus	2,2	-	10,4	-	
Casimiro de Abreu	2,7	-	13,8	-	
Conceição de Macabu	1,7	-	12,7	-	
Macaé	89,7	89,5	98,3	97,95	1
Nova Friburgo	3,9	1,2	22,4	27,92	
Rio das Ostras	100,0	100,0	100,0	94,54	1
Municípios da RH VIII	53,1	54,6	36,2	94,57	2

Fonte: IBGE: Censo Demográfico 2010.

A riqueza gerada na região hidrográfica, assim como a população, está concentrada nos municípios de Macaé e Rio das Ostras, inseridas, portanto, nas regiões Litorânea e das Bacias dos baixos rio Macaé e das Ostras, que respondem por nada menos do que 73,7% do Produto Interno Bruto – PIB que alcançou R\$ 15,65 milhões em 2009 (Quadro 10.4). Nova Friburgo detém o terceiro maior PIB, mas cabe ressaltar que este município não possui sua sede inserida na região hidrográfica e, portanto, a polarização econômica ocorre de forma indireta e periférica. Na composição setorial do PIB, destaca-se o Setor Industrial com contribuição de 45,8% e o Setor de Serviços com 44,8%, sendo que a Administração Pública representa mais de um terço (34,4%) desse último.

Quadro 10.4: Composição do Produto Interno Bruto (PIB) na RH VIII (2009)

Unidade Territorial	Total		Agropec.	Indústria	Serviços	Impostos
	R\$	%	%	%	%	%
Carapebus	300.380	100,0	2,3	61,6	33,5	2,6
Casimiro de Abreu	1.001.155	100,0	0,7	65,8	30,5	3,0
Conceição de Macabu	175.653	100,0	3,6	10,8	80,5	5,1
Macaé	7.057.282	100,0	0,5	35,3	49,6	14,6
Nova Friburgo	2.638.733	100,0	1,7	15,0	75,5	7,7
Rio das Ostras	4.480.099	100,0	0,2	76,5	21,9	1,5
Municípios da RH VIII	15.653.302	100,0	0,7	45,8	44,8	8,6
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	353.878.136	100,0	0,4	22,4	62,3	14,8

Fonte: IBGE: PIB dos Municípios 2009. Nota: Percentuais dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro referem-se a participação da RH VIII em relação ao seu conjunto.

No que tange ao desenvolvimento humano, os municípios pertencentes a RH VIII apresentaram o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) de 0,744 em 2009, ficando pouco acima da média estadual que foi de 0,701 e classificaram-se como Desenvolvimento Moderado ($0,6 < \text{IFDM} \leq 0,8$), conforme Quadro 10.5. Em 2000 o desempenho da região hidrográfica foi bem mais modesto, com IFDM de 0,660, ou seja, na última década todos os municípios da RH VIII melhoraram seus indicadores sendo que Carapebus, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras também melhoraram seu desempenho em relação aos demais municípios fluminenses, com destaque para esse último que passou da 40ª posição para a 3ª posição no ranking estadual. Este dado, por ser agregado, não permite uma avaliação coerente no nível de distritos, principalmente em relação à Macaé e Nova Friburgo. A realidade dos distritos em termos de parâmetros básicos, como abastecimento de água e tratamento de esgoto e resíduos sólidos, por exemplo, não permitiria a obtenção de valores tão elevados para estes índices.

Quadro 10.5: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) na RH VIII e posição no ranking do Estado do RJ (2000-2009)

Unidade Territorial	2000			2009		
	IFDM	Posição no RJ	Posição na RH VIII	IFDM	Posição no RJ	Posição na RH VIII
Carapebus	0,574	79	6	0,688	49	4
Casimiro de Abreu	0,618	58	5	0,680	52	5
Conceição de Macabu	0,653	29	3	0,663	64	6
Macaé	0,781	1	1	0,827	4	2
Nova Friburgo	0,697	11	2	0,778	11	3
Rio das Ostras	0,637	40	4	0,829	3	1
Municípios da RH VIII	0,660	-	-	0,744	-	-
Municípios do Estado do Rio de Janeiro	0,636	-	-	0,701	-	-

Fonte: FIRJAN: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal 2000/2009.

10.4 Diagnóstico Temático Sintético da Região da Bacia do Alto Rio Macaé

A Região da Bacia do Alto Rio Macaé, espacializada na Figura 10.1, está caracterizada a seguir, por intermédio da síntese dos aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, de qualidade da água, relevo, pedologia e aptidão do solo, uso do solo e fitofisionomia vegetal.

10.4.1 Hidrologia

O relevo e a altitude são determinantes para a hidrologia regional. A alta pluviosidade decorre de chuvas orográficas, resultantes do relevo. A precipitação média anual nesta região é próxima de 2000 mm, podendo superar este valor em alguns postos pluviométricos.

Os meses mais chuvosos são Novembro, Dezembro e Janeiro, concentrando quase 50% da chuva total anual. Os meses menos chuvosos são Junho, Julho e Agosto, em que chove menos do que 10% do total anual.

Esta região é, também, a que apresenta a menor evapotranspiração potencial, em função das temperaturas mais baixas e da menor insolação.

A temperatura do ar é 4°C a 5°C mais baixa do que na região da planície, próxima ao litoral, em função da própria altitude. A insolação na região é cerca de 20% inferior a verificada na região do litoral, possivelmente em função da maior nebulosidade.

Em função da maior pluviosidade e menor evapotranspiração, esta região é, também, a que apresenta a maior geração de escoamento. As vazões médias específicas nas estações Macaé Galdinópolis e Bonito Piller, mais a montante na Bacia, são da ordem de 11,5 e 12,6 l/s/km², respectivamente.

A alta declividade, aliada também às características geológicas, faz com que esta região tenha forte tendência a gerar cheias intensas e rápidas. Ao longo dos vales estreitos o impacto destas cheias é relativamente pequeno, desde que não ocorram ocupações humanas. Entretanto, quando as águas atingem a região da planície, localizada a jusante, os impactos podem ser grandes, dependendo da ocupação das áreas mais baixas junto ao rio.

10.4.2 Hidrogeologia e Nascentes de Água

Do ponto de vista hidrogeológico esta região se caracteriza por um relevo bastante acidentado, com montanhas rochosas cobertas por um solo pouco espesso, que não permite a existência de aquíferos importantes na zona de alteração. O aquífero mais importante é constituído pelas rochas cristalinas fraturadas. Há a ocorrência de sedimentos holocênicos na calha do rio Macaé.

Ocorre uma grande quantidade de nascentes que estão situadas nas escarpas das montanhas e se constituem em uma importante fonte de abastecimento de água para a população residente na área rural. É normal se encontrar dois níveis de nascentes:

- Nascentes de contato, que são relacionadas à espessura do manto de alteração, e dependentes do regime pluviométrico; estas nascentes podem secar em períodos de estiagem prolongados; e
- Nascentes situadas em cotas mais baixas, relacionadas ao fraturamento das rochas, sendo fontes importantes de abastecimento para a população rural; mesmo em períodos de estiagem podem não ser afetadas.

Grande quantidade de sítios de lazer e hotéis e pousadas são abastecidos por meio de nascentes. Alguns hotéis e pousadas utilizam água dos cursos de água através de bombeamento diretamente para os reservatórios.

Algumas tentativas de perfuração de poços tipo “ponteira” na região se mostraram infrutíferas por não atingirem aquíferos ou quando bem sucedidos, as águas apresentaram qualidade ruim devido a problemas de ferro e turbidez.

Nesta região se faz necessário a realização de um inventário das nascentes, bem como os seus monitoramentos quali-quantitativo, como forma de conhecê-las e protegê-las.

10.4.3 Qualidade da Água

Em geral, a qualidade das águas do rio Macaé dentro desta região varia de boa a regular, sendo que alterações podem ser observadas em função da proximidade das áreas urbanas existentes: Lumiar, Cascata, e Barra do Sana, por exemplo. Nestas áreas, principalmente em função do parâmetro coliformes termotolerantes resultante da contaminação por esgotos domésticos, as águas apresentam valores de IQA regulares, podendo atender os limites de concentração da classe 3, e eventualmente da 4, da Resolução CONAMA nº 357/2005. No restante desta região as águas apresentam valores de IQAs bons e atendem aos limites de concentração das classes 1 a 2. Nas áreas das cabeceiras da bacia, isto ocorre em função da ausência de fontes de poluição, enquanto que a jusante das áreas urbanas, a qualidade das águas se recupera rapidamente, muito em função da capacidade de autodepuração, garantida pela reeração advinda do cascadeamento que ocorre em vários pontos ao longo dos cursos de água.

Não se tem informação sobre a qualidade do rio Sana, mas tendo percorrido a maior parte do seu curso, fica evidente que a mesma deve ser muito similar a do rio Macaé a montante do Sana, onde se supõe que a qualidade das águas deve apresentar contaminação nas áreas urbanas (Sana). Nos trechos da cabeceira, onde não existem fontes de poluição, e

nos trechos a uma certa distância a jusante das áreas urbanas, ajudado pelo processo de autodepuração (cascateamento do rio Sana), as águas devem apresentar características boas, podendo atender à classe 2.

As águas das nascentes, do ponto de vista de qualidade, de modo geral, são boas. A qualidade vai estar condicionada à localização das mesmas e, naquelas nascentes influenciadas por zonas com solo exposto, poderão ocorrer problemas com relação a turbidez, presença de ferro e manganês em concentrações acima dos limites de potabilidade, bem como, poderá ocorrer contaminação proveniente de atividades agrícolas e domésticas realizadas na área de montante das mesmas. Nas nascentes relacionadas ao fraturamento das rochas, a qualidade das águas é boa.

10.4.4 Relevo

Nesta região, destacam-se as condições de relevo fortemente ondulado (declividades entre 20 e 45%) e montanhoso (declividades entre 45 e 74%), com 45% e 36% da área, conforme mostra o gráfico da Figura 10.2. As declividades das encostas na região chegam a valores de 210%, com um valor médio de 43%, com altimetria variando entre 85 e 1980 metros. Este tipo de condição indica que a área apresenta forte suscetibilidade topográfica a processos erosivos, tendo sido observada a ocorrência de ravinas nas áreas com reduzida cobertura vegetal e ausência de práticas conservacionistas e movimentos de massa associadas a eventos de chuvas intensas ou prolongadas.

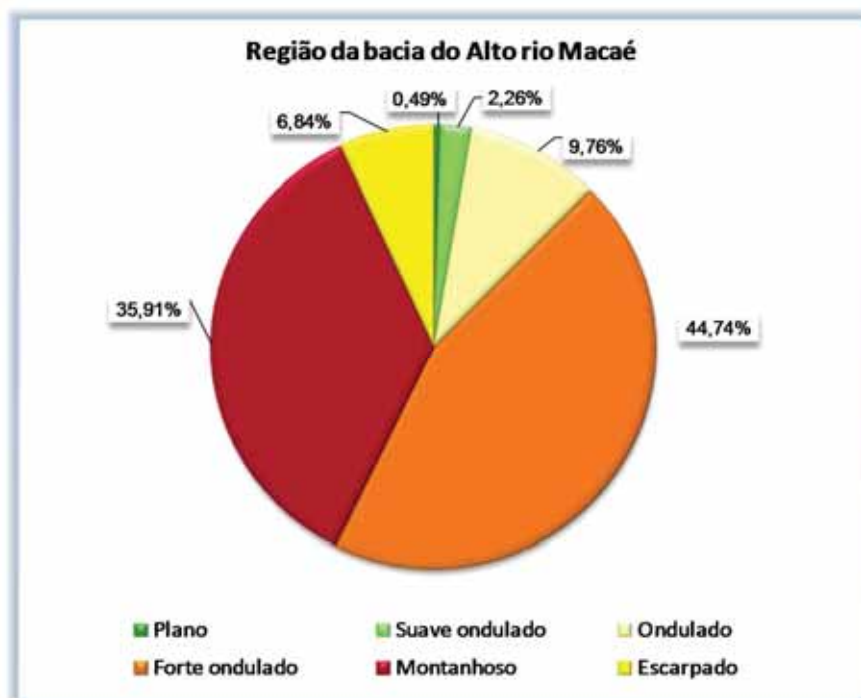


Figura10.3: Condições de relevo da região da bacia do Alto rio Macaé

10.4.5 Pedologia e Aptidão de Uso do Solo

Predomina nesta região a unidade pedológica Cambissolo Háptico - CX (79% da área), seguida das unidades Neossolo Litólico - RL e Latossolo Vermelho Amarelo - LVA (10% e 7% da área, respectivamente), como é possível visualizar na Figura 10.4.

Quanto à capacidade de uso, os Cambissolos Hápticos caracterizam-se por apresentarem uma aptidão regular a implantação de pastagem e silvicultura (classes 4p e 5s de aptidão - Figura 10.5). São solos que apresentam normalmente um grau de erodibilidade alto, embora os estudos apresentados para região tenham estimado um valor moderado.

Os Neossolos Litólicos, por serem muito rasos, são solos com uma tolerância à erosão muito baixa devido à alta suscetibilidade de perda de solos. São solos com aptidão para uso como áreas de preservação (classe 6 de aptidão - Figura 10.5).

Os Latossolos presentes nesta área concentram-se junto aos talvegues, com uma suscetibilidade à erosão hídrica entre baixa e moderada, dependendo das condições de relevo e uso da terra. São solos com aptidão regular para lavouras (classes 2(b)c, 2abc e 3(bc) de aptidão - Figura 10.5).

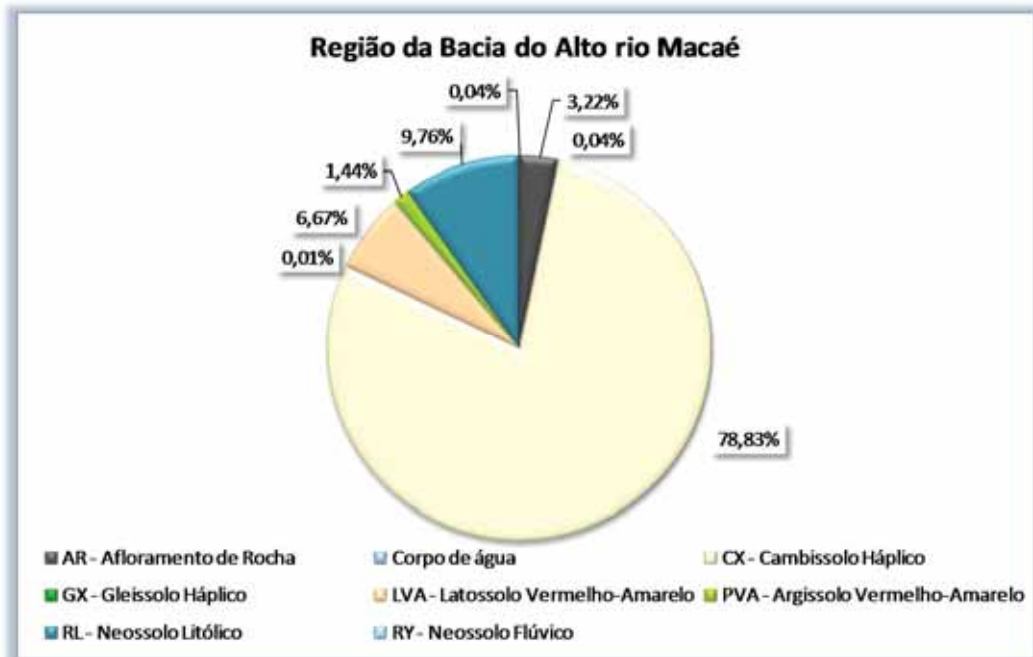


Figura 10.4: Unidades pedológicas da região da bacia do Alto rio Macaé

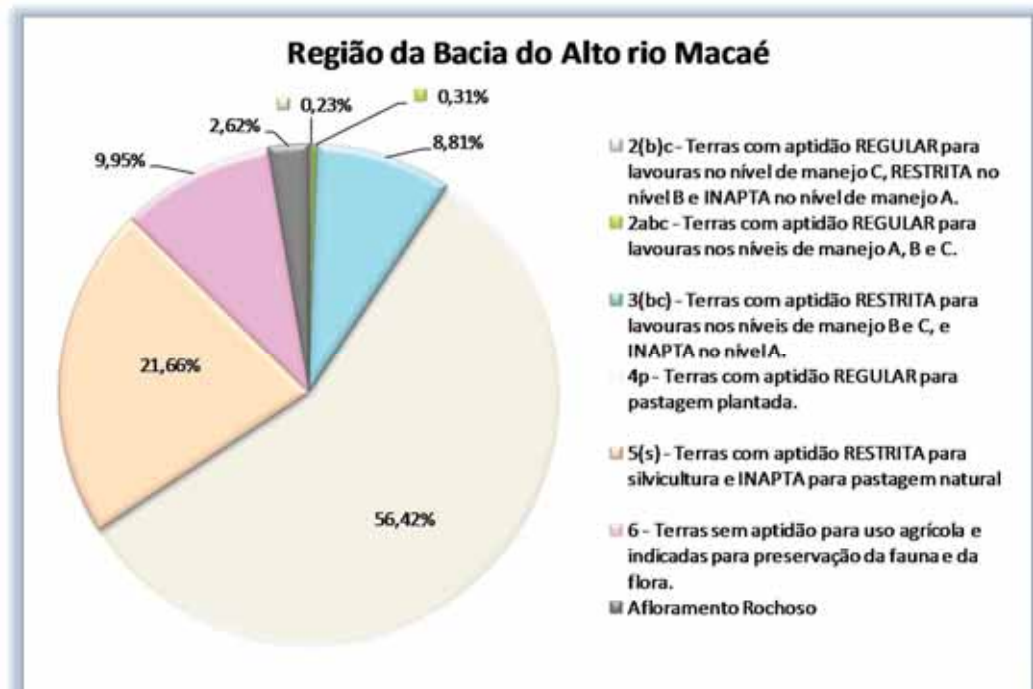


Figura 10.5: Classes de aptidão de uso do solo da região da bacia do Alto rio Macaé

10.4.6 Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal

A região da bacia do Alto rio Macaé é a que apresenta o maior grau de cobertura vegetal nativa entre todas as consideradas. Estima-se que 72% da sua área estão cobertos por Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Submontana (Figura 10.6). Outra cobertura significativa na região são as áreas de pastagens, situadas nos vales e encostas de menor declividade (26% da área de análise).

Como já foi visto, esta região apresenta um relevo acentuado, com grandes declividades, solos com erodibilidade alta, além de apresentar o maior índice de pluviosidade da RHVIII. Estas características fazem com que esta região apresente o maior potencial de perda do solo por erosão hídrica, desde erosão laminar até movimentos de massa. A relativa estabilidade deste frágil cenário se deve fortemente a significativa presença da cobertura de florestas nesta região.

As lavouras observadas na região, com forte tradição na produção de hortigranjeiros e frutas, ocupam pequenas áreas principalmente junto às drenagens. Por vezes, estão em situação de declividade compatível apenas com o trabalho manual ou com uso de pequenos tratores. Não são observadas práticas conservacionistas básicas, como terraceamento, cordões vegetados ou *mulching*. Essas lavouras podem gerar processos erosivos localizados, mas a sua conversão para adoção de práticas conservacionistas intensivas dependerá de criação de um ambiente propício de negociação, que envolverá certamente a reestruturação do serviço de assistência técnica e extensão rural. É, por isso, a região preferencial para receber ações do tipo *produtor de água* e Pagamento por Serviços Ambientais - PSA.

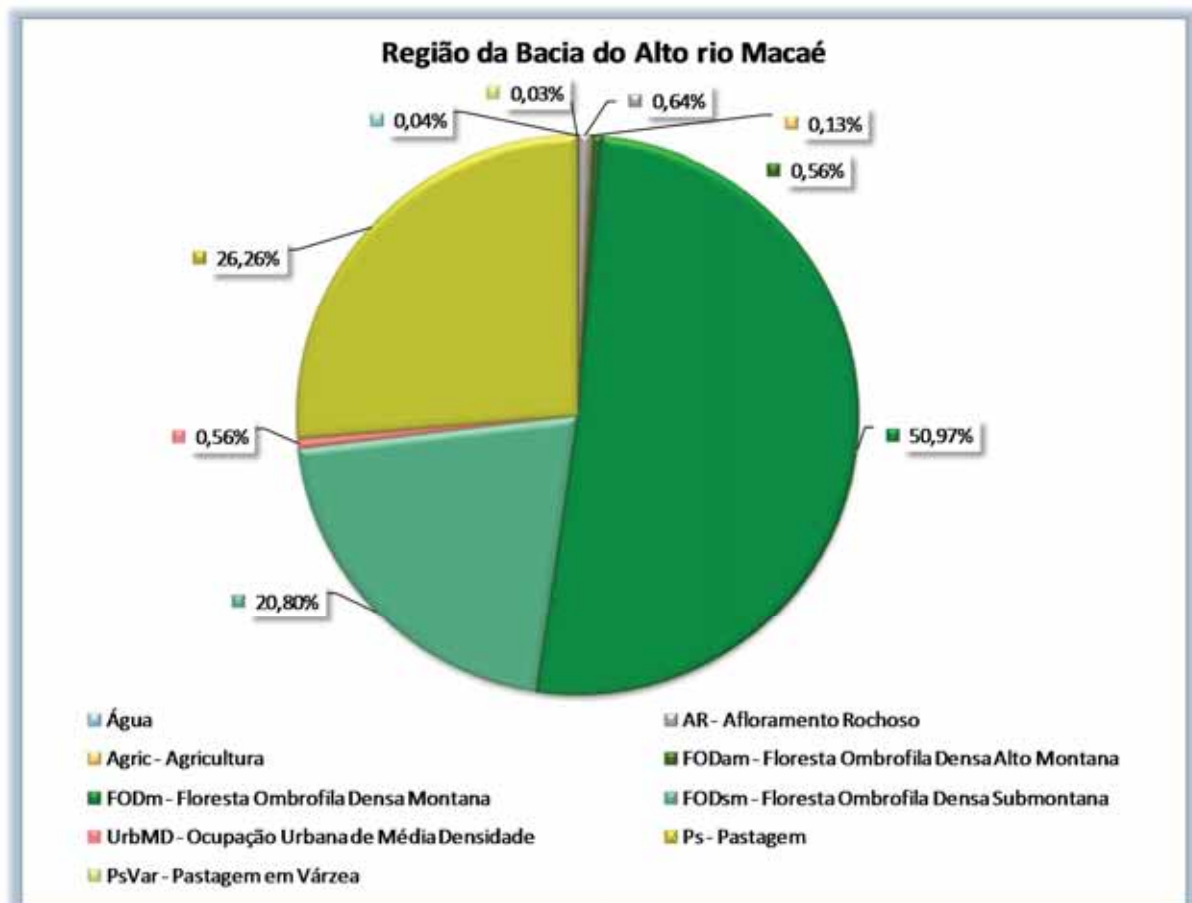


Figura 10.6: Uso e cobertura vegetal da região da bacia do Alto rio Macaé

10.5 Diagnóstico Temático Sintético da Região das Bacias do Médio e Baixo Macaé e Alto Rio das Ostras

A Região do Médio e Baixo Rio Macaé, espacializada na Figura 10.1, está caracterizada a seguir, por intermédio da síntese dos aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, de qualidade da água, relevo, pedologia e aptidão do solo, uso do solo e fitofisionomia vegetal.

10.5.1 Hidrologia

Em termos hidrológicos esta é uma região de transição entre a região mais montanhosa do Alto Macaé, e o litoral propriamente dito. Nela, os vales dos rios começam a se alargar, e a declividade do leito diminui. A precipitação média anual é inferior à verificada na parte alta da bacia, ficando na faixa de 1400 a 1600 mm por ano. A distribuição pluviométrica ao longo do ano é semelhante à verificada na parte alta da bacia, com os meses mais chuvosos Novembro, Dezembro e Janeiro concentrando 45% da chuva total anual, e os meses menos chuvosos Junho, Julho e Agosto com 8% da chuva total anual.

Não há dados adequados para uma estimativa exata das vazões médias específicas na região do Médio e Baixo Macaé, em função da ausência de postos fluviométricos nesta região. Com base em resultados de modelagem hidrológica, as vazões médias específicas nesta região são inferiores às vazões verificadas na região do Alto Macaé. A estimativa é que as vazões médias específicas no médio Macaé variem na faixa de pouco menos de 6 a pouco mais de 7 l/s/km². Esses são resultados da modelagem matemática do processo de transformação de chuva em vazão e não levam em conta a transposição de bacia existente, da bacia do Rio Macabu, via rio São Pedro.

10.5.2 Hidrogeologia e Nascentes de Água

Do ponto de vista hidrogeológico as bacias situadas no Médio e Baixo Macaé e no Alto rio das Ostras se caracterizam por apresentar um relevo alternado entre acidentado e pouco acidentado, relacionado às rochas cristalinas fraturadas e, também, um relevo relacionado aos depósitos de tálus que podem se constituir em aquíferos e em áreas de recarga para o aquífero cristalino. Há a ocorrência de sedimentos holocênicos nas margens do rio Macaé, que podem se caracterizar como um aquífero.

Nesta região, a utilização de água subterrânea de nascentes, poços tipo ponteira, cacimbas e poços tubulares profundos em propriedades particulares é grande. A disponibilidade de água nesta região está condicionada à espessura do manto de alteração, que se constitui em um aquífero importante e as rochas cristalinas fraturadas que estão sotopostas a este manto.

10.5.3 Qualidade da Água

A qualidade das águas do rio Macaé muda ao entrar nesta região, basicamente em função do rareamento de núcleos urbanos, e da intensificação do uso agropecuário, inclusive com ocupação das margens do rio, com a conseqüente remoção da mata ciliar. Diminuem em muito as evidências de contaminação por esgoto doméstico (coliformes termotolerantes e DBO) e aumentam bastante a turbidez, cor, sólidos suspensos, algumas formas de nitrogênio e fósforo, evidenciando os usos do solo para agropecuária. Existem indicativos não conclusivos, mas bastante prováveis, da contaminação por pesticidas. Em termos de IQA, as águas desta região aparecem como regulares, atendendo aos limites das classes 2 e 3 do CONAMA.

É nesta região que ocorrem abstrações importantes de água, tanto para abastecimento humano (Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé), quanto para uso industrial (termoelétricas e indústria petrolífera). Também ocorrem os conseqüentes lançamentos de efluentes das UTEs, cujo monitoramento indica que não causam maiores problemas para a qualidade das águas. Existem alguns registros do aparecimento eventual de metais pesados no ponto de monitoramento do INEA denominado MC002, no rio Macaé. No caso da

Petrobras, o lançamento dos seus efluentes é feito diretamente no mar, em Macaé, portanto não impactando diretamente o rio Macaé.

Deve-se ressaltar que, quase no final desta região, o rio Macaé recebe o rio São Pedro, cujas águas são também provenientes de transposição da bacia do rio Macabu. Ao longo do São Pedro, além de reservações para geração de energia (desativadas no momento), suas águas também são usadas para a diluição de efluentes das vilas de Glicério e Frade, principalmente.

Em relação ao médio Ostras, existe pouca informação sobre a qualidade das águas. A partir das campanhas de campo, um ponto no rio das Ostras dentro desta região homogênea, a montante da área urbana da cidade de Rio das Ostras, foi amostrado. Resultou num IQA regular, que atende aos limites da classe 3 do CONAMA 357/2005, causados pelo baixo valor do oxigênio dissolvido observado. Tirando OD, este ponto poderia atender à classe 2. Em um primeiro momento, pode-se inferir que a influência da área urbana ainda não se faz sentir.

A qualidade das águas subterrâneas nesta região (e em qualquer outra) está condicionada ao tipo de aquífero. As águas subterrâneas do manto de alteração e dos depósitos de tálus podem apresentar teores de ferro e manganês acima do permitido para consumo humano, bem como problemas com relação à turbidez, tornando a água imprópria para consumo humano. As águas das nascentes apresentam uma qualidade boa, sendo as mais utilizadas para abastecimento. As águas subterrâneas do aquífero fraturado apresentam qualidade boa, podendo em alguns locais apresentar algum teor de ferro e sólidos dissolvidos acima do permitido.

As águas subterrâneas do aquífero sedimentar próximo ao rio Macaé pode apresentar qualidade ruim devido à intrusão salina que ocorre através do rio até esta região. Os poços próximos ao rio podem, através de bombeamento, captar esta água de baixa qualidade.

10.5.4 Relevo

A análise da topografia desta região indica uma maior heterogeneidade de condições de relevo (Figura 10.7), indicando a presença de dois domínios. Embora prevaleçam as condições de relevo entre plano, suave ondulado e ondulado (67% da área da região), ocorrem áreas bem definidas com relevo forte ondulado e montanhoso (33%).

As declividades das encostas na região chegam a valores de 147%, com um valor médio de 16%, com altimetria variando entre 20 e 600 metros.

Os valores de declividade encontrados nas regiões mais íngremes poderão estar associados a problemas de erosão laminar e ravinamento, quando associadas a solos com valores de erodibilidade altos e práticas conservacionistas inadequadas. Nas áreas planas, observa-se a predisposição a processos de assoreamento dos cursos de água, com os sedimentos erodidos nas regiões a montante com maior declividade.

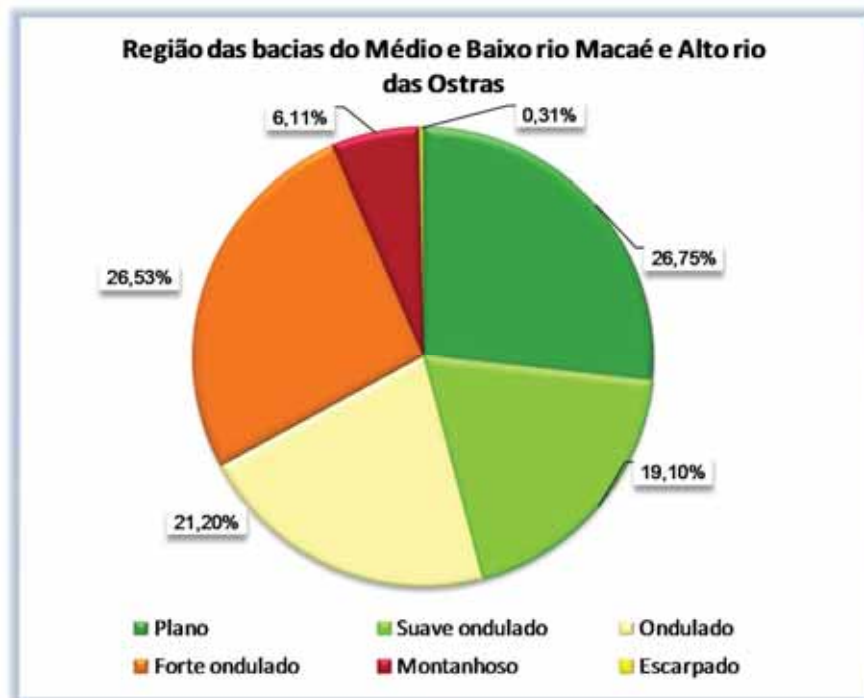


Figura 10.7: Condições de relevo da região das bacias da região do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras

10.5.5 Pedologia e Aptidão de Uso do Solo

Como já foi visto na análise das características de relevo, trata-se de uma área de transição, com características localizadas de terras altas e de terras baixas, também com relação à pedologia (Figura 10.8). A unidade pedológica associada às terras altas que apresentou predominância foram os solos Argissolo Vermelho Amarelos – PVA (31% da área de análise). Nesta região, estes solos estão associados às classes 3(bc) e 5(s) do mapa de aptidão, com indicação a uso restrito de lavouras e silvicultura (Figura 10.9). Quanto à erodibilidade, estes solos apresentam uma suscetibilidade alta, associada às condições de relevo existentes.

As unidades pedológicas Latossolo Vermelho Amarelo - LVA e Gleissolo Háptico – GX, ocorrem nos compartimentos de terras baixas (36% e 15% da área). Estes solos estão associados às classes de aptidão 2abc e 3(bc) para os solos LVA e 2(b)c para os solos GX, o que indica uma aptidão regular a restrita para lavouras (Figura 10.9).

Os solos LVA apresentam uma erodibilidade baixa a moderada, enquanto os solos GX apresentam uma erodibilidade alta. No entanto, esta última unidade, normalmente, está associada a relevos planos, o que reduz o potencial de erosão laminar, desde que as práticas de manejo sejam adequadas.

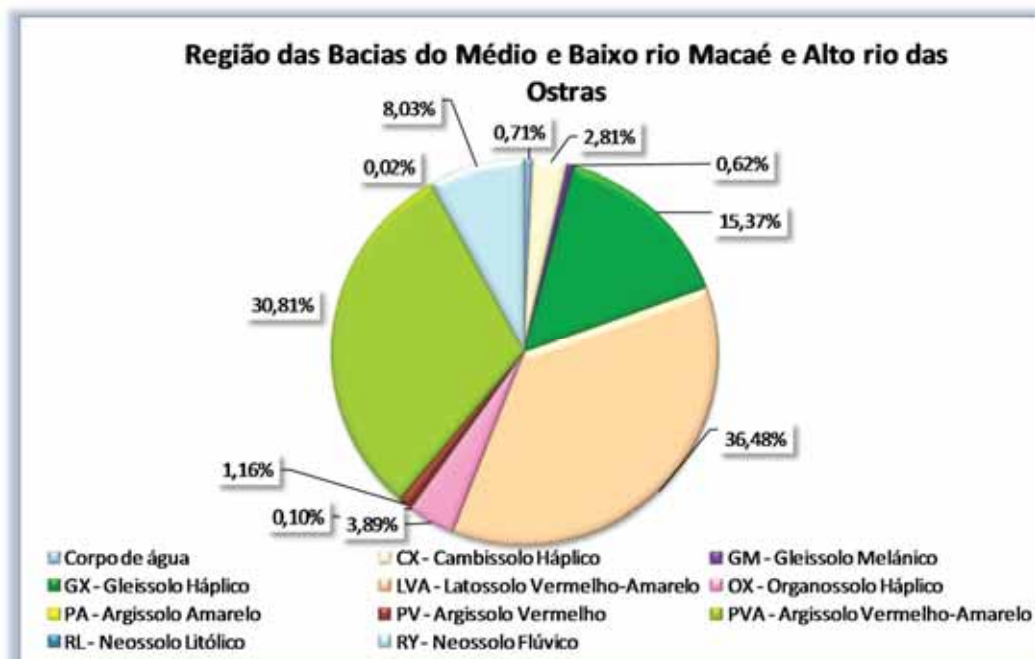


Figura 10.8: Unidades pedológicas da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras

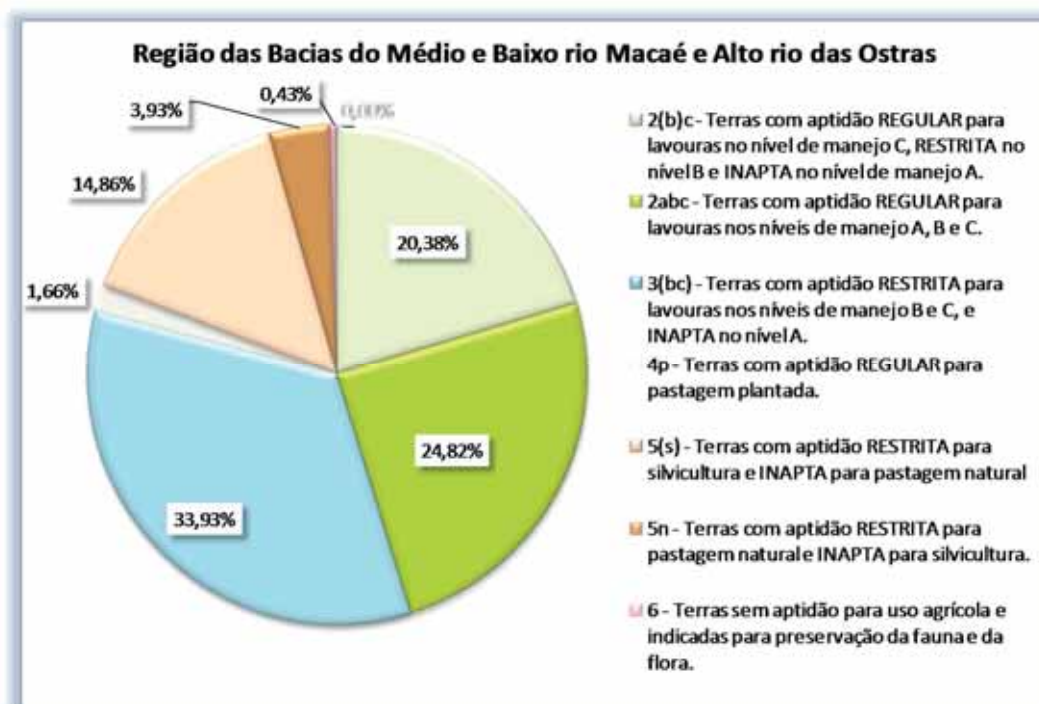


Figura 10.9: Classes de aptidão de uso do solo da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras

10.5.6 Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal

As coberturas predominantes desta região (Figura 10.10) são as pastagens (64% da área de análise). Junto às planícies de inundação ocorrem as pastagens de várzea (16% da área de análise). Nas áreas de relevo mais íngreme existem remanescentes de floresta ombrófila densa, totalizando aproximadamente 19% da área. Estes remanescentes localizam-se em áreas com solos erodíveis e são atenuadores de processos de degradação por erosão hídrica.

Áreas erodidas são facilmente localizadas a campo quando cobertas por pastagens e sujeitas a um pastoreio excessivo. Neste caso, o responsável pela erosão é o uso dado a pastagem, pois a cobertura vegetal observada aparenta ser suficiente para conter processos erosivos mais significativos. A divisão dos rebanhos municipais pela área das pastagens resulta em lotações próximas de 1 cabeça por hectare, o que é elevado para as características destes solos.

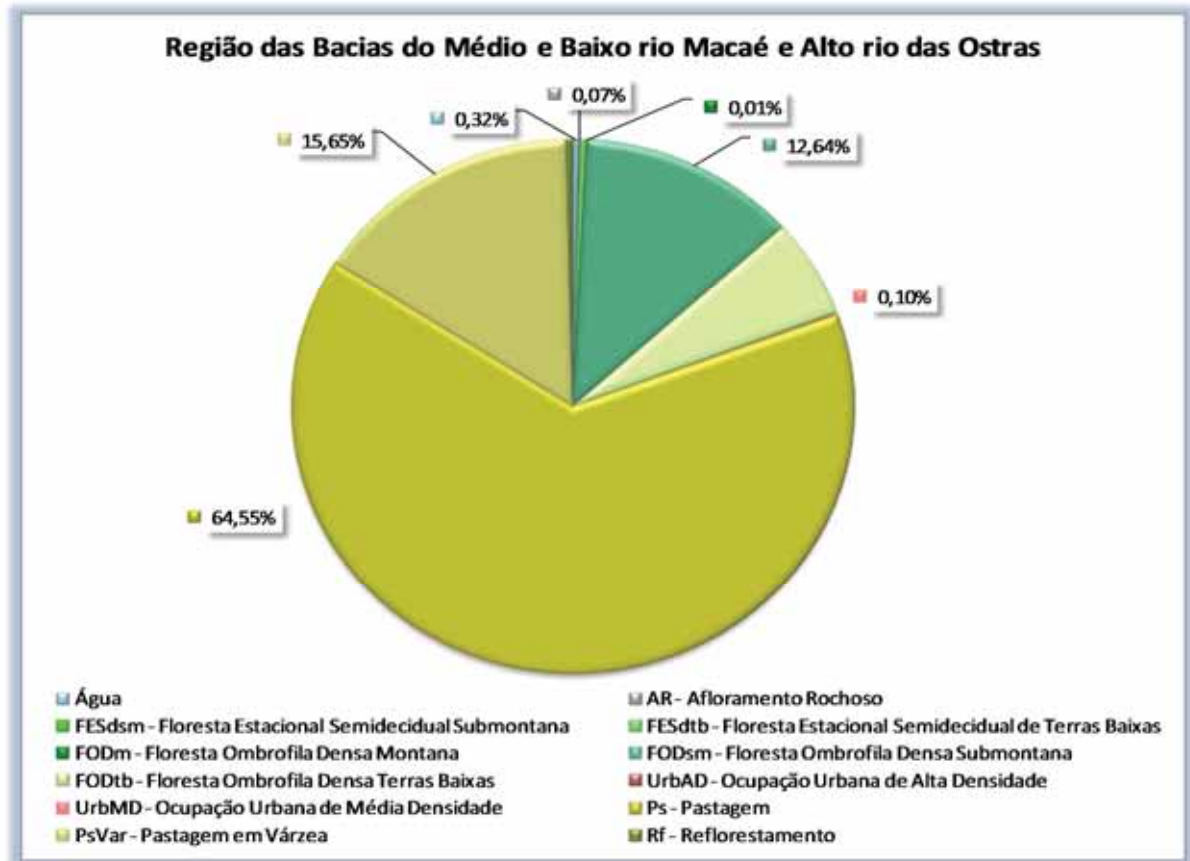


Figura 10.10: Uso e cobertura vegetal da região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto

10.6 Diagnóstico Temático Sintético da Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras

A Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras, espacializada na Figura 10.1, está caracterizada a seguir, por intermédio da síntese dos aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, de qualidade da água, relevo, pedologia e aptidão do solo, uso do solo e fitofisionomia vegetal.

10.6.1 Hidrologia

Hidrologicamente, esta região se assemelha à Região das Bacias do Médio e Baixo Macaé e Alto rio das Ostras, embora os principais corpos hídricos apresentem declividade mais reduzida. A falta de uma rede hidrométrica com observações de mais longo prazo impede o estabelecimento de contraste com esta região mais acima na bacia.

10.6.2 Hidrogeologia

Do ponto de vista hidrogeológico, esta região se caracteriza pela ocorrência de rochas cristalinas sotopostas a uma cobertura sedimentar proveniente da alteração das rochas cristalinas e sedimentos holocênicos, principalmente na calha do rio Macaé.

Esta área é bastante urbanizada e tem, também, uma ocupação industrial importante. A captação de água nesta área é em sua maior parte, subterrânea. Este fato faz com que esta região seja vulnerável e mereça uma atenção especial, principalmente sob o ponto de vista dos efluentes domésticos e industriais.

No aquífero fraturado, sotoposto aos sedimentos de cobertura, a existência de poços tubulares profundos bombeando água subterrânea sem controle, poderão provocar a contaminação das mesmas e até mesmo deplecionar o nível piezométrico regional. A aplicação da outorga de poços nesta área é fundamental, assim como, um sistema de monitoramento.

10.6.3 Qualidade da Água

Em geral, esta região pode ser descrita como uma zona de transição entre o continente e o mar, caracterizada por águas salobras (30 ‰ > salinidade > 0,5 ‰), cuja salinidade em cada ponto varia de hora a hora, em função do embate entre maré (alta e baixa) e vazão fluvial (cheia ou estiagem). Também, o efeito da intensa urbanização se faz notar na qualidade de água.

No baixo Macaé, depois da mistura das suas águas com as do rio São Pedro, ocorrida ao final desta região, mantém-se a turbidez e cor altas, resultado dos processos já examinados de montante (uso agropecuário). Aumentam sólidos totais e condutividade, resultado da crescente influência marinha. Em função da urbanização e da falta de saneamento, aumentam, significativamente, as concentrações de coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal, com uma diminuição expressiva dos valores de OD. Desta forma, as águas do Macaé nesta região caracterizam-se por, na maioria das vezes, não atender os limites de Classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

O mesmo ocorre com o baixo rio das Ostras: águas salobras, de baixa qualidade, resultado da urbanização sem saneamento adequado.

Pertence a esta região a parte alta da bacia da lagoa de Imboacica. Neste caso, a influência do mar é menor, fazendo com que a rede de drenagem apresente águas caracterizadas como doces (salinidade < 0,5‰). Estas águas apresentam características boas em termos de IQA, baixa turbidez, cor e sólidos totais. Isto é explicado por esta região de nascente ser rural.

Quanto à qualidade, as águas subterrâneas podem apresentar algum problema relacionado a teores de ferro, principalmente no aquífero sedimentar e problemas de salinidade provocado pela intrusão salina através do rio Macaé. Existe também a contaminação por esgoto doméstico detectado através do teor de nitrato acima do permitido.

10.6.4 Relevo

Nesta região prevalecem as condições de relevo plano e suave ondulado em 63% e 16% da área da região, respectivamente. As declividades das encostas na região chegam a valores de 67%, com um valor médio de 5%, com altimetria variando entre 10 e 170 metros.

Prevalecem processos hidrossedimentológicos de deposição de sedimentos nas planícies aluviais e rede de drenagem. No entanto, o mau uso em solos frágeis poderá provocar perdas por erosão laminar em áreas de solos mais erodíveis e/ou com relevo mais íngreme.

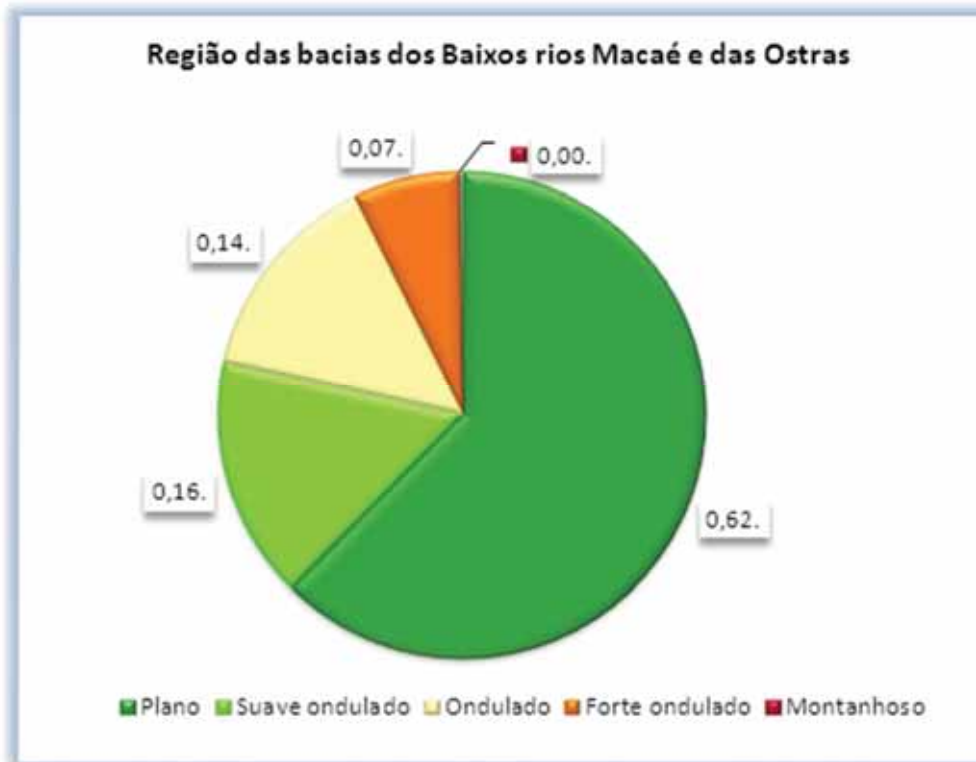


Figura 10.11: Condições de relevo da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras

10.6.5 Pedologia e Aptidão de Uso do Solo

As unidades pedológicas predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo – PVA e os Gleissolos Háplicos – GX (58% e 33% da área, respectivamente - Figura 10.12). Neste contexto de relevo, são solos que apresentam aptidão regular e restrita à implantação de lavouras (classes 2(b)c, 2abc e 3(bc) - Figura 10.13). Da mesma forma que na região das bacias do Médio e Baixo rio Macaé e Alto rio das Ostras, os solos GX apresentam um potencial à erosão hídrica baixo, devido às condições de relevo, desde que as práticas conservacionistas sejam adequadas.

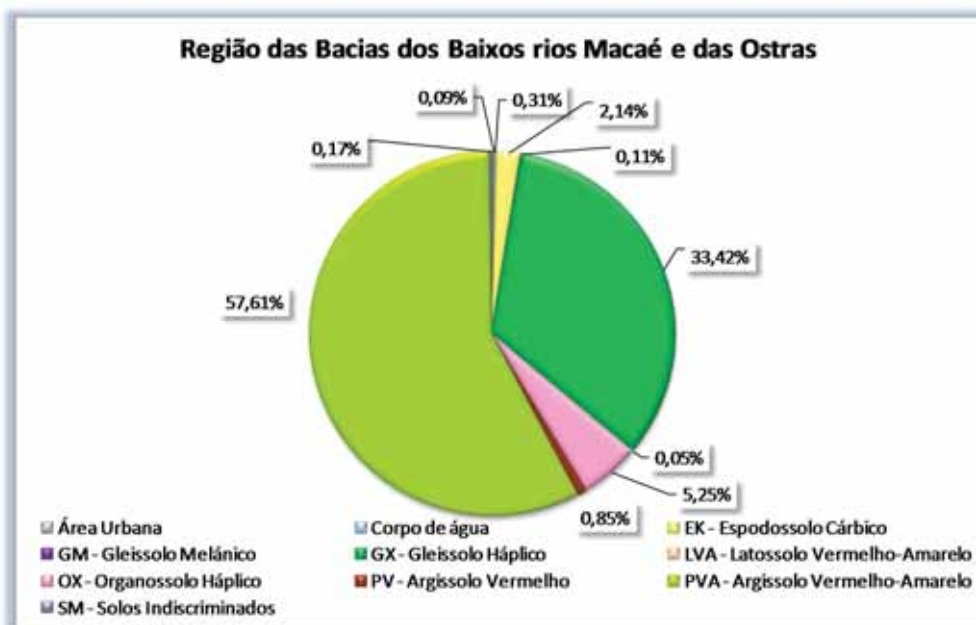


Figura 10.12: Unidades pedológicas da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras

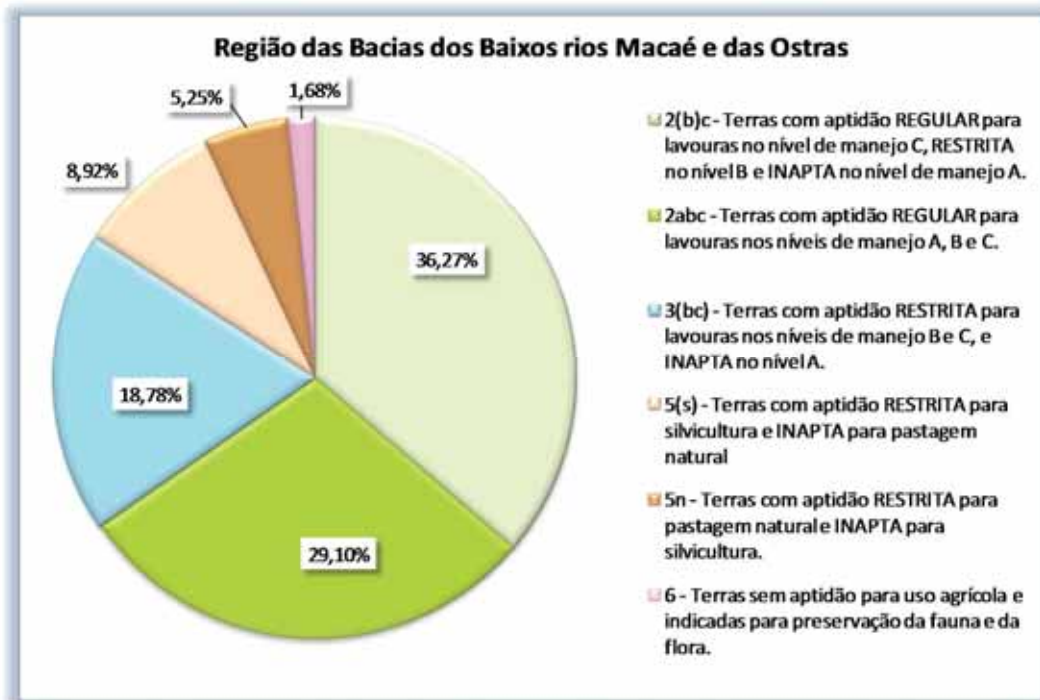


Figura 10.13: Classes de aptidão de uso do solo da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras

10.6.6 Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal

À medida que as unidades de relevo mais suaves se fazem mais presentes, observa-se o incremento na predominância de cobertura do solo com pastagens (75% da área) e de áreas úmidas (9% da área). As áreas de pastagem, eventualmente, são utilizadas para fins de lavoura (Figura 10.14:).

Trata-se de uma região com um grau de antropização superior as duas anteriores, onde além do uso agrícola e da pecuária, 10% da sua área apresentam uma cobertura de uso urbano de média densidade

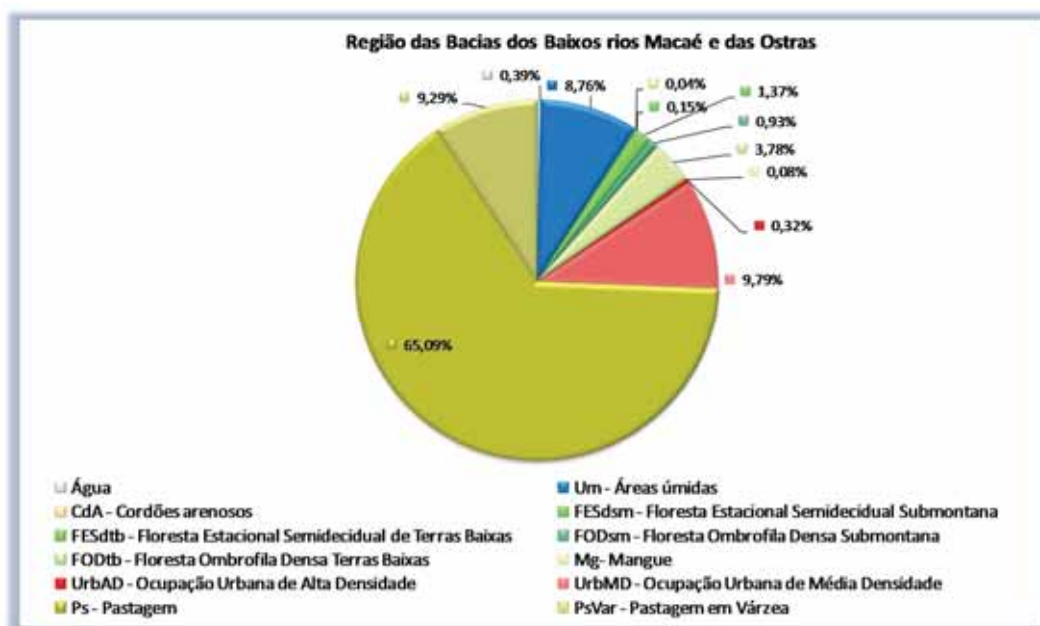


Figura 10.14: Uso e cobertura vegetal da região das bacias dos Baixos rios Macaé e das Ostras

10.7 Diagnóstico Temático Sintético da Região Litorânea

O diagnóstico sintético da Região Litorânea está apresentado a seguir, com a abordagem dos seguintes temas: hidrologia, hidrogeologia, pedologia e aptidão agrícola, uso e ocupação e fitofisionomia.

10.7.1 Hidrologia

A hidrologia da região litorânea é condicionada pelo relevo, muito menos pronunciado do que na região do Alto Macaé, e pelas características geológicas, substancialmente diferentes. Além disso, a região litorânea recebe menos chuvas, em média, ao longo do ano, com valores inferiores a 1200 mm. A evapotranspiração potencial também é mais alta, em função das temperaturas mais altas e da maior insolação.

Não existem dados adequados para uma estimativa mais precisa das vazões médias específicas. Com base em resultados de modelagem hidrológica, ela é estimada em pouco menos de 5 l/s/km², sem considerar a transposição de vazões via rio São Pedro.

10.7.2 Hidrogeologia

Esta região, do ponto de vista hidrogeológico, caracteriza-se pelo predomínio de sedimentos holocênicos sobrepostos às rochas cristalinas fraturadas. É uma zona extremamente delicada sob o ponto de vista da vulnerabilidade à intrusão da cunha salina através do aquífero.

A captação de água subterrânea por meio de poços tubulares e do tipo ponteira é muito grande. A maior parte das residências e hotéis existentes na orla (Macaé, Rio das Ostras e Lagoa de Imboacica) adota esta alternativa de abastecimento. Os hotéis e pousadas utilizam a captação de água subterrânea em uma segunda rede, para banheiros. A água tratada é fornecida pela Concessionária de Abastecimento Público de Água de Macaé e serve para banho, consumo e abastecimento de piscinas.

10.7.3 Qualidade da Água

Esta região é caracterizada pela predominância de águas salinas, sejam elas nos rios que chegam à foz no mar - Macaé e rio das Ostras-, ou nas lagoas litorâneas - Imboacica e Iriry.

Tanto no caso do rio Macaé, como no do rio das Ostras, o quadro geral é o mesmo: sólidos totais e condutividade altos, como evidência da mistura com água do mar (salinidade > 30 ‰); e sinais claros de contaminação por esgoto doméstico, conforme comprovado pelos valores altos de coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal, fósforo total, e, conseqüentemente, resultando nos valores baixos observados de OD. Estas condições levam ao não atendimento aos padrões da classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 referente às águas salinas, para ambos os rios, principalmente por causa das altas concentrações de coliformes termotolerantes

A bacia da lagoa de Imboacica apresenta duas zonas diferentes: a drenagem que deságua na lagoa, e a lagoa em si. Esta drenagem, pelo estudo realizado apresenta suas águas como doces, que demonstram em alguns pontos contaminação intensa por atividades antrópicas (esgoto doméstico e industrial, turbidez, etc.), o que resultam em IQAs ruins e não atendimento à classe 3 da Resolução CONAMA 357/2005 referente a águas doces.

No caso das águas da lagoa em si, os dados do monitoramento do INEA permitem caracterizá-las como salobras. Elas atendem às classes 1 e 2 da Resolução CONAMA 357/2005 referentes às águas salobras, preponderantemente por causa dos coliformes termotolerantes. No caso do OD, para as determinações constantes do banco de dados do INEA e para as amostragens realizadas para este diagnóstico em 2012 e 2013, o mesmo recuperou-se dentro da lagoa, chegando a valores próximos da saturação. Lembrar que o estudo da drenagem que deságua nesta lagoa, apresentou valores muito baixos de OD.

Os dados da 2ª e 3ª campanhas, indicaram para o rio Iriry apresentou características de classe 2 (águas doces) e de classe 3 (águas doces), em função dos parâmetros cor, OD, cádmio total e coliformes; os demais pontos estudados ficaram com parâmetros fora dos padrões até mesmo para classe 3 (águas salobras),

Na Lagoa do Iriry, considerando a visita a área, pode-se inferir que, apesar da intensa urbanização presente, em função da existência de área de preservação ambiental que abrange a drenagem principal afluyente à lagoa, a qualidade das suas águas são preservadas. Lembrar que a balneabilidade da mesma é verificada rotineiramente pelo INEA.

A qualidade das águas captadas nos poços é péssima, apresentando uma cor amarelada devido ao teor de ferro, não servindo para consumo humano. Em alguns pontos, a água, além a presença de ferro, em concentração acima dos limites permitidos, apresenta turbidez, cor e odor. Outro problema detectado nesta zona litorânea é a contaminação por esgoto doméstico. Muitos dos poços já apresentam teores de nitrato acima do permitido, indicando algum tipo de contaminação orgânica.

As águas subterrâneas nesta zona já estão sendo afetadas pela intrusão salina devido ao bombeamento de poços de maneira exagerada, sem controle. Nesta área deverão ser adotadas medidas que permitam um maior controle sobre as captações de água subterrânea.

10.7.4 Relevo

Como seria de se esperar, nesta região prevalecem às condições de relevo plano (83% da área da região). As declividades das encostas na região chegam a valores de 45%, com um valor médio de 2%, com altimetria variando entre 0 e 70 metros.

Prevalecem processos hidrossedimentológicos de deposição de sedimentos nas planícies aluviais, rede de drenagem e lagoas. No entanto, o mau uso do solo em solos frágeis, poderá provocar perdas por erosão laminar e conseqüente assoreamento dos pontos a jusante, especialmente lagoas e rede de drenagem.

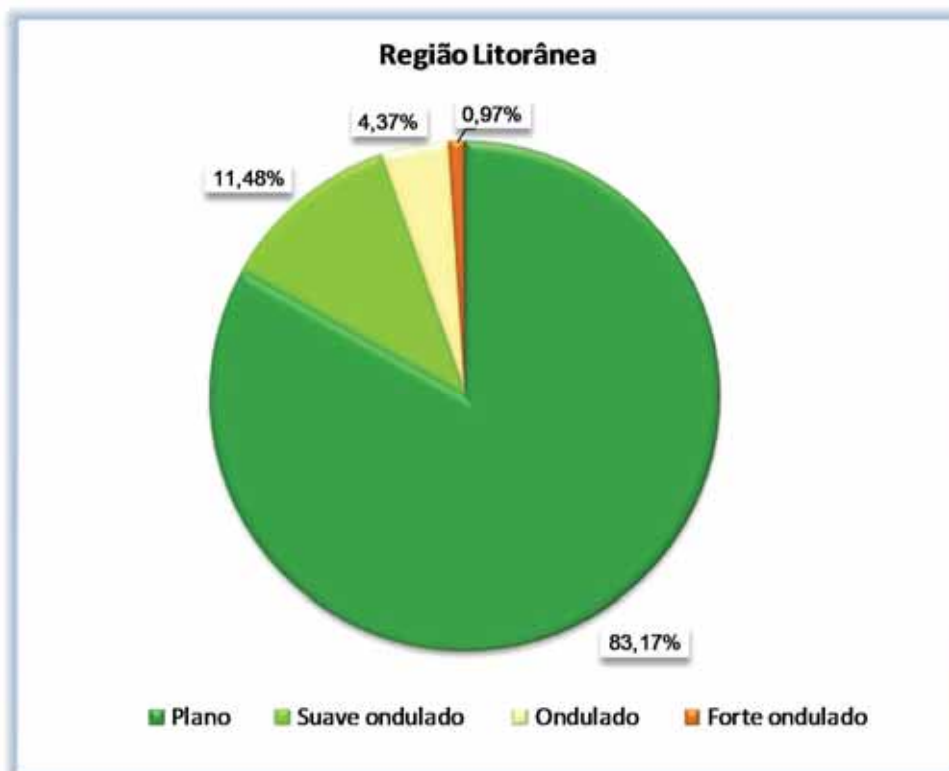


Figura 10.15: Condições de relevo da região Litorânea

10.7.5 Pedologia e Aptidão de Uso do Solo

As unidades pedológicas predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo – PVA, os Gleissolos Hápticos – GX e Espodosolo Cárbico - *EK* (32%, 28% e 28% da área respectivamente - Figura 10.16:). Neste contexto de relevo, as duas primeiras unidade de solo apresentam aptidão regular e restrita a implantação de lavouras (classes 2(b)c, 2abc e 3(bc)) enquanto a maior parte dos solos EK encontram-se em um contexto geográfico sem aptidão agrícola, sendo indicados para áreas de preservação (classe 6). As proporções das classes de aptidão nesta área de análise integrada são apresentadas na Figura 10.17: .

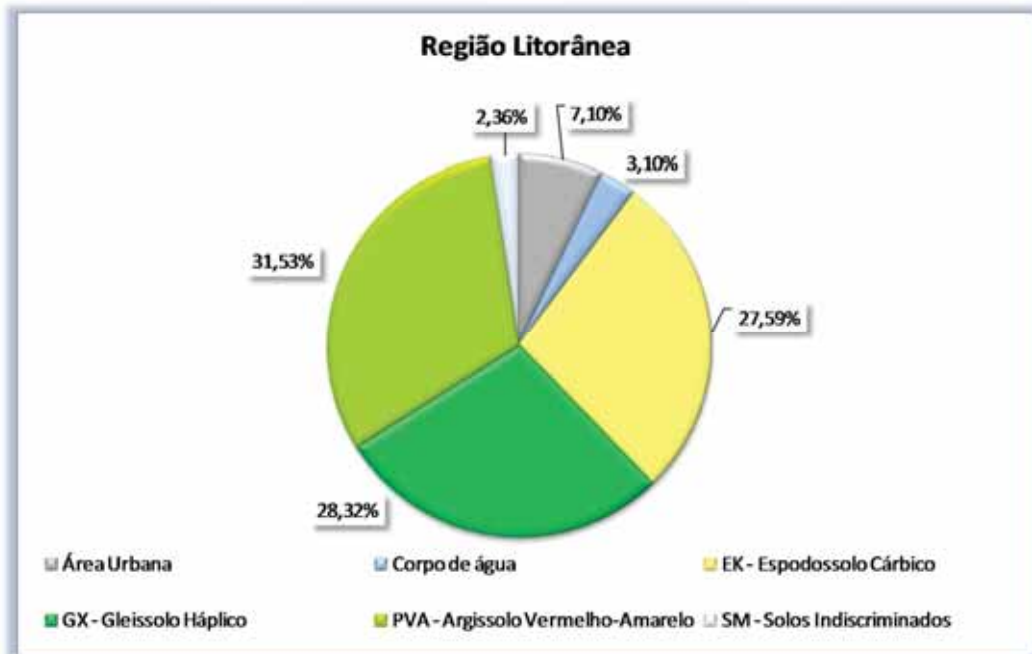


Figura 10.16: Unidades pedológicas da região Litorânea

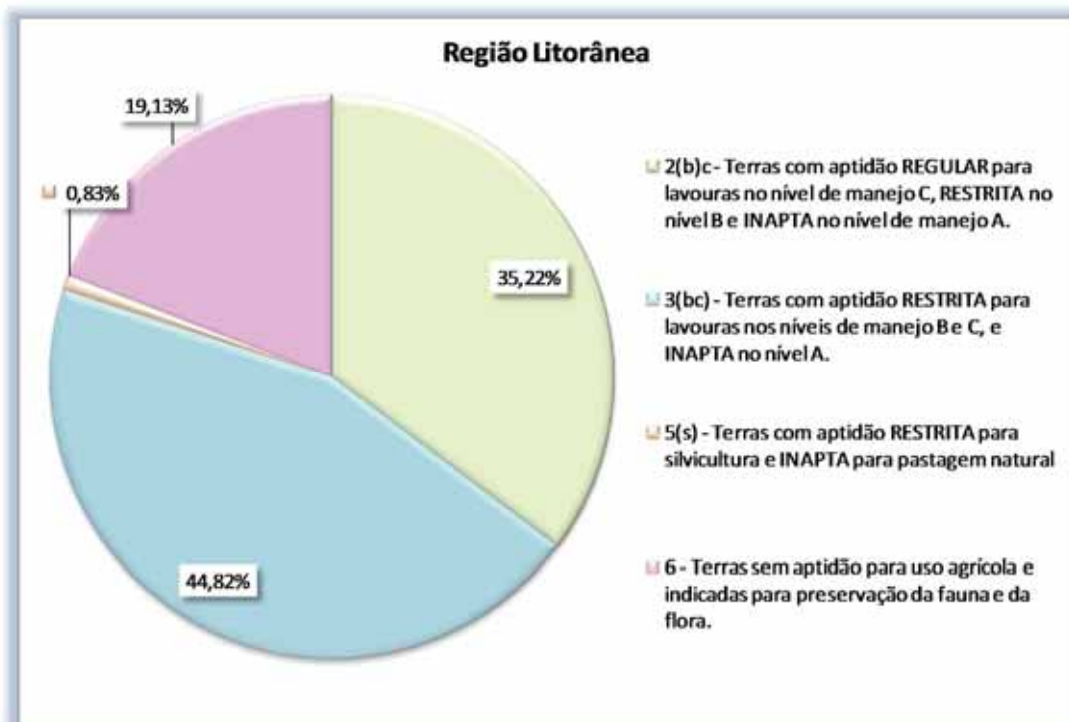


Figura 10.17: Classes de aptidão de uso do solo da região Litorânea

10.7.6 Uso do Solo e Fitofisionomia Vegetal

Esta é a região que apresenta o maior índice de antropização, sendo que 46% a sua área apresentam ocupação urbana de média densidade e 9% ocupação urbana de alta densidade. Nela estão localizadas as cidades de Macaé e Rio das Ostras (Figura 10.18).

Também foram observadas as ocorrências de pastagens (23% da área) e restingas (10% da área). Esta última cobertura vegetal, torna esta parcela região área de preservação ambiental. Uma área de 4% apresenta corpos d'água na forma de lagoas, onde os principais exemplos são a Lagoa de Imboacica e a Lagoa de Iriry.

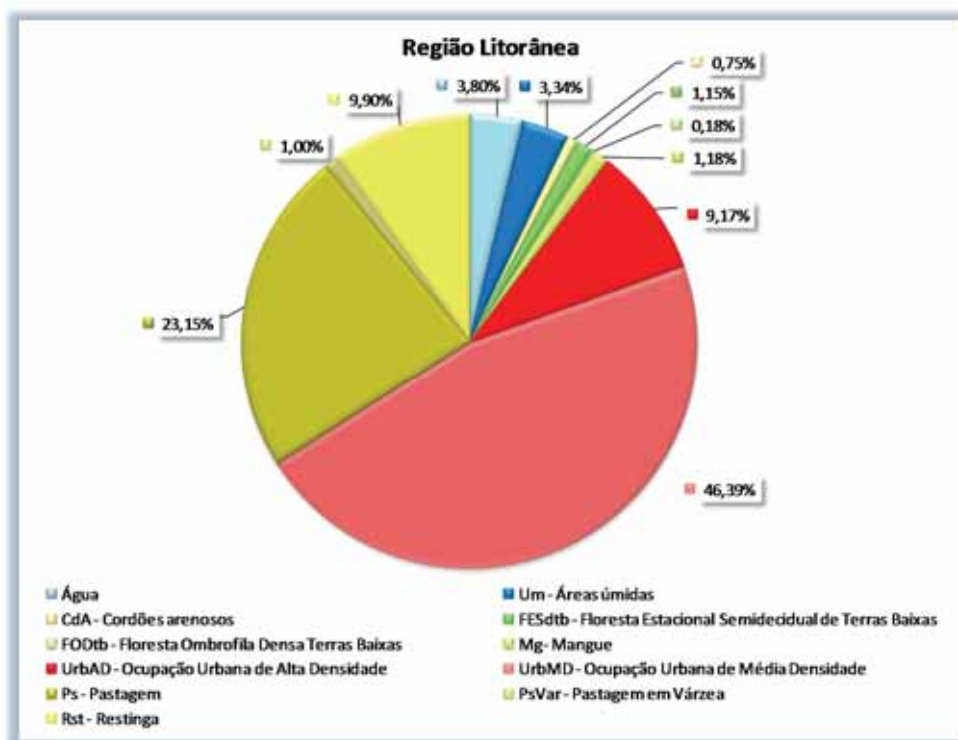


Figura 10.18: Uso e cobertura vegetal da região Litorânea

10.8 Avaliação das Vocações Econômicas

As vocações econômicas sub-regionais serão a seguir avaliadas buscando considerar possíveis tendências de ocupação para, em decorrência delas, serem propostas abordagens para o Gerenciamento de Recursos Hídricos, em item posterior.

10.8.1 Região do Alto Rio Macaé

Região caracterizada pelas altas declividades e remanescentes de matas nativas. Ocupação predominante de pequenas propriedades dedicadas à agricultura familiar, alguma pecuária sem grande representatividade, sítios de lazer e pequenos núcleos urbanos com orientação turística. O turismo e a agricultura familiar parecem ser as principais vocações econômicas.

A declividade e as Unidades de Conservação existentes restringem o uso do solo, embora não exista integral observância aos preceitos legais. As condições de relevo desta região limitam o uso agrícola mecanizado. A agricultura familiar, reflorestamento com eucalipto e o plantio de hortaliças para atendimento dos mercados urbanos próximos e da região metropolitana do Rio de Janeiro são as atividades econômicas rurais observadas nessa porção da bacia. O uso do solo em algumas propriedades, no entanto, não observa as melhores orientações técnicas relacionadas com a sua conservação.

No entanto, o potencial de uso do solo desta região não é limitado à agropecuária ou a florestas plantadas: existem áreas com fruticultura permanente e hortaliças em porções menores, que não podem ser identificadas nas escalas de mapeamento regionais.

A vocação mais evidente é a de turismo de natureza e aventura, de sítios de lazer e de pequenas propriedades dedicadas à agricultura familiar, que conjuguem uma dinâmica econômica baseada em serviços com a proteção ambiental.

Os usos de água mais significativos em termos de volume estão relacionados com a aquicultura e a irrigação em pequenas propriedades familiares. No entanto, os usos vinculados ao abastecimento público e ao lazer são os que devem merecer mais atenção, principalmente em relação à qualidade.

A recreação de contato primário, mediante canoagem e banhos em rios e cachoeiras, é um atrativo turístico, especialmente no verão. No entanto, ocorrem problemas de limpeza das áreas e ocorrência de restrições ao acesso por parte de proprietários dos terrenos marginais; em outros casos comuns, estes atrativos são explorados por empreendimentos privados, que restringem o acesso à população, apesar das águas serem de domínio público. Tais questões, entretanto, estão plenamente reguladas pela legislação vigente, sendo, portanto, resolvidas pela sua aplicação. O planejamento visará ao reforço dos órgãos fiscalizadores, bem como a inclusão destes temas nas ações de educação ambiental.

Embora as altas declividades proporcionem por si só a melhoria da qualidade das águas a jusante dos núcleos urbanos, devem ocorrer problemas localizados justamente nos cursos de água que passam por estes núcleos, devido a carências nos sistemas de coleta e de tratamento de esgotos. Este aspecto é de grande relevância, pois boa parte dos atrativos turísticos e praticamente toda a estrutura turística e de serviços estão localizados nestes núcleos urbanos. A contaminação das águas poderá resultar na perda das oportunidades derivadas da exploração da vocação turística regional.

10.8.2 Região das Bacias do Médio e Baixo Macaé e Alto Rio das Ostras

Região intermediária entre a parte alta e a litorânea, caracterizada pela ocupação de propriedades voltadas à agropecuária, com cultivos de sequeiro e irrigados de feijão, aipim, inhame e banana e, principalmente, a pecuária extensiva. Alguns núcleos urbanos experimentam expansão para atender a demanda por moradias da população que oferece sua força de trabalho à cadeia petrolífera e de turismo da região litorânea.

Embora as declividades sejam inferiores à região alta, a fragilidade do solo, conjugada com práticas de manejo inadequadas, na agricultura e na pecuária, tornam esta região fonte de importantes problemas de assoreamento dos rios e lagoas a jusante, promovendo impactos ambientais.

Esta região é de expressivo interesse para a parte litorânea da bacia, pois nela são captadas as águas para abastecimento público, devido a que ainda não apresentam riscos grandes de contaminação. Poderá também ser o local de implantação de reservatórios de regularização que abastecerão no futuro as áreas urbanas das bacias envolvidas, sendo observada a necessidade de se consultar as populações afetadas e considerar as questões ambientais, como é indicado nos processos usuais de licenciamento ambiental.

Nas porções médias desta região são encontradas as pastagens e pequenas áreas de lavoura mais extensiva. As pastagens localizadas nas áreas mais planas têm potencialidade de recuperação, mas isso exigirá um investimento privado no nível de propriedades que não ocorrerá de forma espontânea. Por outro lado, as pastagens localizadas nas áreas mais elevadas deveriam ser substituídas por florestas plantadas ou culturas permanentes, devido à fragilidade e ao grau de degradação do solo que se observa facilmente em vários pontos. A contenção da produção excessiva de sedimentos pode ser apoiada por programas de Pagamento por Serviços Ambientais, como Produtor de Água, mas observa-se que, pela

estrutura fundiária, o sucesso desta iniciativa dependerá de ações de gestão de território mais incisivas.

As potencialidades de uso das áreas planas para a agricultura irrigada, em substituição ao uso agrícola atual de sequeiro e à pecuária extensiva, são amplas, o que poderia se constituir em uso concorrente e incremental da água. A desestruturação da agricultura na bacia, e na região norte fluminense e do estado como um todo, no entanto, indicam que as possibilidades reais de uso limitam-se à pecuária extensiva, neste momento.

Em termos de usos de água, é a região que concentra as grandes retiradas de água superficial para abastecimento urbano. Os problemas de qualidade encontrados referem-se basicamente ao uso agropecuário. Há, ainda, que considerar-se a geração de sedimentos pela extração de areia e areola. Além disso, é a região que recebe a contribuição da transposição de bacias através da Usina Hidrelétrica localizada na bacia do rio São Pedro.

10.8.3 Região dos Baixos Rios Macaé e das Ostras

Região caracterizada pela ocupação urbana e industrial. Sujeita à poluição e a problemas usuais de aglomerações urbanas. Suas demandas de água devem ser atendidas ou por águas subterrâneas, que apresentam qualidade irregular e riscos de contaminação, ou por captações nas regiões a montante.

Essa região apresenta uma grande concentração de poços para extração de água subterrânea por empresas, principalmente para abastecimento. O lançamento de efluentes é realizado no rio Macaé, na Lagoa de Imboacica e em canais artificiais que drenam as áreas planas a montante da região, além de fossas sépticas e sumidouros.

Nas áreas baixas das bacias aparecem com maior participação os solos com características mal drenadas e maior teor de matéria orgânica. Esses solos mal drenados têm aptidão agrícola muito limitada, usualmente com arroz irrigado e hortaliças. A proximidade com o litoral e com as manchas urbanas limitam o uso agropecuário desses solos. A má drenagem impede também usos urbanos sem a execução de intervenções estruturais de grande porte. A manutenção de áreas de retenção de chuvas intensas - ou reservatórios de retenção e amortecimento de cheias - com a manutenção de vegetação natural, seria a utilização a ser avaliada para essas áreas, o que poderá gerar conflito em relação ao seu valor imobiliário potencial no caso de manutenção do ritmo de crescimento observado em Macaé e Rio das Ostras nos últimos anos. Isto exigiria um plano de ordenamento territorial que estabeleça um pacto entre a expansão imobiliária e a proteção ambiental e de cheias, e que seja materializado pela criação de unidades de conservação específicas, visando a estes objetivos.

10.8.4 Região Litorânea

A vocação econômica desta região são os serviços relacionados ao turismo e aos moradores permanentes. Ela não apresenta vocação agrícola. As possibilidades de uso de solos muito arenosos e altamente erodíveis são limitadas à fruticultura permanente ou de ciclo longo, mas a falta de estrutura de beneficiamento não indica que esse potencial possa ser efetivado no horizonte do plano.

As águas superficiais disponíveis apresentam influência do oceano, assim como as águas subterrâneas extraídas a baixas profundidades. Mesmo assim, é uma região com muitos poços rasos destinados ao abastecimento.

Crítérios ambientais devem direcionar a seleção de áreas de interesse de preservação, como os remanescentes de mangue e de restinga, enquanto que os critérios de erosão potencial devem indicar as áreas que devem ser conservadas sem ocupação antrópica em uma situação idealizada. Considerando-se os processos de ocupação urbana observados no campo, a identificação destas áreas deverá, de forma mais realística, indicar medidas mitigadoras dos impactos advindos da sua ocupação.

10.9 Avaliação Integrada Quando à Aplicabilidade dos Instrumentos de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Considerando as avaliações precedentes, que ressaltaram as características temáticas e vocações econômicas sub-regionais, foram hipotetizar algumas propostas para as abordagens de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Elas representam a antecipação das análises que realizadas posteriormente, na elaboração deste Plano.

10.9.1 Região da Bacia do Alto rio Macaé

O Gerenciamento de Recursos Hídricos desta região deverá estar intimamente vinculado ao Gerenciamento Ambiental. O seu principal desafio deverá ser aplicar a legislação ambiental, que em grande parte não é plenamente observada.

Riscos existem vinculados a fortes chuvas de natureza orográfica e frontal, conjugadas com a declividade e solos propensos a escorregamentos em algumas partes, situação que é agravada pela ocupação irregular.

O Gerenciamento de Recursos Hídricos deverá ter como meta a proteção ambiental, preservando as belezas cênicas e as oportunidades de recreação de contato primário, além de permitir o cultivo de alimentos em pequenas propriedades, vinculados à práticas de agricultura orgânica e conservacionista. Os instrumentos de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA e os Mecanismos de Adesão Voluntária – MAV devem ser enfatizados no receituário das possíveis abordagens gerenciais.

Para essas áreas, devem ser mantidas e incentivadas as adoções de técnicas e práticas de agricultura orgânica. Programas que incentivem a preservação ambiental, como o Produtor de Água, teriam ampla aplicação.

Por outro lado, a expansão de turismo rural, na forma de pousadas, e a alteração da estrutura fundiária com a ampliação dos sítios de lazer ou de dupla função (lazer e pequena produção), devem ser avaliados, pois mostra sinais de exaustão.

Como solução para atenuar os problemas da região, fica evidente a necessidade de saneamento básico das suas áreas urbanas. Portanto, a confecção dos Planos Municipais de Saneamento para estas áreas, é tarefa urgente. A partir destes planos, serão identificadas soluções para o abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana. Especificamente, dentro do item esgotamento sanitário, deverão ser previstos coleta e tratamento dos esgotos como forma de atenuar a contaminação das águas. A solução a ser adotada deverá levar em consideração o uso turístico preponderante na região, prevendo-se estações de tratamento de esgoto adequadas para tanto.

Deve ser criado um Plano de Inventário e Proteção de Nascentes, visando à proteção, principalmente, das áreas de montante (recarga), evitando a utilização das mesmas com agricultura que adotem produtos que possam contaminar as águas subterrâneas, bem como orientar os usuários quanto a maneira de utilizar e preservar estas fontes de captação.

Devido ao processo de ocupação e das relações sociais desta área, deve também ser ampliada a assistência técnica e a extensão rural direcionando esforços para a harmonização dos usos do solo e reduzir processos erosivos localizados.

10.9.2 Região das Bacias do Médio e Baixo Rio Macaé e do Alto Rio das Ostras

Os instrumentos de Gerenciamento de Recursos Hídricos devem ter como meta adequar o uso dos solos às suas fragilidades, evitando os problemas de assoreamento e também adequar os usos com as disponibilidades hídricas, em quantidade e qualidade. No primeiro grupo, uma versão do PSA e dos MAV pode ser aplicada. Para o segundo grupo, instrumentos de outorga, visando o atendimento das metas de qualidade expressas pelo enquadramento devem ser implementados com prioridade. Também, pode existir recurso à

criação de áreas com restrições de uso visando ao abastecimento, bem como para amortecer as cheias que afligem as partes mais baixas da bacia.

Atenção deve ser dirigida à transposição de vazões por meio do rio São Pedro, que aumenta as disponibilidades hídricas no trecho afetado de jusante, pois futuramente ela poderá ser questionada pela bacia doadora. Deverá ser avaliado em cenários futuros se este aumento de disponibilidade hídrica é relevante para atendimento das demandas e, se positivo, deverão ser consideradas alternativas de compensação, incluindo o pagamento pelo uso desta água transposta.

Como medidas para a melhoria da qualidade das águas desta região, podem ser mencionadas:

- Reconstituição da mata ciliar nas áreas de uso agropecuário;
- PSA que poderão ser patrocinados pelos setores usuários, poder público e sociedade civil, no sentido da preservação dos mananciais usados para captação;
- Planos de saneamento e tratamento de esgotos para as localidades da região, principalmente as localizadas ao longo do rio São Pedro.

10.9.3 Região das Bacias dos Baixos Rios Macaé e das Ostras

Os instrumentos de Gerenciamento de Recursos Hídricos devem ser usados para controle da poluição hídrica e para aumento da eficiência do uso de água, principalmente. Outorgas de lançamento de poluição atendem ao primeiro controle. Outorgas de captação, o segundo. A cobrança pelo uso de água pode ser agregada aos instrumentos visando promover maior eficiência de uso de água, além de gerar recursos para implementar programas de PSA nas regiões de montante.

As ações mitigadoras para este região poderiam incluir:

- Planos municipais de saneamento, com adequados coleta, tratamento e destino final dos efluentes;
- Integração com Gestão Costeira (CBHs e Colegiados Costeiros; Planos de Bacia e Planos Costeiros, incluindo ZEE, Plano de Gestão da Orla, etc.)
- Devem ser levados em consideração aspectos ambientais específicos destas zonas de transição.

Em termos de segmentação para fins de enquadramento, o aspecto da salinidade deve ser levado em conta. No caso do rio Macaé e do rio das Ostras, necessariamente há que se considerar os trechos de água doce e os de água salobra. Ressalva-se que a interface varia com as marés e ventos. Com isso, será impossível delimitar uma fronteira fixa entre água doce e salobra, devendo ser prevista uma zona de transição.

10.9.4 Região Litorânea

Esta região estabelece demandas de articulação entre o Gerenciamento de Recursos Hídricos com o Gerenciamento Costeiro. Embora dependa de águas captadas a montante, poderá ainda usufruir de águas subterrâneas, embora exista o risco de intrusão salina com a sobre-exploração destes recursos hídricos. Devido à grande quantidade de poços ao longo da linha de costa, captando água subterrânea de uma profundidade em torno dos 20 metros, o risco de intrusão salina no aquífero costeiro é muito grande. Este fato mostra a necessidade de um gerenciamento urgente destas áreas, visando à utilização do aquífero costeiro de maneira ordenada e dentro de procedimentos tecnicamente racionais. Outorgas de captação de águas subterrâneas deverão ser adotadas para controlar este problema.

Outro aspecto a ser considerado é o controle da poluição das praias e lagoas costeiras que tem relevância para o turismo. Embora se trate de agenda do setor saneamento, é desejável que as outorgas de lançamento de efluentes sejam articuladas com este setor, visando a esse controle. Como medidas de mitigação, mantêm-se as apresentadas para a região anterior, a montante.

11 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

11 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALMEIDA F.F.M. de. 1967 Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Boletim da Divisão de Geologia Mineral. DNPM, Rio de Janeiro, 241:1-36.
- ALMEIDA F.F.M. de. 1969. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, Anais, p.29-46.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. 1984. O embasamento da Plataforma Sul Americana. In: O Precambriano do Brasil, p. 1-5. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 378p.
- ALUPAR. Caracterização Socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé. Avaliação Ambiental Integrada – Fase I. Ecologus, abril, 2010.
- ALUPAR. Inventário Hidrelétrico do Rio Macaé Relatório Preliminar dos Estudos de Inventário Estudos Hidrometeorológicos. Ecologus. Outubro, 2010.
- ALUPAR. Usos múltiplos da água na bacia hidrográfica do rio Macaé - Avaliação Ambiental Integrada - Fase III. Ecologus Engenharia Consultiva, Abril, 2010.
- ALVES, M. A. S.; PACHECO, J. F.; GONZAGA, L. A. P.; CAVALCANTI, R. B.; RAPOSO, M. A.; YAMASHITA, N. C. M.; CASTANHEIRA, M. In: BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. (orgs). Aves. A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2000. 168p.
- ASSUMPTÃO, A. P., MARÇAL, M. S. 2007. Levantamento das Alterações Morfológicas na Rede de Drenagem da Bacia do Rio Macaé (RJ): Avaliação Preliminar do Processo de Retificação. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Natal/RN, 2007 - Anais.
- BARBOSA G.R. 2005. Estudo Hidrodinâmico no Aquífero Aluvionar do Baixo Curso do Rio Macaé, RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia / UFRJ. 135p.
- BARBOSA, G.R., SILVA JR., G. C. da. 2005. Potenciometria e Fluxo Subterrâneo no Aquífero Aluvionar do Baixo Curso do Rio Macaé, Município de Macaé-RJ. 2005. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. 28 (2): 102-115.
- BARRETO, A.B.C.; MONSORES, A.L.M.; LEAL, A.S. & PIMENTEL, J. 2000. Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM.
- BARRETO, G. S. 2009 Mapeamento Ambiental da Bacia Hidrográfica da Lagoa de Imboacica: Subsídio para Construção de Planos de Bacia. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, V3, n°2.
- BENASSULY, C. R. C. L. Avaliação de redes de monitoramento de recursos hídricos: estudo aplicado às águas superficiais na bacia do rio Macaé. 97f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Campos dos Goytacazes, 2009.
- BENTO E.S. 2006. Hidrogeoquímica e Modelo Hidrogeológico das Águas Subterrâneas no Baixo Curso do Rio Macaé, Município de Macaé-RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia / UFRJ. 180p.
- BERGALLO, H.G. et. al., 2000. Os Mamíferos da Restinga de Jurubatiba, p 215-230. In C.E.D. Rocha; EA. Esteves & E.R. Scarano (Eds).
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2000 Threatened birds of the world. Barcelona and Cambridge, UK: Lynx Edicions and BirdLife International.
- BIZERRIL, C.R.S.F.; PRIMO, P.B. 2001. Peixes de águas interiores do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: GTZ/SEMADS.
- BRITO D.; FIGUEIREDO, S.L. 2003, Minimum Viable Population and Conservation Status of the Atlantic Forest Spiny rat *Trinomys Eliast*. Biological Conservation 113: 153-158.
- BRITO NEVES B.B.; CORDANI U.G. 1991. Tectonic Evolution of South America during the Late Proterozoic. Precambrian Research, 53:23-40.

- BRITO, M.F.G. 2007. Atividade reprodutiva dos peixes do rio Macaé (RJ) em função do gradiente longitudinal. 2007. 168 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BROOKS, T.M. & BALMFORD, A., 1996. Atlantic forest extinctions. *Nature* v. 380
- BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000. Diversidade de lepidóptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Ser.)*, 11/12: 71-116.
- CARVALHO FILHO, A., et. al. 2000. Projeto Rio de Janeiro: Mapa de aptidão agrícola das terras do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2000.
- CARVALHO-E-SILVA, S. P., IZECKSOHN, E. CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T. 2000. Diversidade e ecologia de anfíbios em restingas do sudeste brasileiro; p. 89-97. In F. A. Esteves and L. D. Lacerda (ed.). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. Macaé: NUPEM/UFRJ.
- COLLISCHONN, B. PAIVA, R. C. D.; MEIRELLES, F. S. C.; COLLISCHONN, W.; Fan, F. M.; CAMANO, E., Modelagem Hidrológica de Uma Bacia com Uso Intensivo de Água: Caso do Rio Quarai-RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 16, p. 119-133, 2011.
- COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Simulação hidrológica de grandes bacias. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 6, n. 2, 2001.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA LAGOS E SÃO JOÃO (CBHLSJ) 2011. *Bacias Hidrográficas dos Rios São João e das Ostras - Águas, Terras e Conservação Ambiental*.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - CPRM/SIAGAS. 2011.
- CORDANI U.G., DELHAL L., LEDENTE O. 1973. Orogêneses Superposées dans le Precambrien du Brésil Sud-Oriental (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). *Revista Brasileira de Geociências*, 3(1):1-22.
- CORDANI U.G., MELCHER G.C., ALMEIDA F.F.M. de. 1967. Outline of Precambrian Geochronology of South America. *Canadian Journal of Earth Science*, 5:629-632.
- COSTA, L. P., LEITE, Y. L. R., DA FONSECA, G. A. B. E FONSECA, M. T. 2000. Biogeography of South American forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica* 32(4b):872-881.
- COSTA, W. D. Hidrogeologia In: Pernambuco. Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente. Plano de recursos hídricos de Pernambuco. Recife: SECTMA/ Diretoria de Recursos Hídricos, 1998. V.3.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2009. PRONAGEO - Folha Macaé, escala 1:100.000. Ministério de Minas e Energia – MME.
- CRUZ, ALEXANDRE, 2006. Estudo de Processos de Salinização de Aquíferos no Litoral Leste do Estado do Rio de Janeiro: Modelagem Hidrogeoquímica e Avaliação de Vulnerabilidade à Intrusão Marinha. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro- Programa de Pós Graduação em Geologia-UFRJ. 117 p.
- CUARÓN, A. D., REID, F., & HELGEN, K. (2008). *Conepatus semistriatus*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. IUCN.
- DANTAS, M. E. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001. 63 f, 2 mapas. Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Belo Horizonte.
- DUELLEMAN, W.E. 1999. Patterns of distribution of amphibian. A global perspective. Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- ECOLOGUS, 2000. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Termelétrica El Paso Merchant.
- ECOLOGUS, 2002. Estudo de Impacto Ambiental da Usina Termelétrica Norte Fluminense, UTE-NF.
- ECOLOGUS, 2006. Estudo de Impacto Ambiental do Parque Industrial Primus. Rio de Janeiro.

- EMBRAPA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos.
- ESTEVES, F.A., 1998 Fundamentos de Limnologia. 2a.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 601p.
- ESTEVES, F. A. & PETRY, A.C. – Limnologia em Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. A experiência nas lagoas Costeiras do Norte Fluminense (PELD-Sítio 5), UFRJ, 2009.
- FEEMA, Qualidade das Águas do Estado do Rio de Janeiro – Período: 1987 – 1989, Volume III – Corpos d’água das Regiões Norte e Nordeste e Lagoas do Estado do Ri de Janeiro. Maio 1991.
- FERREIRA, M. I. P. e PINHEIRO, M. R. C. Instrumentos de gestão. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora, v. 2 n. 2, jul. / dez. 2008.
- FONSECA, G. A. B. 1985. The vanishing Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, 34: 17-34.
- FONSECA, M.J.G., 1998 Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1:400.000. DNPM/MME. Rio de Janeiro.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D’ÉLIA, M; PARIS, M. 2006. Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Mundial. Edição Brasileira Servmar. Revisão Técnica: Ricardo Hirata.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. Plano Preliminar de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Macaé: diagnóstico da situação dos recursos hídricos. SEMADUR/SERLA/UTE Norte- Fluminense, Rio de Janeiro-RJ. 251 p., 2002.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2004. Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Macaé. Rio de Janeiro: Convênio SEMADUR/SERLA/UTE Norte-Fluminense S.A., 2003 (2º Relatório – Plano Preliminar de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Macaé).
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. São Paulo, 2002.
- FURTADO, A. (1994). Contribuição das macrófitas aquáticas *Typha domingensis* (TYPHACEAE) e *Eleocharis cf. fistulosa* (CYPERACEAE) para o estoque de nutrientes e energia na lagoa Imboacica (Macaé-RJ). Dissertação de mestrado, Depto. De Ecologia, UFRJ.
- GOMES, M. L. M. Ocupação Urbana de Rio das Ostras: Elementos Definidores e os Impactos nos Recursos Hídricos. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora, v.3, n.2, p. 145-161, jul./dez. 2009.
- GUERRA, A. J. T. 1998. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A., p.149- 208.
- _____. 1999. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- HEILBRON M., MOHRIAK W., VALERIANO C.M., MILANI E., ALMEIDA J.C.H., TUPINAMBÁ M. 2000. From Collisional to Extension: The Roots of The South-eastern Continental Margin of Brasil. In: MOHRIAK W.U. & TALWANI M. (eds.) *Geology & Geophysics of Continental Margin*. AGU Geophysical Monograph, p.1-32.
- HORA, H. M. C. et. al. Modelagem computacional como ferramenta de gerenciamento dos recursos hídricos: uma alternativa para abordagem de problemas de usos múltiplos. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação

- Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora, v. 5 n. 1, p. 71-87, jan./jun. 2011.
- IBAMA/MMA/Fundação Biodiversitas/Conservation International do Brasil. Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Plano de Ação Nacional para a Conservação do Formigueiro do Litoral – Série Espécies Ameaçadas nº 8, 2003.
- INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA/ HD Consultoria - Relatório Final do Projeto da Estrutura Extravasora na Lagoa de Imboacica. Rio de Janeiro, 2010.
- INEA/DIMAM/GEAG, Plano de Monitoramento da Qualidade da Água e dos Sedimentos – Estado do Rio de Janeiro. 114 f. Rio de Janeiro, 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Normais Climatológicas. Período 1961-1990. Rio de Janeiro, 1992.
- KAYSER, R. H. B. 2011 Sistema de suporte à decisão para gerenciamento de recursos hídricos integrado a um SIG: Desenvolvimento e aplicação na bacia do rio dos Sinos. Trabalho de Conclusão. IPH UFRGS.
- LAZZAROTTO, H.; CARAMASCHI, E.P. 2009. Introdução da Truta no Brasil e na bacia do rio Macaé, Estado do Rio de Janeiro: Histórico, Legislação e Perspectivas. *Oecologia Brasiliensis* 13(4): 649-659.
- LIMA, R., ASSUMPÇÃO, A. P., MARÇAL, M. S. 2005. Análises dos Perfis Longitudinais e Transversais da Bacia do rio Macaé (RJ): contribuição ao estudo da dinâmica da rede de drenagem. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo/SP, 2005 – Anais.
- LOPEZ, A.; AQUINO, A. M. e ASSIS, R. L. (2011) Agricultura de montanha: uma prioridade latente na agenda de pesquisa brasileira. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.
- MARÇAL, M. S.; LUZ, L. M. 2003. Geomorfologia aplicada à classificação de unidades de paisagem na bacia do rio Macaé - Litoral Norte Fluminense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2003, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SBGFA.
- MARTINS, A.M.; CAPUCCI, E.; CAETANO, L.C.; CARDOSO, G.; BARRETO, A.B.C.; MONSORES, A.L.M.; LEAL, A.S.; VIANA, P. Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro. In: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Curitiba. Anais, 2006.
- MATOS, A. S. T. Gerenciamento Hídrico Ambiental em Usinas Termoelétricas – Estudo de Caso dos Efluentes da UTE Mário Lago Associado à Qualidade da Água no Rio Macaé. 230 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Macaé, 2008.
- MATOS, A. S. T. et. al. Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora, v. 4 n. 1, p. 127-139, jan./jun. 2010.*
- MAZZONI, R.; FIGUEIREDO, CAA.; ERICI, MC.; BAPTISTA, DF.; CARAMASCHI, EP.; NESSIMIAN, JL.; PAZ, RC.; THIENGO, SC.; GUEDES, DM. & MOULTON, TP. 2009. Organismos aquáticos nos sistemas fluviais do Estado do Rio de Janeiro.
- MELLO MAR, SCHITTINI GM. 2005. Ecological analysis of three bat assemblages from conservation units in the Lowland Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil. *Chiroptera Neotropical* 11(1-2): 206-210.
- MITTERMEIER, R.A., C.G. MITTERMEIER, T.M. BROOKS, J.D. PILGRIM, W.R. KONSTANT, G.A.B. FONSECA & C. KORMOS. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Science* 100: 10309-10313.
- MMA/ICMBIO – Plano de Manejo da REBio União, maio de 2008.

- MOBUS, G.. Qualigraf – Programa para análise da qualidade da água. Fortaleza, FUNCENE – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Software-CD. 2002.
- MORAES, J.M. 2009. Geologia do Granito Silva Jardim (RJ): Implicações na evolução tectônica dos Terrenos Oriental e Cabo Frio. 65 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Curso de Pós-Graduação em Geologia, Faculdade de Geologia, UERJ.
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-845.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. 2007 Hidrologia Estatística. CPRM Belo Horizonte. 552p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. SUPREN-IBGE, 1979.
- PACHECO, J. F. & C. BAUER (2000) Biogeografia e conservação da Avifauna da Mata Atlântica e Campos Sulinos – construção e nível atual de conhecimento. [Workshop Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação dos Biomas Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Disponível em http://www.conservation.org.br/ma/rfinais/rt_aves.html.
- PALMA-SILVA, C., ALBERTONI E. F. & ESTEVES, F. A. – Efeito de Perturbações Antrópicas sobre as Comunidades de Macrófitas e Macroinvertebrados Associados. Lagoa de Imboacica, RJ – UFRJ, 2003
- PALMA-SILVA, C., ALBERTONI E. F. & ESTEVES, F. A. – Carófitas como reservatório de nutrientes e energia em uma lagoa costeira tropical sujeita a impactos antrópicos (RJ, Brasil) – UFRJ, 2001
- PESSÔA, L.M.; OLIVEIRA, J.A. & REIS, S.F., 1992. A new species of spiny rat genus *Proechimys*, subgenus *Trinomys* (Rodentia: Echimyidae). *Zeitschrift fur Säugetierkunde*, Jena, 57:39-46.
- PESSOA, M. A. R. IQAFAL - ÍNDICE FUZZY DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA AMBIENTE LÓTICO, 98 f., Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia, Rio de Janeiro, 2010.
- PINHEIRO, M. R. C. et. al. Desafios da integração entre os usos múltiplos e a qualidade da água para a bacia hidrográfica do Rio Macaé. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora v. 1, n. 2, jul./dez. 2007.*
- PINHEIRO, M.R.C. Avaliação de usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos aplicada a bacia hidrográfica do rio Macaé. 152p. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental. Campos, Rio de Janeiro. 2008.
- PINHEIRO, M. R. C. et. al. Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Macaé e aplicação do índice de qualidade de água. In: II Simpósio de Recursos Hídricos Sul-Sudeste, 2008, Rio de Janeiro.
- PINHEIRO, M. R. C. et. al. Geoprocessamento aplicado à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé-RJ Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4247-4254.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. Secretaria Municipal de Ambiente. Plano de Manejo da APA do Sana - fase 1. Macaé, ONG Viva Rio, Rio de Janeiro, 2003. 129 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DAS OSTRAS. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras. Rio das Ostras: Prefeitura Municipal, 147p., 2004.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO DAS OSTRAS. Levantamento semidetalhado de solos do município de Rio das Ostras. Rio de Janeiro: GERA Consultoria e Empreendimentos Ltda. 2004.

- PRIOSTE, M. A. O. Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras: Proposta para Gestão Ambiental Sustentável. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, março, 2007.
- RADAMBRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: Folha SD. 23. Rio de Janeiro: Levantamento de Recursos Naturais, v. 29, 660 p., 1983.
- ROCHA, C. F. D. 2000. Biogeografia de répteis de restinga: distribuição, ocorrência e endemismos. In: Esteves, F. A. & Lacerda, L. D. (Eds). Ecologia de restingas e lagoas costeiras. NUPEM/UFRJ, Macaé, Brasil, p. 99-1.
- ROCHA, C. F. D. A; et. al. 2003. Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais no Estado do Rio de Janeiro e nas Restingas da Mata Atlântica. São Carlos: RiMa. 160p.
- ROCHA, C. F. D.; et. al.. 2004. A comunidade de répteis da Restinga de Jurubatiba. In: ROCHA, C. F. D.; ESTEVES, F. A.; SCARANO, F. R. Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. P. 179-198.
- RODRIGUES, P. P. G. W.; LUGON, J. Jr.; e TAVARES, M. C. Importância de modelos matemáticos em estudos ambientais - estudo de caso: o Rio Macaé. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego Campos dos Goytacazes, RJ. Essentia Editora, v. 1 n. 2, jul./ dez. 2007.
- SANTOS, A. M. – Produção, Densidade e Biomassa de Macrófita Aquática na Lagoa de Jurubatiba (Macaé-RJ). Instituto de Biologia - Depto. de Ecologia –UFRJ, 1999.
- SANTOS, A. M – Produção Primária da Macrófita Aquática *Eleocharis interstincta* (VAHL) Roemer et Schults na Lagoa Jurubatiba (Macaé), RJ. Instituto de Biologia - Depto. de Ecologia –UFRJ, 1999.
- SANTOS, A. M & ESTEVES, F. A – Influência da Variação do Nível d'água de uma Lagoa Costeira Tropical sobre a Biomassa Aérea da Macrófita Aquática *Eleocharis Interstincta* (VAHL). Roemer et Schults. Instituto de Biologia - Depto. de Ecologia –UFRJ, 1999.
- SCHMITT R.S., TROUW R.A.J., VAN SCHMUS W.R., PIMENTEL M.M. 2004. Late amalgamation in the central part of Western Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collisional orogeny in the Ribeira belt (SE Brazil). Precambrian Research, 133(1-2):29-61.
- SCHMITT, R.S., TROUW, R.A.J., VAN SCHMUS, W.R., PASSCHIER, C.W. 2008. Cambrian orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil) and correlations within West Gondwana: ties that bind underwater. In: PANKHURST, R.J., TROUW, R.A.J., BRITO NEVES, B.B. & DE WIT, M.J. (eds) West Gondwana: Pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region. Geological Society, London, Special Publications, 294: 279-296.
- SCHUTTE, M. S.; J. M. QUEIROZ; A. J. MAYHÉ-NUNES & M. P. S. PEREIRA. 2007. Inventário estruturado de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em floresta ombrófila de encosta na ilha da Marambaia, RJ. Iheringia, Série Zoologia 97: 103_110.
- SEMADUR et. al., 2004. Projeto de pesquisa de estudo de cheias no baixo curso do rio Macaé, em especial sobre o núcleo urbano. Rio de Janeiro: Fundação FGV.
- SICK, H., 1997 Ornitologia Brasileira. Edição revista e ampliada por J. F. Pacheco. Rio de Janeiro. Nova Fronteira.
- SICK, h. 1983 – Aves da Mata Atlântica em extinção. Ver. Serv. Público, Brasília 8:155-157
- SILVA, F. G. 2009. Análise Espacial da Vulnerabilidade à Perda de Solo na Bacia do Rio Macaé. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, UFRJ.
- TUPINAMBÁ M., ALMEIDA J.C.H., HEILBRON M., TROUW R. 1998. Geometric and kinematic analysis at the Central Tectonic Boundary of the Ribeira belt, Southeastern Brazil, In: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Belo Horizonte, Anais, p. 32.

- TUPINAMBÁ M., TEIXEIRA W., HEILBRON M. 2000. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, South-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):7-11.
- VANNOTE, R. L.; G. W. MINSHALL; K. W. Cummins; J. R. Sedell e C. E. Cushing: The River Continuum Concept. Em: *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Volume 37, Ottawa 1980, Nr. 1, p. 130–137.
- VELOSO, H. P; RANGEL FILHO, A.L.R.& LIMA, J.C.A. *Classificação da Vegetação Brasileira*, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, IBGE, 1991
- WALDEMARIN, H.F. and R. ALVARES. 2008. *Lontra longicaudis*. IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. IUCN.