

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Secretaria de Estado do Ambiente - SEA
Instituto Estadual do Ambiente - Inea

**ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS
HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

R7 – RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
Versão Final

Elaboração: Fundação COPPETEC
Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente

Março de 2014

Instituto Estadual do Ambiente (Inea)
Av. Venezuela, 110 – 3º andar - Saúde
Rio de Janeiro, RJ
22.640-102

Elaboração e Execução:
Fundação COPPETEC
Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente

Todos os direitos Reservados.
É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação,
desde que citada a fonte.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	3
3. UNIDADES DE PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS ESTADUAIS	9
3.1. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (RH)	9
3.2. Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP)	14
4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	18
4.1. Apresentação	18
4.2. Relevo	18
4.3. Clima	20
4.4. Vegetação e Uso do Solo.....	22
4.5. Uso do Solo versus Aptidão Agrícola	26
4.6. Unidades de Conservação e Proteção de Mananciais	28
4.6.1. Número Total de UCs no ERJ	28
4.6.2. UCs Federais	29
4.6.3. UCs Estaduais	30
4.6.4. Mananciais em Unidades de Conservação	33
4.6.5. Outras Áreas de Proteção de Mananciais.....	34
4.6.6. Área Urbana <i>Versus</i> Unidades de Conservação.....	35
4.7. Recomendações	37
5. VULNERABILIDADE A EVENTOS CRÍTICOS	38
5.1. Apresentação	38
5.2. Ocorrências de Desastres Naturais.....	39
5.2.1. Classificação dos Desastres Naturais Ocorridos no Estado	39
5.2.2. Fontes de dados e informações	40
5.2.3. Desastres Naturais ocorridos antes do ano 2000	42
5.2.4. Desastres Naturais Ocorridos de 2000 a 2012	47
5.2.5. Conclusões e Recomendações.....	60
5.3. Vulnerabilidade a Deslizamentos.....	62
5.3.1. Fontes de Dados e Informações	62
5.3.2. Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos	63
5.3.3. Ocorrências e Ameaças de Deslizamentos.....	65
5.3.4. Risco Iminente a Escorregamentos.....	70
5.3.5. Conclusões	72
5.4. Vulnerabilidade a Inundações	74
5.4.1. Fontes de Dados e Informações	74
5.4.2. Resultados.....	75
5.4.3. Conclusões	77

5.5. Vulnerabilidade a Estiagens	78
5.5.1. Análise das Isoietas.....	78
5.5.2. Análise dos Balanços Hídricos Climatológicos.....	80
5.5.3. Conclusões.....	84
5.6. Transporte de Produtos Perigosos	86
5.6.1. Modais Rodoviário e Ferroviário.....	86
5.6.2. Modais Aquaviário e Dutoviário.....	91
5.6.3. Conclusões.....	93
5.7. Vulnerabilidade a Acidentes Ambientais Gerados por Fontes Fixas de Poluição	93
5.7.1. Vulnerabilidade em Polos Industriais	93
5.7.2. Vulnerabilidade em Áreas de Extração Mineral	95
5.7.3. Uma Ameaça Constante aos Recursos Hídricos.....	98
5.7.4. Conclusões.....	101
6. FONTES ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMENTO COM ÊNFASE NA RMRJ	102
6.1. Introdução	102
6.2. Sistemas Isolados de Abastecimento de Água das Sedes Municipais	103
6.2.1. RH-I - Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande	103
6.2.2. RH-II - Região Hidrográfica Guandu	104
6.2.3. RH-III - Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul.....	105
6.2.4. RH-IV - Região Hidrográfica Piabanha.....	106
6.2.5. RH-V - Região Hidrográfica Baía de Guanabara	107
6.2.6. RH-VI - Região Hidrográfica Lagos São João.....	108
6.2.7. RH-VII - Região Hidrográfica Rio Dois Rios	109
6.2.8. RH-VIII - Região Hidrográfica Macaé e das Ostras	110
6.2.9. RH-IX: Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	111
6.3. Principais Sistemas Integrados de Abastecimento de Água das Sedes Municipais	112
6.4. Índices de Abrangência e Eficiência por Região Hidrográfica e por Sistemas Integrado	115
6.5. Abrangência e Eficiência dos Sistemas de Abastecimento de Água nas Regiões Hidrográficas	117
7. IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL	119
7.1. Introdução	119
7.2. Base de Dados e de Informações	122
7.3. Aspectos Históricos e Legais	123
7.4. Análise da Influência das Regras Operativas das Usinas Hidrelétricas.....	126
7.5. Análise dos Impactos para o Estado do Rio de Janeiro decorrentes dos Arranjos Alternativos de Transposição para a Macrometrópole Paulista	128
7.6. Conclusões e Recomendações.....	131
8. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	134
8.1. Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos	134
8.2. Sistemas de Esgotamento Sanitário	151
8.2.1. Introdução.....	151

8.2.2. Sistemas existentes de esgotamento sanitário	152
8.2.2.11. Índices de Abrangência e Eficiência por Região Hidrográfica.....	162
8.2.3. Vazões de Esgotos Sanitários.....	166
9. APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS	171
9.1. Apresentação	171
9.2. Tipos de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE)	171
9.3. Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica	175
9.3.1. Considerações Gerais	175
9.3.2. DRDH e Outorga no estado do Rio de Janeiro	176
9.4. Licenciamento Ambiental de Hidrelétricas no Estado do RJ	180
9.4.1. Principais Impactos de Aproveitamentos Hidrelétricos	180
9.4.2. Normas de Licenciamento Ambiental	185
9.5. Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro	190
9.5.1. Fontes de Energia Elétrica	190
9.5.2. Aproveitamentos instalados, em construção e planejados	190
9.6. Recomendações	198
9.6.1. Recomendações para o Licenciamento Ambiental	198
9.6.2. Recomendações para Outorga de Uso dos Recursos Hídricos por Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro	199
10. INTRUSÃO SALINA.....	202
10.1. Introdução	202
10.2. Sistema de Modelagem Adotado	202
10.3. Cenários Modelados.....	203
10.4. Resultados	203
10.4.1. Rio Paraíba do Sul	204
10.4.2. Rio Guandu/Canal de São Francisco.....	207
10.4.3. Rio São João	209
10.4.4. Rio Macaé.....	212
10.4.5. Baía de Guanabara – Rios Iguaçú/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim	214
10.5. Definição de Zona de Restrição de Outorga.....	216
10.6. Conclusões	221
11. REDE DE MONITORAMENTO QUALIQUANTITATIVA.....	222
11.1. Rede Hidrometeorológica.....	222
11.1.1. Levantamento de Dados	222
11.1.2. Inventário das Estações	223
11.2. Rede de Qualidade da Água	225
11.3. Avaliação da Situação Atual da Rede de Monitoramento	227
11.3.1. Integração da Base de Dados	227
11.3.2. Base de Dados Quali-quantitativa	227
11.3.3. Densidade das Estações	228

11.3.4. Distribuição Espacial da Rede.....	230
11.3.5. Integração entre as Estações de Qualidade e Quantidade da Água.....	230
12.1. Aspectos Quantitativos.....	231
12.1.1. Águas Superficiais.....	231
12.1.2. Águas Subterrâneas.....	244
12.1.2.2.1. Sistema aquífero fraturado.....	247
12.1.2.2.2. Sistemas aquíferos sedimentares.....	247
12.1.2.2.3. Área da Baía da Guanabara.....	248
12.1.2.2.4. Províncias Hidrogeológicas.....	249
12.1.2.2.3. Disponibilidade efetiva e disponibilidade instalada a partir do cadastro de poços.....	251
12.2. Aspectos Qualitativos.....	252
12.2.1. Águas Superficiais.....	252
12.2.2. Águas Subterrâneas.....	270
13. DEMANDAS DE RECURSOS HÍDRICOS.....	279
13.2 Setor Industrial.....	290
13.3 Setor de Mineração.....	297
13.4 Setor Agrícola.....	303
13.4.1 Avaliação das áreas irrigadas.....	304
13.4.2. Avaliação das demandas atuais por tipo de cultura irrigada.....	305
13.4.3 Consolidação das demandas para irrigação.....	313
13.5. Setor de Criação Animal.....	323
13.6. Águas Subterrâneas.....	332
13.6.1. Estimativas do Número de Poços.....	332
13.6.1.1. Exploração atual em Poços tubulares.....	332
13.7. Consolidação das Demandas.....	334
13.8. Usos não Consuntivos.....	344
14. BALANÇO HÍDRICO.....	345
14.1. Critérios Utilizados no Balanço Hídrico.....	345
14.2. Balanço hídrico nas UHPs.....	349
15. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	361
16. BIBLIOGRAFIA.....	362
Anexo 1 - Inventário das Estações utilizadas no Diagnóstico de Qualidade da Água	
Anexo 2 - Mapas dos 5 Parâmetros com maiores Índices de Violação de Classe 2 em cada Região Hidrográfica Estadual	
Anexo 3 - Gráficos com os percentis de 75, 50 e 25% e Concentrações Máximas, Médias e Mínimas dos Maiores Violadores de Classe das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro	
Anexo 4 - Localização das Estações de Qualidade da Água do Rio Macaé Gráficos com as Concentrações de cada Parâmetro - Fonte: PRH- Macaé	
Anexo 5 – Cadastro CNARH Utilizado – Setor Industrial e de Mineração	
Anexo 6 - Populações Urbanas e Rurais	
Anexo 7 - Áreas Cultivadas por tipo de Cultura	
Anexo 8 - Número de Cabeças do Setor de Criação Animal	

1. INTRODUÇÃO

A regulação pública dos recursos hídricos no Brasil está definida pela Lei nº 9.433/97 (Lei das Águas) que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e pela Lei nº 9.984/2000 que criou a Agência Nacional das Águas (ANA). No âmbito do Estado do Rio de Janeiro, pela Lei Estadual nº 3.239 de 02 de agosto de 1999, que definiu a Política Estadual de Recursos Hídricos; pela Lei Estadual nº 5.101/2007 e pelo Decreto Estadual nº. 41.628/09, que criaram, regulamentaram e implantaram o Inea, favorecendo a integração da gestão das águas com as demais agendas ambientais, bem como com vários outros dispositivos legais criados pelo Estado do Rio de Janeiro.

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos regulamentou o artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII, da Constituição Estadual, acompanhando as orientações da Lei Federal em relação aos seus princípios gerais, mas ampliou o leque de atribuições do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos em vários aspectos, incluindo entre suas diretrizes, a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, e das características ecológicas dos ecossistemas; o controle das cheias, a prevenção das inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas; a proteção das áreas de recarga dos aquíferos contra poluição e super-exploração; o controle da extração mineral nos corpos hídricos e nascentes, inclusive pelo estabelecimento de áreas sujeitas a restrições de uso; o zoneamento das áreas inundáveis; a prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra o assoreamento dos corpos de água (grifo nosso).

O instrumento central do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos é o Plano Estadual de Recursos Hídricos, tendo em vista que é a principal ferramenta de planejamento para o uso sustentável das águas em todo o território estadual. Segundo a Lei Nº 3.239 o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ) constitui-se num diploma diretor, visando fundamentar e orientar a formulação e a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos mesmos (Art. 6º).

Nesses termos, o objetivo central do PERHI é contribuir para a consolidação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos do estado do Rio de Janeiro, com o propósito de garantir a disponibilidade de água em volume e qualidade compatíveis com seus vários usos, atuais e futuros, reduzindo os conflitos pelo uso da água e a ocorrência e a extensão de eventos extremos (enchentes, secas e riscos associados ao comprometimento da qualidade dos recursos hídricos), particularmente nas áreas urbanas.

O primeiro e fundamental passo na consecução do PERHI é a elaboração do diagnóstico dos recursos hídricos e dos fatores intervenientes em sua conservação em escala compatível com o planejamento hídrico no território estadual, cujo foco são as regiões hidrográficas. Sem um diagnóstico que forneça as bases para a compreensão dos desafios a serem enfrentados não é possível identificar prioridades, traçar diretrizes e programar ações que preparem o estado para o futuro, orientando os agentes públicos, privados e sociedade em geral para o uso sustentável dos recursos hídricos.

O processo de elaboração do PERHI visa instrumentalizar o estado do Rio de Janeiro, sua esfera pública e a sociedade civil, com uma visão estratégica sobre a gestão dos recursos hídricos, sendo que os produtos deste processo deverão ser construídos de forma consensual e participativa, nos quais são identificados desafios e alternativas para

solucioná-los e estabelecidos pactos institucionais e sociais para implementar os programas propostos.

Destacam-se como fundamentos na elaboração do PERHI enquanto um pacto institucional e social:

- ✓ o diálogo entre os diferentes setores da sociedade como forma de construção de uma visão estratégica dos recursos hídricos integrada e sustentável social, política e ambientalmente;
- ✓ o respeito e fortalecimento das instâncias de participação social já existentes no sistema de gestão de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro;
- ✓ a busca da articulação e integração institucional entre as diferentes políticas públicas setoriais, visando a gestão integral dos recursos hídricos;
- ✓ a fundamentação técnica como ferramenta de explicitação de conflitos de interesses e identificação de alternativas de soluções viáveis para a resolução dos problemas;
- ✓ o reconhecimento da água como portadora de múltiplos valores, tais como, econômico, social, político, cultural e natural;
- ✓ a busca de soluções de curto, médio e longo prazo, para os desafios apontados no diagnóstico dos recursos hídricos;
- ✓ o estabelecimento de compromissos institucionais e sociais tendo como referência os programas e metas estratégicas indicadas pelos estudos e a capacidade de execução assumida pelos atores sociais envolvidos.

Os estudos que compõem o diagnóstico do PERHI contemplam a elaboração de estudos estratégicos para a gestão dos recursos hídricos do estado, a saber:

- Estudos hidrológicos e de vazões extremas;
- Avaliação da rede quali-quantitativa para gestão e proposta de pontos de controle para as bacias hidrográficas;
- Vulnerabilidade a eventos críticos;
- Avaliação de fontes alternativas para abastecimento do estado do Rio de Janeiro, com ênfase no abastecimento para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro;
- Avaliação do potencial hidrogeológico dos aquíferos fluminenses;
- Avaliação dos impactos sinérgicos dos aproveitamentos hidrelétricos no ERJ;
- Estudos de Avaliação da Intrusão Salina.

Outros estudos, não menos importantes, foram desenvolvidos e compõem esse relatório do diagnóstico, a saber: análise do sistema de gestão de recursos hídricos; caracterização ambiental do estado do Rio de Janeiro; disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas; usos e demandas de recursos hídricos, balanço hídrico e infraestrutura de saneamento básico.

O conteúdo relacionado acima está consolidado em relatórios técnicos específicos que consubstanciam o diagnóstico. Assim sendo, o diagnóstico consiste em uma síntese amparada e integrada aos estudos desenvolvidos, apresentados aqui em 16 capítulos, incluindo essa introdução.

2. SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A Política Estadual de Gestão das Águas do Rio de Janeiro caracteriza-se por algumas inovações que a diferencia de outras políticas estaduais de gestão das águas, entre as quais, destacam-se a Lei nº 4.247/2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos, em função da estratégia e metodologia de operacionalização utilizada; a lei nº 5.234/2008, resultante do processo de negociação com o Setor de Saneamento Básico que possibilita o repasse dos custos da cobrança aos respectivos usuários destes serviços; a Lei nº 5.101/2007, que dispõe sobre a criação do Inea como executor das políticas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e florestais e a lei nº 5.639/2010, que dispõe sobre os contratos de gestão entre o Inea e entidades delegatárias de funções de agência de água.

No período entre 1999 e 2003 a Serla desempenhou o papel de órgão gestor de recursos hídricos com o objetivo de implementar os instrumentos de gestão previstos na legislação e administrar o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - Fundrhi, enfrentando, contudo, inúmeras dificuldades relacionadas à sustentabilidade econômica e financeira do sistema.

Com a aprovação da lei da cobrança, em 2003, e sua posterior implementação, observou-se um significativo avanço na consolidação do sistema de gestão de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro, com a implantação de todos os comitês em rios de domínio estadual e maior dinâmica na implementação dos procedimentos e instrumentos de gestão, tais como, cadastro de usuários de recursos hídricos, outorga, planos de bacia e sistema de informações.

Em 2007, com o objetivo de integrar as políticas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e recursos florestais, foi criado o Instituto Estadual do Ambiente - Inea, que passou a incorporar as atribuições, competências e estruturas institucionais da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - Feema, da Fundação Instituto Estadual de Florestas – IEF e da Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas - Serla.

Esta estratégia institucional inovadora vem sendo executada pelo Inea, não sem enfrentar grandes desafios, alguns já superados, sendo que outros permanecem em função da complexidade da tarefa de integrar políticas oriundas de culturas institucionais e normativas operacionais distintas. Agregam-se a estes desafios o fato de a Serla, desde sua criação, se caracterizar como um órgão executor de obras que posteriormente também assumiu o papel de órgão gestor de recursos hídricos.

Em parte devido ao volume das atribuições assumidas, o Inea foi criado com uma estrutura institucional complexa, constituída de setores, núcleos e assessorias, que são resquícios da organização institucional dos órgãos incorporados ao Inea. Esta estrutura, detalhada no Regimento Interno, é um dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos, pois a Diretoria de Gestão das Águas e do Território - Digat, que tem como competência coordenar a gestão da água e do território no estado, depende de uma estreita e eficiente integração com outras diretorias do Inea para implementar os instrumentos de gestão de recursos hídricos, tais como a outorga e o sistema de informações, entre outros aspectos.

No estado do Rio de Janeiro foram criadas todas as instâncias do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Segrhi) legalmente previstas. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (Cerhi) foi instalado em dezembro de 2000, tendo inclusive superado o esvaziamento provocado pela tensão que se instalou entre os

representantes do conselho e do governo do estado, no período entre 2003 e 2006, devido à forma como a lei estadual da cobrança pelo uso da água foi encaminhada e aprovada na Assembléia Legislativa do Estado, sem prévio conhecimento do Cerhi.

A partir de 2007, constata-se uma maior regularidade de reuniões do Conselho. Vale observar que grande parte de suas deliberações são referentes à aprovação de projetos encaminhados pelos Comitês de Bacia, que utilizam recursos da cobrança pelo uso das águas. Este fato tem limitado a discussão e o posicionamento do Cerhi sobre projetos estratégicos para a gestão de recursos hídricos em curso no Rio de Janeiro, destacando-se ainda, a urgência em se definir estratégias que garantam maior agilidade e eficiência na utilização dos recursos do Fundrhi.

Entre 2002 e 2011 foram instalados os comitês das regiões hidrográficas de domínio estadual (Região I - CBH Baía da Ilha Grande; Região II - CBH dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim; Região III - CBH Médio Paraíba do Sul; Região IV - CBH do rio Piabanha e sub-bacias Hidrográficas dos rios Paquequer e Preto; Região V- CBH da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá; Região VI - CBH das lagoas de Araruama e Saquarema e dos rios São João e Una; Região VII - CBH Rio Dois Rios; Região VIII- CBH Macaé e das Ostras; Região IX - CBH Baixo Paraíba do Sul), os quais se encontram em pleno funcionamento. A bacia do rio Itabapoana, por deliberação do Cerhi no dia 22/05/2013, passou a integrar a RH-IX, agora denominada Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. A Região X foi extinta por essa mesma deliberação. A figura 2.1 mostra a atual divisão hidrográfica do estado e os respectivos comitês já instalados.

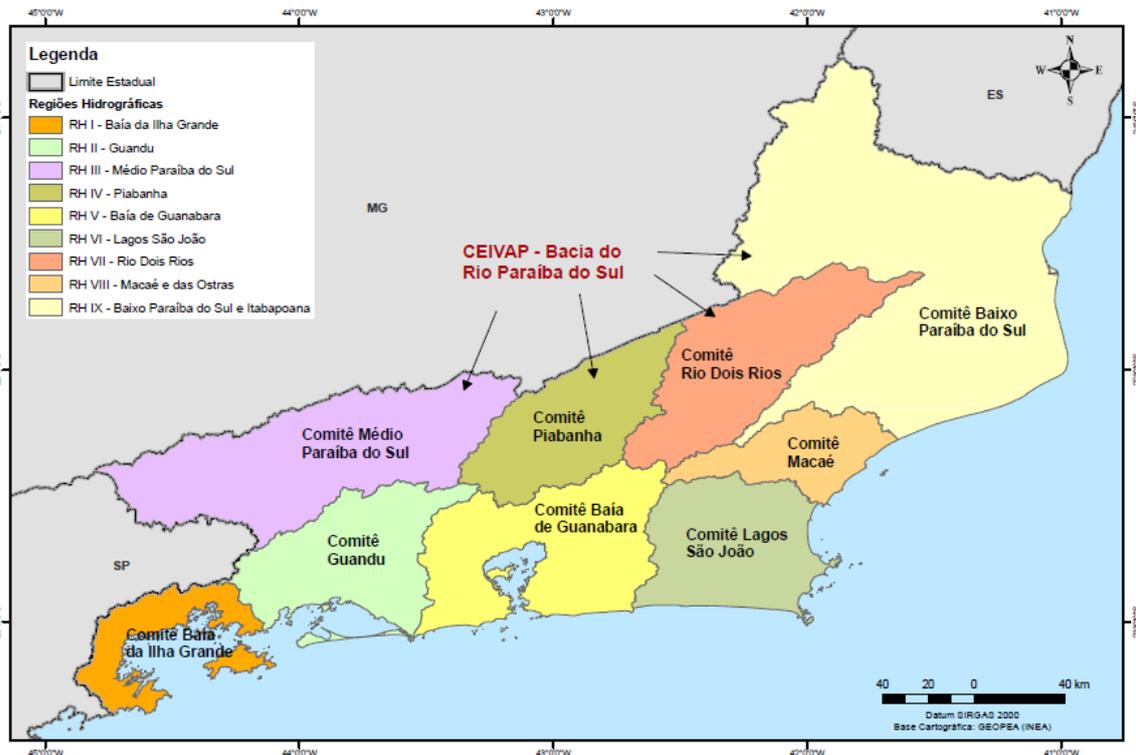


Figura 2.1 - Regiões Hidrográficas e Comitês de Bacia no Estado do Rio de Janeiro

Observa-se que devido às especificidades de cada região e de suas formas de organização, que se refletem nos Comitês de Bacia, os mesmos apresentam sistemáticas e ritmos de funcionamento diferenciados que precisam ser considerados no processo de implementação dos instrumentos de gestão. Por outro lado, detecta-se a necessidade de normatizar um conjunto de regras e procedimentos básicos para orientar o funcionamento

dos mesmos, o processo eleitoral de renovação dos membros, a relação dos CBH's com as entidades delegatárias, entre outros aspectos.

A constituição de alguns comitês de bacia do estado do Rio de Janeiro foi precedida de consórcios intermunicipais ou associações de preservação e recuperação ambiental. Esta particularidade possibilitou, no caso da Região Hidrográfica Lagos São João, uma relação de recíproco fortalecimento entre os dois colegiados.

Outra especificidade do estado é que parte significativa do território fluminense integra a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, de domínio da União, com comitê implantado desde 1999 e quatro outros comitês de bacias hidrográficas no trecho fluminense (Médio Paraíba do Sul, Rio Piabanha e sub-bacias dos rios Paquerer e Preto, Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul). A complexidade dessa bacia hidrográfica, cujo território é compartilhado por três importantes estados brasileiros, chama atenção para a necessidade de se definir e estimular mecanismos de integração de informações, diretrizes e procedimentos voltados para a gestão sustentável dos recursos hídricos desta bacia.

Em termos institucionais e legais, destaca-se ainda que em 2010, como estratégia para agilizar a aplicação dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, o Governo do Estado optou pela promulgação de uma lei específica que autoriza contratos de gestão entre o órgão gestor estadual de recursos hídricos e entidades delegatárias das funções de agências de água, sendo o primeiro estado da federação a adotar tal procedimento, assim como fez a ANA em relação aos rios de domínio da União.

Os contratos de gestão firmados entre o Inea e a Agevap (05 comitês de bacia) e o CLSJ (01 comitê de bacia) estabelecem amplas obrigações às entidades delegatárias, que não se limitam ao apoio técnico operacional às secretarias executivas dos comitês de bacia, mas se caracterizam efetivamente como atribuições de uma agência de águas conforme previsto na legislação estadual e federal.

Compete ao Inea, em relação aos contratos de gestão, o suporte técnico, a disponibilização de informações às entidades delegatárias, o acompanhamento e a avaliação sistemática dos contratos. Neste sentido, o órgão vem buscando normatizar os procedimentos internos relativos aos contratos de gestão, entretanto, o setor responsável pela interface do Inea com as entidades delegatárias e comitês de bacia (Geagua/Digat) depende de um conjunto de informações e ações que integram as competências de outras diretorias ou até mesmo de outros órgãos, não conseguindo, por vezes, responder com a agilidade necessária às demandas oriundas dos contratos de gestão.

No contexto da política de recursos hídricos, os planos de bacias hidrográficas constituem-se no principal instrumento de suporte à gestão, pois a partir de sua elaboração é possível definir estratégias de ação e intervenções prioritárias, áreas de preservação e de recuperação, disponibilidade hídrica, critérios para outorga, subsídios para a definição dos mecanismos, critérios e valores para cobrança, entre outros.

No estado do Rio de Janeiro, todas as regiões hidrográficas já contam com algum instrumento de planejamento, planos elaborados em diferentes períodos e de conteúdos bastante variáveis, em alguns casos necessitando de complementações, como é o caso da Região Hidrográfica dos Lagos São João, ou de atualização, como na maioria das regiões hidrográficas.

Ainda que alguns comitês tenham acompanhado a elaboração dos planos de bacia, observa-se que os mesmos não vêm sendo utilizados como referencial para a

implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos e ambiental ou para o desenvolvimento de projetos estratégicos. Torna-se fundamental definir estratégias de construção dos Planos de Recursos Hídricos de modo a se estabelecer pactos sociais, com compromissos e metas assumidos por todos os setores que intervêm na região hidrográfica, agregando-se ao conteúdo técnico dos planos o conteúdo político-institucional.

O estado do Rio de Janeiro não possui legislação específica de classificação das águas e enquadramento dos seus corpos hídricos. O sistema de classificação e as diretrizes para enquadramento seguem a resolução Conama nº.357. Registra-se, entretanto, a perspectiva de se avançar na implementação deste instrumento fundamental para a gestão ambiental e de recursos hídricos com base nas propostas do Grupo Interno de Trabalho (GIT), criado em 2010 para o Projeto de Enquadramento dos Corpos de Água do estado do Rio de Janeiro.

O atual processo de concessão da outorga pelo Inea envolve diversas gerências e setores da Diretoria de Licenciamento Ambiental - Dilam e da Diretoria da Gestão da Água e do Território - Digat, chamando a atenção para a necessidade de se redefinir procedimentos que possam encurtar os trâmites internos, garantindo maior agilidade e racionalidade. Os processos de solicitação de outorga e licença ambiental ainda tramitam separadamente, o que aumenta as etapas burocráticas e dificulta uma avaliação integrada que considere a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e o plano de bacia como referência para a concessão da outorga e do licenciamento ambiental.

Observa-se, também, que se faz necessária uma maior agilidade e transparência na divulgação das informações sobre as outorgas e licenças ambientais concedidas pelo Inea, por região hidrográfica e tipo de uso, assim como os seus condicionantes, de modo a incentivar, inclusive, o acompanhamento e o controle social por parte dos comitês de bacia.

Quanto ao instrumento de cobrança pelo uso das águas no estado do Rio de Janeiro, observa-se que a partir de sua implementação o estado avançou na estruturação do modelo de gestão, com a criação dos comitês de bacia, a consolidação da cobrança e os contratos de gestão com entidades delegatárias das funções de agências de água. Os entraves e desafios iniciais, inclusive com a cobrança do setor de saneamento, foram sendo superados com negociação e a normatização legal de procedimentos institucionais.

A cobrança pelo uso da água no estado do Rio de Janeiro é um instrumento de gestão em avançado processo de consolidação. Entretanto, o substancial aumento na arrecadação nos últimos anos e o mecanismo institucional de repasses de recursos, via contrato de gestão para entidades delegatárias, não tem sido capaz de garantir a agilidade necessária e a efetiva aplicação dos recursos em ações e investimentos deliberados pelos comitês de bacia.

Como a utilização dos recursos oriundos da cobrança está vinculada às deliberações dos comitês de bacia e do Cerhi, evidencia-se como um significativo desafio ao Segrhi do Rio de Janeiro a definição de estratégias e procedimentos mais eficazes para utilização destes recursos, pois a atual situação coloca em risco a lógica do sistema de gestão de recursos hídricos, em especial do instrumento da cobrança pelo uso da água.

O Sistema Estadual de Informações de Recursos Hídricos - Segirh se encontra concebido e disponibilizado para o uso dos diversos setores do Inea que atuam na

gestão ambiental e de recursos hídricos, entretanto, nem todos os módulos estão sendo alimentados de forma sistemática. A plena utilização do Segirh possibilitará agilidade e integração no compartilhamento de informações e uma maior transparência da atuação do órgão perante a sociedade.

No contexto da Secretaria de Estado e Ambiente, vários projetos estratégicos estão sendo implementados, os quais inovam na forma de compreender a inter-relação da gestão de recursos hídricos com outras políticas públicas, tais como o Pacto Pelo Saneamento, do Pagamento por Serviços Ambientais, do Projeto Iguaçu e do Gerenciamento Costeiro. Outras estratégias estão voltadas para a descentralização dos instrumentos de gestão como nos processos relativos ao licenciamento e a fiscalização e educação ambiental.

Uma das prioridades do Pacto pelo Saneamento, incorporada pelos comitês de bacia, é a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento, com a utilização de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água. Entretanto, o Pacto pelo Saneamento, assim como Projeto Iguaçu e o Projeto da Baía de Sepetiba, envolvem um conjunto bem mais amplo de ações, nas áreas de coleta e destinação correta de resíduos sólidos, de recuperação ambiental das margens dos rios, de manejo de águas pluviais e de controle do uso do solo, temas que não aparecem com tanta intensidade na pauta dos organismos colegiados, mas que são vitais para a eficácia da gestão de recursos hídricos.

Quanto ao arcabouço legal, o estado do Rio de Janeiro vem promovendo a articulação entre a gestão de recursos hídricos e a gestão ambiental. Entretanto, em termos da prática institucional, a almejada integração necessita de maior regulamentação e decisão político-institucional. Destacam-se, entre outros aspectos, a necessidade de:

- assimilar a bacia hidrográfica como referência de planejamento para a implementação dos instrumentos de gestão ambiental e de recursos hídricos;
- integrar os bancos de dados que devem compor o Sistema de Informações de Recursos Hídricos, o que depende de vários setores e diretorias do Inea, encontrando ainda muitas dificuldades para sua implementação;
- implementar os contratos de gestão com as entidades delegatárias das funções de agência de águas poderá representar um importante avanço para a descentralização da gestão de recursos hídricos e ambiental, mas ainda é vista dentro do órgão como algo específico da Diretoria de Gestão das Águas e do Território;
- integrar o monitoramento quanti-qualitativo da água, ainda dissociado em termos da produção e sistematização de dados, irá contribuir para a gestão eficiente dos recursos hídricos no contexto das bacias hidrográficas;
- definir uma sistemática de procedimentos e de articulação interna que garantam à Digat o acesso às informações, em tempo real, sobre a implementação de todos os instrumentos de gestão, assim como dos procedimentos que dão suporte à gestão de recursos hídricos;
- aperfeiçoar os mecanismos de comunicação e de diálogo interno no Inea, tornando-o amplo e sistemático, de forma que todas as diretorias, incluindo suas equipes técnicas, tenham conhecimento do desenvolvimento de projetos, atividades e intervenções que são estratégicas para o órgão e para a gestão ambiental; e
- definir estratégia e sistemática de integração de pautas entre os diferentes organismos colegiados que constituem os sistemas de gestão ambiental e de

recursos hídricos, tais como: Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Conselho Superior do Fecam e Comitês de Bacias Hidrográficas.

A decisão política de unificar os três órgãos (Serla, Feema e IEF) criando o Inea, apresenta importantes resultados, mas ainda é necessário o esforço institucional para criar a “cultura” do novo órgão e de fato integrar instrumentos e procedimentos fundamentais para a gestão integral do ambiente.

O SERGHI do Rio de Janeiro conta com aspectos que favorecem o seu avanço e consolidação. Quanto aos desafios que se colocam no momento, fica evidenciado que dependem, em sua maioria, de decisões e definições político-institucionais do órgão de gestão, visando garantir a integração interna.

Entretanto, a consolidação da gestão participativa depende de uma postura mais pró-ativa do CERHI e dos comitês de bacia, no sentido de assumirem plenamente as competências que lhes são legalmente delegadas e de compartilharem as responsabilidades na definição e implementação da Política de Gestão de Recursos Hídricos.

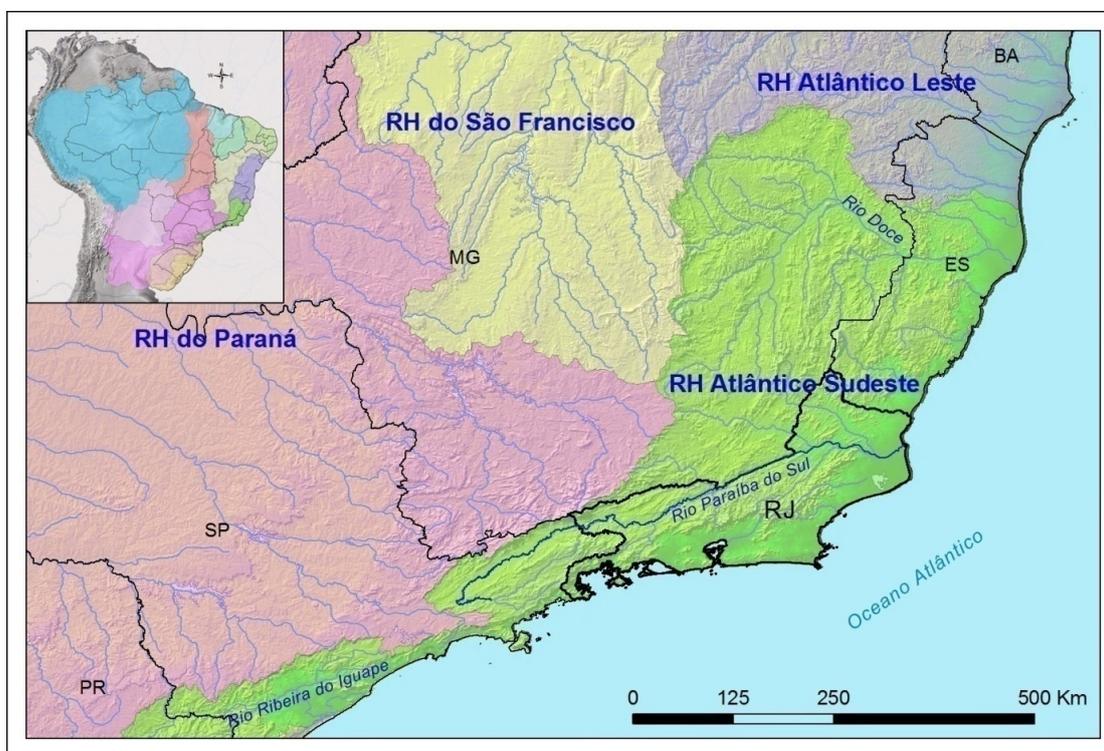
Finalmente, é importante registrar a necessidade de definição de uma estratégia de comunicação mais estruturada e sistemática do Segrhi com a sociedade, em termos da gestão da água e do próprio Sistema, sua estrutura, seus organismos colegiados e seus instrumentos de gestão, visando ampliar a consciência, a participação cidadã e o controle social, a disseminação da informação e a transparência da gestão pública.

3. UNIDADES DE PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS ESTADUAIS

3.1. Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (RH)

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) tem como objetivo geral estabelecer diretrizes para a gestão sustentável das águas do estado do Rio de Janeiro, fundamentando e orientando a implementação das políticas relacionadas direta e indiretamente com a conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos.

Na Divisão Hidrográfica Nacional instituída pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), o estado do Rio de Janeiro faz parte da Região Hidrográfica denominada Atlântico Sudeste (figura 3.1.1). Essa região compreende as bacias dos rios que deságuam no Oceano Atlântico, no trecho sudeste do país (Caracterização Ambiental, Relatório R2-F).



Fonte: Caracterização Ambiental (Relatório R2-F)

Figura 3.1.1 - O Estado do Rio de Janeiro na Divisão Hidrográfica Nacional

De acordo com o Atlas de monitoramento hidrológico da ANA, o estado do Rio de Janeiro encontra-se inserido na Bacia nº 5, abrangendo em todo o seu território parte das sub-bacias 58 (Paraíba do Sul), 59 (Litorânea) e 57 (Itabapoana).

A Serra do Mar é o grande divisor de águas do estado, dividindo a drenagem natural em duas vertentes: rio Paraíba do Sul e região litorânea.

O rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no estado de São Paulo, a 1.800m de altitude, e deságua no norte fluminense, no município de São João da Barra. Sua bacia tem forma alongada, com comprimento cerca de três vezes maior que a largura máxima, e distribui-se na direção leste-oeste entre as serras do Mar e da Mantiqueira. Sua bacia

estende-se na Região Sudeste por cerca de 55.500km² em terras dos estados de São Paulo (13.900km²), Minas Gerais (20.700km²) e Rio de Janeiro (20.900km²).

Por atravessar três estados, o rio Paraíba do Sul é de dominialidade federal, portanto, a gestão de sua bacia é de competência da ANA. No entanto, muitos de seus afluentes e cursos d'água secundários estão localizados integralmente em território dos estados, tendo assim o domínio estadual. No trecho fluminense, destacam-se os seguintes rios estaduais: das Flores, Piabanha, Preto/Paquequer, Paquequer, Dois Rios, Grande, Bengala e Calçado.

Os rios federais que fazem parte da bacia do rio Paraíba do Sul e atravessam o território do estado são os seguintes: Bananal, Paraibuna Mineiro, Preto, Pomba, Muriaé, Carangola e Piraf.

Já as diversas sub-bacias que compõem a região litorânea, apresentam, de forma geral, áreas de drenagem de pequeno e médio porte, e extensão relativamente pequena das cabeceiras até a foz (lagoas costeiras, baías ou oceano). Esse fato é decorrente da proximidade entre a Serra do Mar e o Litoral. Assim, os cursos d'água apresentam diferenças altimétricas elevadas, entre o trecho superior situado em encostas íngremes, e o inferior, localizado em baixadas geralmente muito urbanizadas.

A sub-bacia 59 está praticamente toda inserida em território fluminense, sendo, portanto, a maioria de seus rios de domínio exclusivamente estadual. Seus principais cursos d'água são: Guandu, Guandu-Mirim, da Guarda, São João, Macaé, Iguçu/Sarapuí, Macacu e Macabu. Os rios federais localizados na sub-bacia 59 possuem áreas relativamente pequenas e abrangem áreas dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. São eles: Rios Mambucaba, Bracuí e Ariró.

O rio Itabapoana nasce na serra de Caparaó (MG) com o nome de rio Preto, passando para Itabapoana após a foz do rio Verde, um de seus afluentes. Da confluência com o ribeirão das Onças, até a sua foz no Oceano Atlântico, o Itabapoana separa os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo.

No estado do Rio de Janeiro, a bacia do rio Itabapoana abrange uma área de 1.507,3 km², representando cerca de 40 % da área total da bacia. Por atravessar dois estados, sua dominialidade é federal, no entanto, a maioria de seus afluentes pela margem direita é de domínio do estado do Rio de Janeiro.

Para fins de planejamento e gestão das águas e do meio ambiente, a Resolução CERHI n° 18 de 08 de novembro de 2006 dividiu o território do Estado em 10 Regiões Hidrográficas (RH). No desenvolvimento do PERHI identificou-se a necessidade de correções nesses limites, permitindo otimizar a gestão das águas no território fluminense e readequar a área de abrangência dos atuais comitês de bacias hidrográficas. As alterações fizeram-se necessárias tendo em vista as bases cartográficas atualmente disponíveis e a atual divisão municipal do estado do Rio de Janeiro. As mudanças propostas foram ratificadas pela Resolução CERHI-RJ N° 107 de 22 de maio de 2013.

A tabela 3.1.1 apresenta o número de municípios e a área de drenagem de cada uma das nove Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, e a figura 3.1.2 a configuração espacial dessas regiões.

Tabela 3.1.1 – Regiões Hidrográficas, número de municípios e área

Região Hidrográfica	Nome	Número de Municípios	Área (km ²)	Área relativa
RH - I	Baía da Ilha Grande	3	1.758,6	4,0 %
RH - II	Guandu	17	3.712,9	8,5 %
RH - III	Médio Paraíba do Sul	20	6.429,1	14,7 %
RH - IV	Piabanha	12	3.459,2	7,9 %
RH - V	Baía de Guanabara	18	4.813,6	11,0 %
RH - VI	Lagos São João	13	3.650,7	8,3 %
RH - VII	Dois Rios	13	4.462,4	10,2 %
RH - VIII	Macaé e das Ostras	7	2.012,9	4,6 %
RH - IX	Baixo Paraíba do Sul	23	13.467,6	30,8 %

Obs.: Um mesmo município pode estar em mais de uma RH.

Vale destacar que, das nove Regiões Hidrográficas do Estado, mais da metade abrange a bacia do rio Paraíba do Sul: três integralmente (RH-III, RH-IV e RH-VII), uma parcialmente (RH-IX) e a RH-II que está interligada ao rio Paraíba do Sul através do sistema de transposição de águas do Sistema Light.

A tabela 3.1.2 reúne os cursos d'água de dominialidade federal, as áreas de drenagem de suas bacias hidrográficas e a parcela de suas áreas em território fluminense.

Tabela 3.1.2 – Cursos D'água de Dominialidade Federal no estado do Rio de Janeiro

Região Hidrográfica	Curso D'água	Área da bacia (km ²)	Área da bacia no ERJ (km ²)
RH-I	Mambucaba	738,4	355,6
	Bracuí	196,6	88,3
	Ariró	62,9	38,3
RH-II	Piraí	1.117,6	1.009,7
RH-III	Bananal	523	118,2
	Preto	3.414,2 ⁽¹⁾	1.767,9
	Paraibuna Mineiro	8.558 ⁽¹⁾	1.877,5
RH-VII	Pirapetinga	691 ⁽¹⁾	75,9
RH-IX	Muriaé	8.162 ⁽¹⁾	3.097,9
	Carangola	2.027 ⁽¹⁾	684,2
	Pomba	8.616 ⁽¹⁾	896,7
	Itabapoana	4.875	1.507,3
RH-III, RH-IV, RH-VII e RH-IX	Paraíba do Sul	55.500 ⁽¹⁾	20.829 ⁽²⁾

Obs: (1) - Fonte: Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança

(2) – Valor aproximado

Uma síntese resumida com informações a respeito dos municípios e das principais bacias de cada uma das regiões hidrográficas é apresentada a seguir.

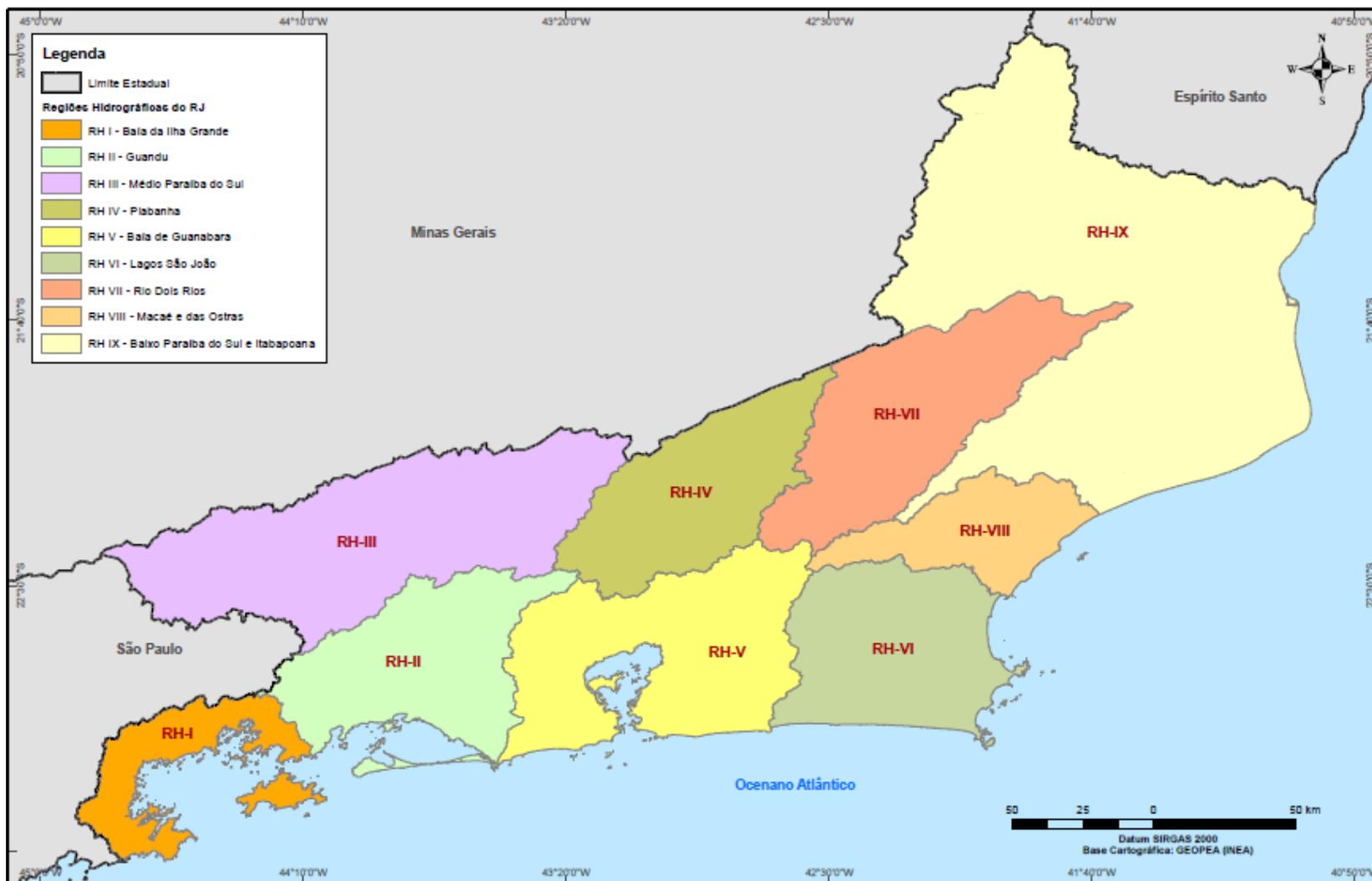


Figura 3.1.2 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

RH-I Baía da Ilha Grande

Municípios: Paraty e Angra dos Reis e parcialmente Mangaratiba.

Principais Bacias Hidrográficas: bacias contribuintes à Baía de Parati, bacia do rio Mambucaba, bacias contribuintes à Enseada de Bracuí, bacia do Bracuí, bacias contribuintes à Baía da Ribeira, bacias da Ilha Grande, bacia do rio Conceição de Jacareí.

RH-II Guandu

Municípios: Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica e parcialmente: Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do Santana, bacia do São Pedro, bacia do Macaco, bacia do Ribeirão das Lajes, bacia do Guandu (canal São Francisco), bacia do rio da Guarda, bacias contribuintes à represa de Ribeirão das Lajes, bacia do canal do Guandu, bacia do Guandu-Mirim, bacias contribuintes ao litoral de Mangaratiba e de Itacurussá, bacia do Mazomba, bacia do Piraquê ou Cabuçu, bacia do canal do Itá, bacia do Ponto, bacia do Portinho, bacias da Restinga de Marambaia, bacia do Piraí.

RH-III Médio Paraíba do Sul

Municípios: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian e parcialmente: Mendes, Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do Preto, bacias do curso Médio Superior do Paraíba do Sul

RH-IV Piabanha

Municípios: Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis e parcialmente: Carmo, Petrópolis, Paraíba do Sul, Três Rios, Paty do Alferes.

Principais Bacias Hidrográficas: bacias da margem direita do Médio Inferior do Paraíba do Sul, bacia do Piabanha, sub-bacias dos rios Paquequer e Preto.

RH-V Baía de Guanabara

Municípios: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis e parcialmente: Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.

Principais Bacias Hidrográficas: bacias contribuintes às lagoas de Itaipu e Piratininga, bacia do Guaxindiba-Alcântara, bacia do Caceribu, bacia do Guapimirim-Macacu, bacia do Roncador ou Santo Aleixo, bacia do Iriri, bacia do Suruí, bacia do Estrela, Inhomirim, Saracuruna, bacias contribuintes à praia de Mauá, bacia do Iguaçu, bacia do Pavuna-Meriti, bacias da Ilha do Governador, bacia do Irajá, bacia do Faria-Timbó, bacias drenantes da vertente norte da Serra da Carioca, bacias drenantes da vertente sul da Serra da Carioca, bacias contribuintes à praia de São Conrado, bacias contribuintes ao complexo lagunar de Jacarepaguá.

RH-VI Lagos São João

Municípios: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo e parcialmente: Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Maricá.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do São João, bacia do Una, bacia do canal dos Medeiros, bacias contribuintes ao complexo lagunar de Saquarema, Jacomé e Araruama, bacias do litoral de Búzios.

RH-VII Rio Dois Rios

Municípios: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, São Sebastião do Alto e parcialmente: Carmo, Itaocara, Nova Friburgo, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena, São Fidélis.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do rio Negro e Grande/Dois Rios, bacia do Ribeirão do Quilombo, bacia do Ribeirão das Areias.

RH - VIII Macaé e das Ostras

Municípios: Macaé e parcialmente: Carapebus, Conceição de Macabu, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo e Rio das Ostras.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do Jundiá, bacia do Macaé e bacia do Imboacica.

RH- IX Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Municípios: Quissamã, São João da Barra, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracena, Laje do Muriaé, Bom Jesus do Itabapoana, São Francisco de Itabapoana, Porciúncula, Varre-Sai, Campos dos Goytacazes e parcialmente: Itaocara, Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Santa Maria Madalena e São Fidélis.

Principais Bacias Hidrográficas: bacia do Muriaé, bacia do Pomba, bacia do Pirapetinga, bacia do Córrego do Novato e adjacentes, bacia do rio do Colégio, pequenas bacias da margem direita e esquerda do Baixo Paraíba do Sul, bacia do Jacaré, bacia do Campelo, bacia do Cacimbas, bacia do Muritiba, bacia do Coutinho, bacia do Grussaí, bacia do Iquipari, bacia do Açú, bacia do Pau Fincado, bacia do Nicolau, bacia do Preto, bacia do Preto Ururaí, bacia do Pernambuco, bacia do Imbé, bacia do córrego do Imbé, bacia do Prata, bacia do Macabu, bacia do São Miguel, bacia do Arrozal, bacia da Ribeira, bacia do Carapebus, bacia do Itabapoana, bacia do Guaxindiba, bacia do Buena, bacia do Baixa do Arroz, bacia do Guriri.

3.2. Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP)

As Unidades Hidrológicas de Planejamento são subdivisões das Regiões Hidrográficas tendo em vista a determinação das disponibilidades hídricas, demandas de recursos hídricos e o balanço hídrico visando o planejamento sustentável dos recursos hídricos regionais.

Para a divisão das UHPs foram adotados os seguintes critérios principais:

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

- Em situações com características hidrológicas distintas as áreas foram subdivididas em mais de uma UHP;
- Em regiões onde não há um curso d'água principal as bacias contíguas foram reunidas em uma única UHP;
- Na existência de interferências no curso d'água, tais como transposições, definiu-se a área a montante da interferência como uma UHP.

A UHP é a maior escala de planejamento no PERHI para análise de disponibilidade e demandas de recursos hídricos. Escalas mais detalhadas, quando necessárias, deverão ser realizadas em estudos específicos e nos planos de bacias hidrográficas.

A tabela 3.2.1 apresenta as unidades hidrológicas de planejamento definidas para as nove regiões hidrográficas do estado, e a figura 3.2.1 a distribuição espacial dessas UHPs.

Tabela 3.2.1 – Regiões Hidrográficas e Divisão por Unidades Hidrológicas de Planejamento

Região Hidrográfica	UHP	Nome
RH-I	I-a	Paraty
	I-b	Rio Mambucaba
	I-c	Angra dos Reis
	I-d	Ilha Grande
RH-II	II-a	Rio Piraí - montante Tocos
	II-b	Rio Piraí
	II-c	Foz Rio Piraí - Rio Sacra Família
	II-d	Reservatório de Lajes
	II-e	Rio Guandu
	II-f	Rios Litorâneos
	II-g	Rio da Guarda
	II-h	Rio Guandu-Mirim e Rios Litorâneos
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul – Margem Direita (montante Santa Cecília)
	III-b	Rio Paraíba do Sul – Margem Esquerda (montante Santa Cecília)
	III-c	Rio Paraíba do Sul – Margem Direita (Santa Cecília – Piabanha)
	III-d	Rio Paraíba do Sul – Margem Esquerda (Santa Cecília – Paraibuna)
	III-e1	Rio Preto – Margem Direita (montante Rio das Flores)
	III-e2	Rio das Flores
	III-e3	Rio Preto – Margem Direita (Foz - Rio das Flores)
III-f	Rio Paraibuna	
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado e afluentes
RH-V	V-a	Rios Iguaçu e Saracuruna
	V-b	Lagoa de Jacarepaguá e Marapendi
	V-c1	Rios Pavuna-Meriti, Faria-Timbó e Maracanã
	V-c1	Ilha do Governador
	V-c1	Ilha do Fundão
	V-c2	Lagoa Rodrigo de Freitas
	V-d1	Rio Macacu
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu e Guaxindiba
	V-d2	Ilha de Paquetá
	V-e1	Lagoas de Niterói
	V-e2	Lagoa de Maricá

Região Hidrográfica	UHP	Nome
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)
	VI-b	Rio Una
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes Margem Direita do Paraíba do Sul
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes Margem Direita do Paraíba do Sul
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé
	VIII-a2	Rio Imboacica
	VIII-b	Rio Jundiá
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluentes Margem Esquerda Rio Paraíba do Sul
	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes Margem Esquerda Rio Paraíba do Sul
	IX-b	Rio Imbé
	IX-c	Rio Macabu
	IX-d	Lagoa Feia/Sistema Macaé-Campos
	IX-e	Rio Pomba
	IX-f	Rio Muriaé
	IX-g	Sistema Vigário/Brejos - foz Paraíba do Sul (Margem Esquerda)
IX-h	Rio Itabapoana	

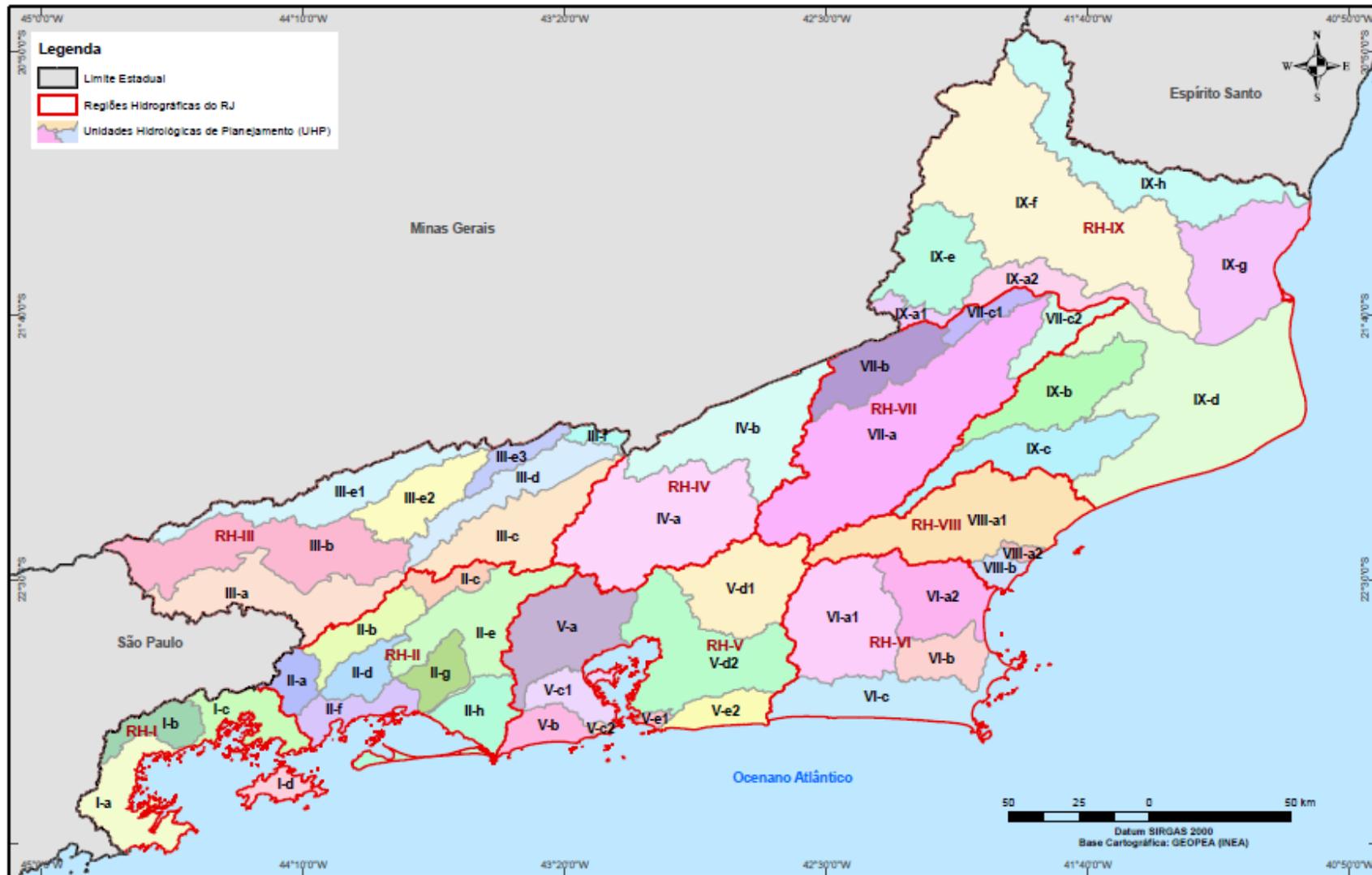


Figura 3.2.1 – Unidades Hidrológicas de Planejamento

4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

4.1. Apresentação

Este capítulo do Diagnóstico apresenta uma síntese de dois relatórios integrantes do PERHI: o relatório de Caracterização Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (R2-F) e o relatório de Unidades de Conservação e Proteção de Mananciais (R7-UC). Nesta síntese, são apresentadas as informações principais que caracterizam relevo, clima, vegetação, uso do solo e áreas protegidas.

4.2. Relevo

O relevo do estado do Rio de Janeiro é marcado pela presença da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar, que constituem os divisores da maior parte das bacias hidrográficas que drenam o território estadual (figura 4.2.1). Entre essas duas grandes serras formou-se a bacia do rio Paraíba do Sul, compartilhada com os estados de Minas Gerais (MG) e São Paulo (SP) e que ocupa grande parte do estado fluminense (RJ). Na vertente sul da Serra do Mar formaram-se as bacias que estão inteiramente no estado, inclusive algumas situadas na RH-I (Baía da Ilha Grande), compartilhadas com SP.

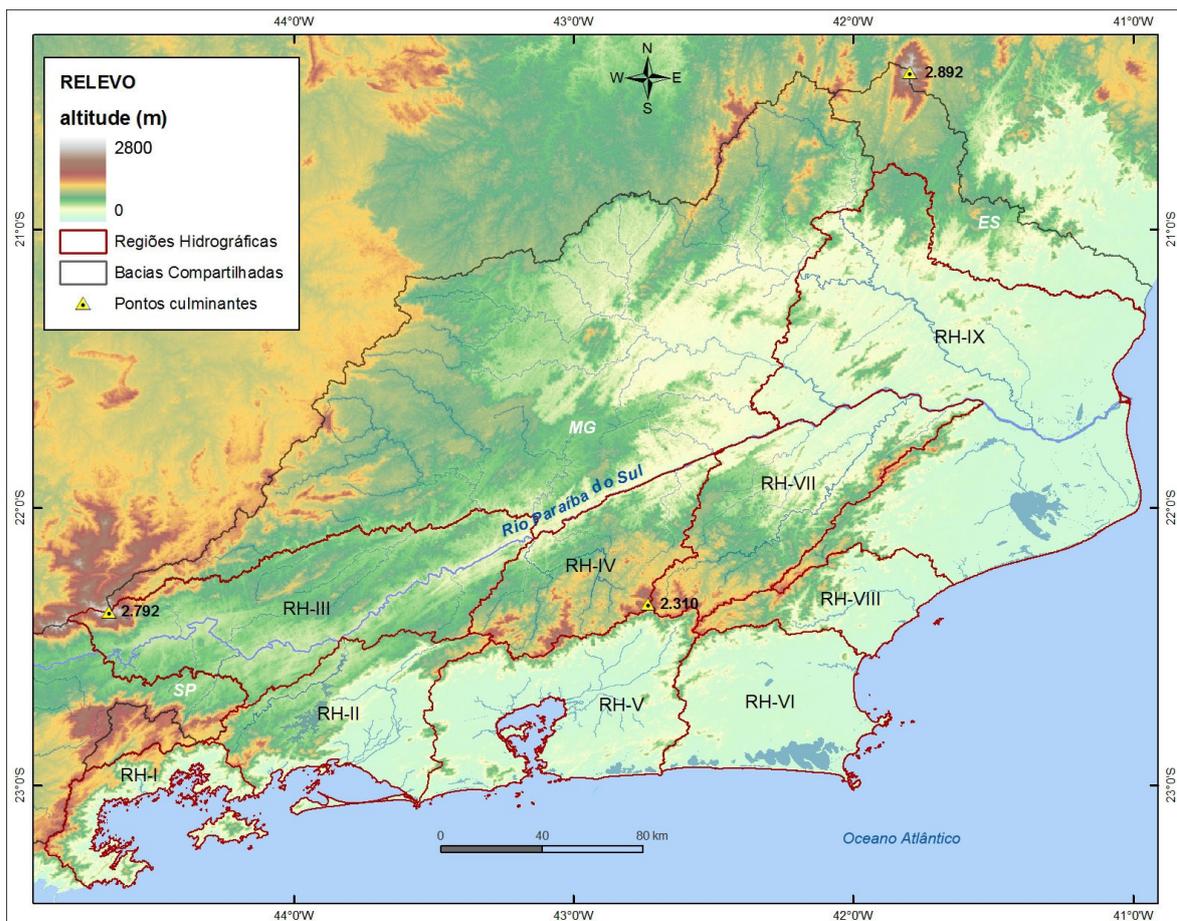


Figura 4.2.1 - Gradiente de altitude do estado do Rio de Janeiro (SRTM / NASA)

A divisa com o Espírito Santo (ES) coincide com o curso principal do rio Itabapoana, que tem suas nascentes na Serra do Caparaó, onde se encontra o 3º ponto culminante do

país, o Pico da Bandeira (2.892 m). No limite do território estadual, as altitudes variam desde o nível do mar até 2.792 m, no ponto culminante do estado, o Pico das Agulhas Negras, situado no Maciço do Itatiaia, Serra da Mantiqueira. Na cadeia de montanhas da Serra do Mar, as altitudes variam de cerca de 800 m, na borda da serra, a mais de 2.000 m nos pontos mais elevados. O ponto culminante da Serra do Mar no estado é a Pedra dos Três Picos (2.310 m), situada na divisa dos municípios de Teresópolis e Nova Friburgo, que coincide com o limite entre a RH-IV (Piabanha) e a RH-VII (Rio Dois Rios).

O mapa geomorfológico apresentado na publicação "O Estado do Ambiente: Indicadores Ambientais do Estado do Rio de Janeiro" (SEA/Inea 2011) divide o estado nas seguintes classes de amplitude altimétrica: serras escarpadas, com amplitudes superiores a 400 m; serras isoladas e locais, entre 200 e 400 m; morros, entre 100 e 200 m; colinas, entre 20 e 100 m; planícies fluviais e flúvio-marinhas, entre 0 e 20 m; e planícies costeiras constituídas por cordões arenosos, dunas e restingas (figura 4.2.2).

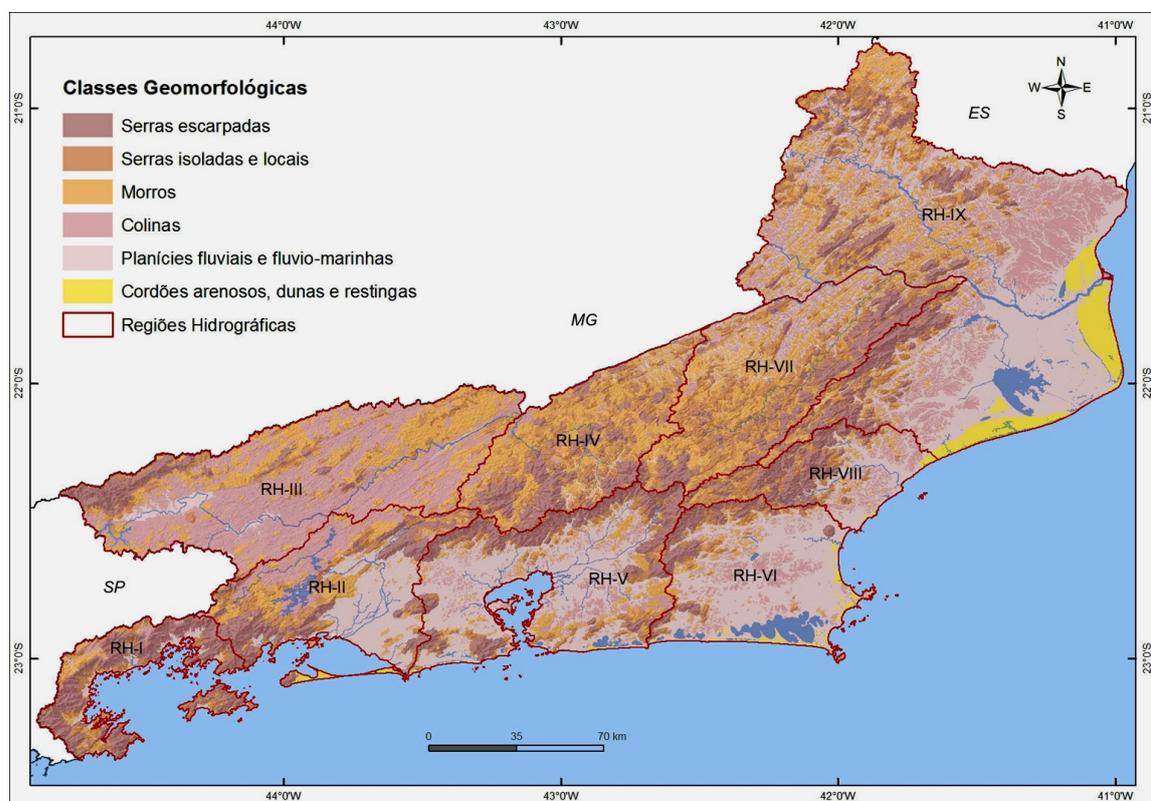


Figura 4.2.2 - Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro (SEA/Inea, 2011)

As serras ocupam 31% do território fluminense (serras escarpadas em 17% e serras isoladas/locais em 14%), mesmo percentual ocupado pelas áreas de relevo suave, somadas as planícies fluviais e flúvio-marinhas (29%) com os cordões arenosos, dunas e restingas (2%). As áreas de relevo intermediário ocupam juntas 37% do estado (morros em 18% e colinas em 19%). Essa distribuição varia muito nas Regiões Hidrográficas, verificando-se importantes extremos, como a ocorrência de serras em 77% da RH-I (Baía da Ilha Grande) e de planícies em 62% da RH-VI (Lagos São João).

A presença de serras escarpadas é uma característica comum às Regiões Hidrográficas e, esta condição, associada ao clima e às condições de cobertura florestal e uso do solo, tem importância fundamental para a gestão dos recursos hídricos no estado, tendo em vista a intensidade dos processos de erosão hídrica resultantes do papel preponderante do relevo na interação com os demais fatores ambientais.

4.3. Clima

O clima no estado do Rio de Janeiro é muito variado e fortemente influenciado pelo relevo. Como se pode observar no recorte do Mapa de Clima do Brasil (figura 4.3.1), as grandes serras (do Mar e Mantiqueira) influenciam na passagem de um clima quente e úmido das regiões de planícies e colinas, situadas entre a linha costeira e a Serra do Mar, para um clima mesotérmico nas áreas mais altas e um clima subquente mais seco nas regiões interiores, entre as grandes serras.

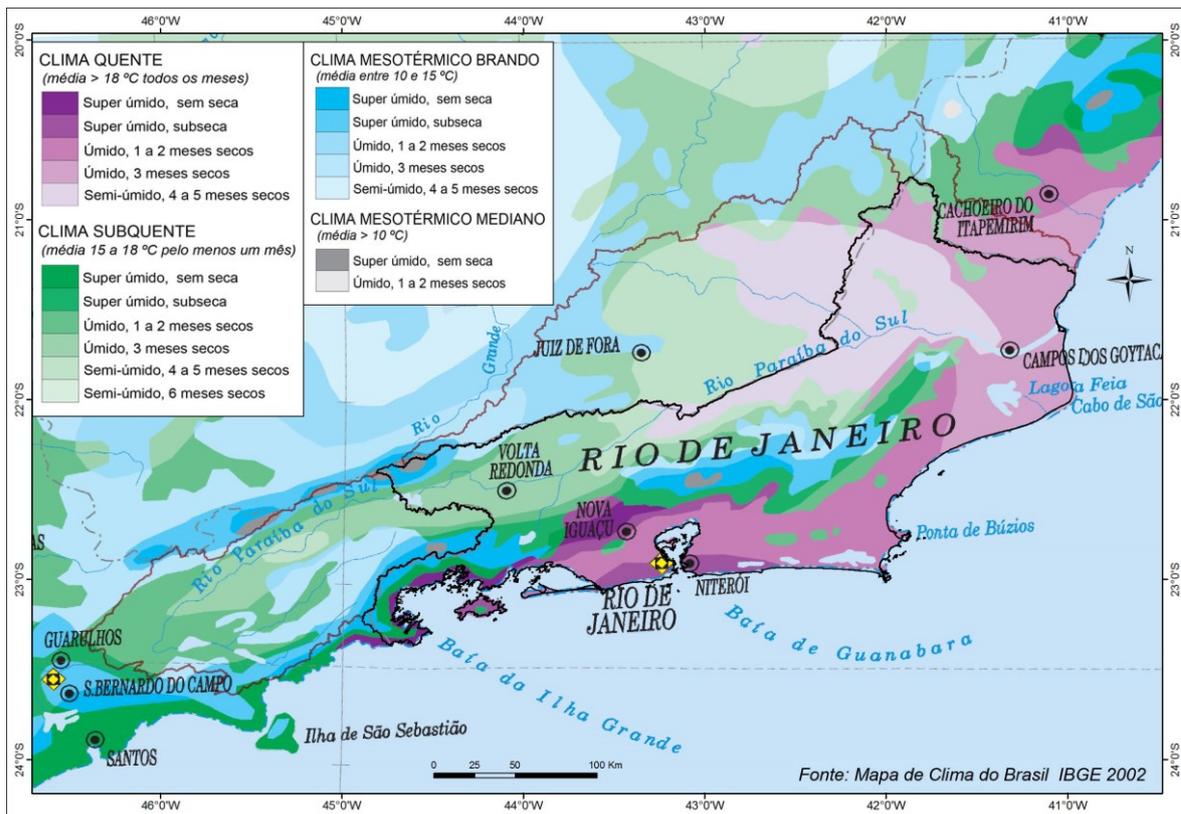


Figura 4.3.1 - Clima do estado do Rio de Janeiro e bacias compartilhadas (IBGE, 2002)

Nas regiões norte e nordeste do estado, onde a Serra do Mar termina e a Serra da Mantiqueira se distancia e perde altitude, cessa o efeito de barreira natural aos ventos úmidos litorâneos e evidencia-se uma extensa área de clima quente com marcada estacionalidade (4 a 5 meses secos no ano) em grande parte do Baixo Paraíba do Sul.

A pluviosidade é sempre maior nas escarpas das serras, onde ocorre a condensação e a precipitação, resultantes do encontro dos ventos úmidos do mar com as temperaturas mais frias, chegando a atingir mais de 2000 mm/ano. Para o interior, a partir das bordas das escarpas, as chuvas começam a diminuir, chegando ao vale do Paraíba do Sul com médias anuais em torno de 1100 a 1200 mm/ano.

Este padrão, de aumento da pluviosidade de acordo com a elevação altimétrica, atingindo maiores intensidades nas faces mais íngremes voltadas para o mar, também se observa na região do Médio Paraíba do Sul junto ao Maciço do Itatiaia (Serra da Mantiqueira) e no trecho sul da Serra do Mar, na bacia da baía da Ilha Grande (RH-I), sendo que, nesta, a serra está praticamente junto ao mar, verificando-se que as chuvas médias anuais já são superiores a 2000 mm/ano desde a linha costeira, atingindo 2500 mm/ano nas partes mais elevadas, próximo aos divisores da serra.

Em todo o estado e territórios vizinhos nas bacias compartilhadas, a pluviosidade é maior nos meses de verão (dezembro a março) e menor nos meses de inverno (julho a setembro), assim como as temperaturas. Os gráficos apresentados nas figuras 4.3.2 e 4.3.3, obtidos no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, exemplificam essas variações, com as séries históricas do período 1961-1990.

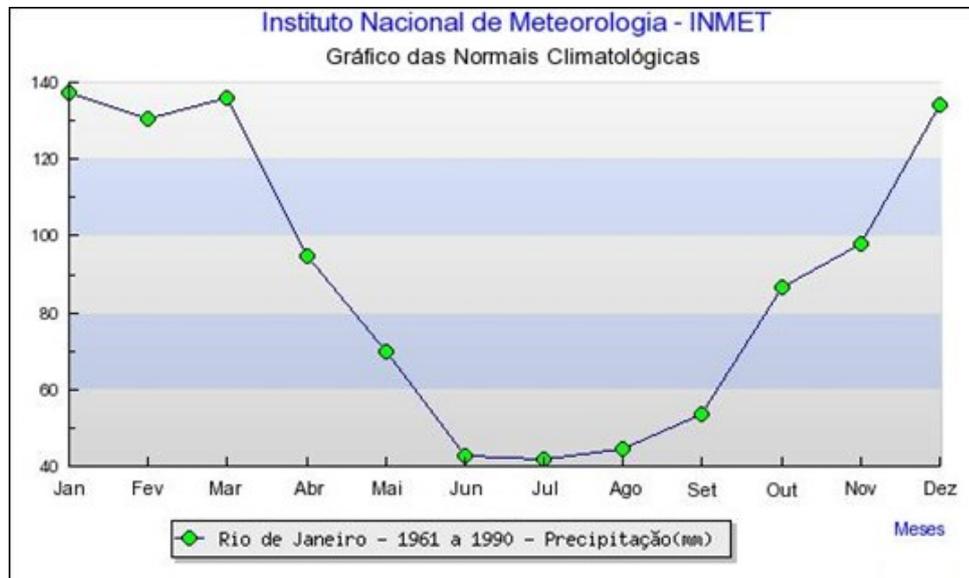


Figura 4.3.2 - Chuvas mensais médias, período 1961-1990, no Rio de Janeiro (INMET)

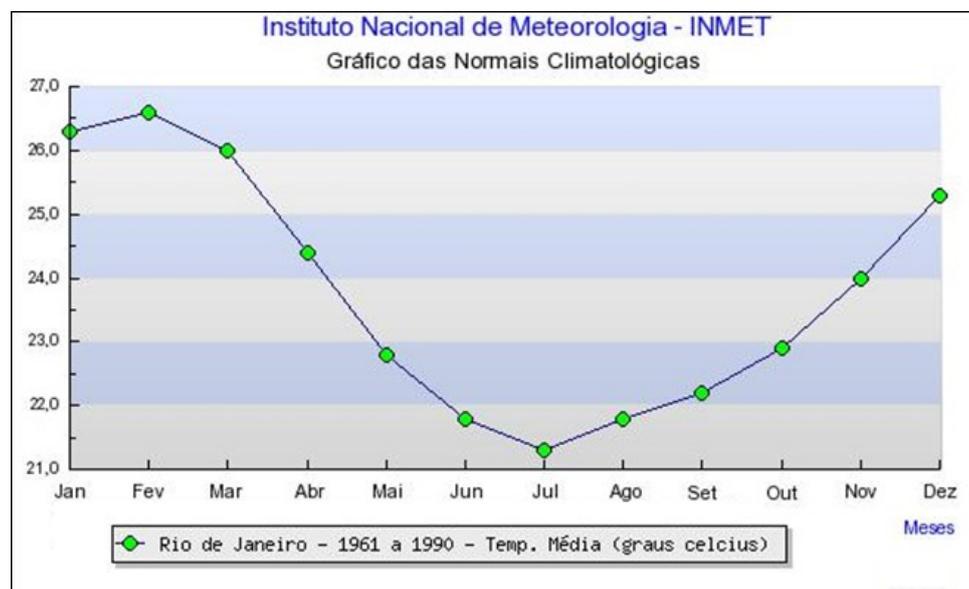


Figura 4.3.3 - Temperaturas mensais médias, período 1961-1990, no Rio de Janeiro (INMET)

Nas chuvas intensas de verão ocorrem frequentes inundações e deslizamentos na maior parte das regiões do estado (ver capítulo 5 deste Diagnóstico). Segundo Brandão (1992), episódios de chuvas torrenciais são peculiares de regiões tropicais e evidências de chuvas intensas foram verificadas desde os primeiros registros climatológicos oficiais no estado, iniciados em 1851 na cidade do Rio de Janeiro.

4.4. Vegetação e Uso do Solo

O estado do Rio de Janeiro e os territórios vizinhos nas bacias compartilhadas estão inteiramente inseridos na região do bioma Mata Atlântica, considerado um dos biomas *Hotspots* do mundo (mais ricos e mais ameaçados). Os ecossistemas florestais deste bioma ocupavam originalmente a maior parte do território fluminense. Além das florestas, fazem parte do bioma no estado as restingas e os manguezais, que também atingem porte arbóreo, e os campos de altitude, que ocorrem em regiões elevadas e frias, como o Pico das Agulhas Negras.

Segundo o monitoramento do bioma Mata Atlântica, realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o total de florestas remanescentes no estado do Rio de Janeiro tem se mantido próximo de 20% desde pelo menos o ano 2000. No entanto, segundo o mapeamento de vegetação e uso do solo, realizado para subsidiar o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ/SEA, 2009), as florestas ocupam uma área equivalente a 28,3% do território estadual. Já o percentual de formações pioneiras (restinga e mangue) é semelhante em ambos os mapeamentos (1,3%).

No entanto, apesar das diferenças percentuais, os mapeamentos dos remanescentes florestais mostram o mesmo padrão de fragmentação florestal no estado, com as mesmas grandes áreas de escassez de florestas e de concentração das áreas contínuas florestadas que restam.

É importante ressaltar que as florestas do estado do Rio de Janeiro já sofreram diversas alterações antrópica, sendo difícil supor que existam florestas primárias, nunca atingidas por corte raso ou queimada; talvez somente em alguns trechos mais íngremes e mais elevados das serras. Quanto mais fragmentada a floresta, maior a probabilidade de que sejam matas secundárias e empobrecidas quanto à composição e estrutura originais, o que também pode gerar distintas interpretações quanto ao limite de uma fisionomia florestal nos padrões de imagens de satélite de menor resolução, como as imagens do Landsat-TM utilizadas em ambos os mapeamentos citados.

Com as devidas limitações de análise, pertinentes à escala regional, o mapeamento realizado por UFRJ/SEA (2009) foi utilizado nesta análise de dados secundários para a caracterização ambiental do estado, tendo em vista que, além da vegetação remanescente, contempla também a identificação das principais formas de uso do solo, importantes para a análise integrada dos aspectos ambientais relacionados aos recursos hídricos.

Na figura 4.4.1 constam as principais classes de vegetação e uso do solo. Como se pode observar, comparando este mapa com os mapas de relevo (item 4.2), as florestas remanescentes estão concentradas nas áreas de relevo mais acidentado e tendem a ser mais fragmentadas e raras nas planícies. Os remanescentes de restinga estão em maior parte associados aos cordões arenosos litorâneos da RH-IX e em alguns fragmentos na RH-VI, onde também se observam as salinas às margens da grande Lagoa de Araruama. A área mais expressiva de mangue encontra-se na franja leste da baía de Guanabara, na RH-V. A única área classificada como "comunidade relíquia" corresponde aos campos de altitude do Pico do Itatiaia. Os pequenos fragmentos identificados como vegetação secundária em estágio inicial não são visíveis na escala deste mapa e situam-se, em maioria, na borda de fragmentos de florestas.

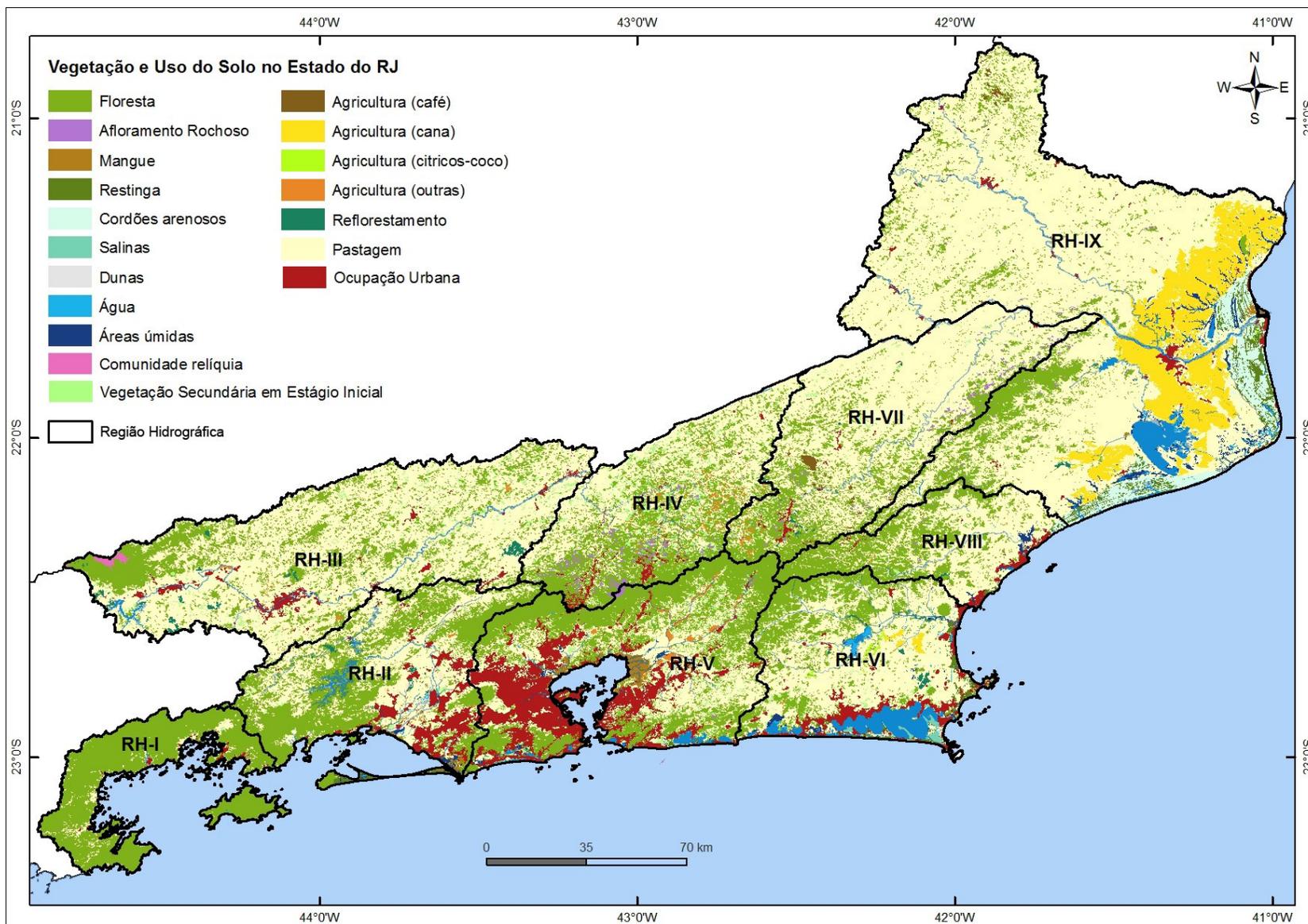


Figura 4.4.1 - Vegetação remanescente e malha urbana no estado do Rio de Janeiro (UFRJ/SEA 2009).

Em termos de remanescentes de ecossistemas naturais, somente as florestas atingem dimensões expressivas para uma análise regional no estado. O gráfico a seguir (figura 4.4.2) mostra a distribuição dos 28,3% de florestas do estado por Região Hidrográfica.

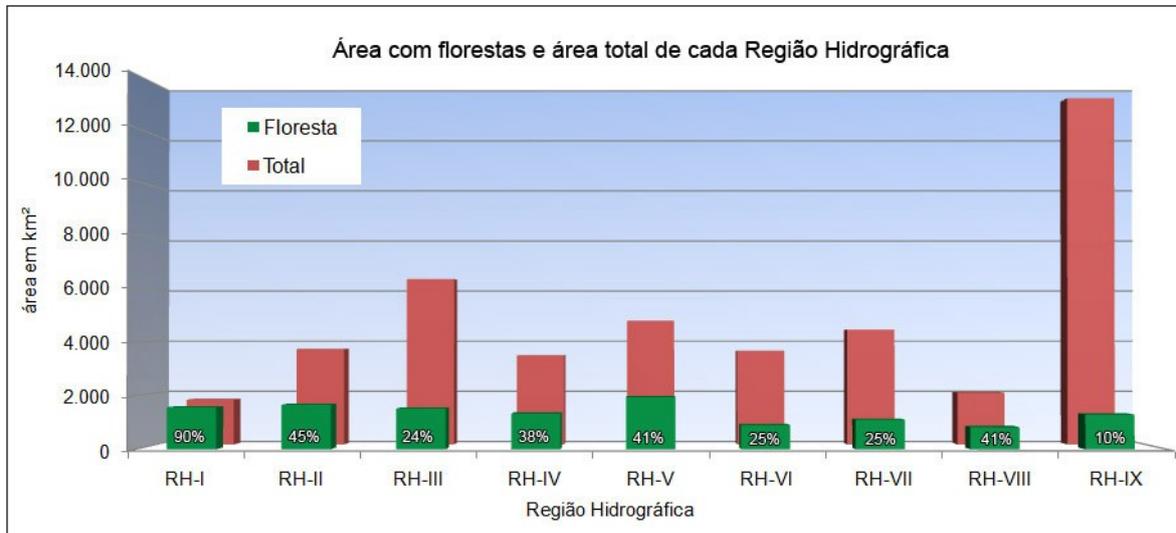


Figura 4.4.2 - Área de florestas e área total de cada Região Hidrográfica, com os respectivos percentuais (Fonte: Mapa de Vegetação e Uso do Solo, UFRJ/SEA, 2009)

A RH-I (Baía da Ilha Grande) tem a melhor cobertura florestal, tanto em relação à área total da RH, na qual as florestas ocupam 90%, quanto em relação à continuidade da cobertura, com poucos fragmentos. No extremo oposto, a maior região, a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), tem a menor cobertura florestal (10%).

A RH-V (Baía de Guanabara) tem a maior área de florestas (com 16% do total de florestas do estado), porém esta área corresponde a 41% da área total da RH e, tal como nas demais regiões, a existência de remanescentes florestais está concentrada nas áreas de relevo mais acidentado das serras e dos maciços isolados. As planícies nesta RH já estão muito desflorestadas e dominadas pela expansão urbana.

Na figura 4.4.1, observam-se também as áreas de concentração urbana do estado. A maior delas, a Região Metropolitana, em torno da Baía de Guanabara, na RH-V, vem se expandindo pela porção leste da RH-II (Guandu). Na RH-III (Médio Paraíba do Sul) encontram-se as áreas urbanas que se desenvolvem principalmente entre as margens do rio Paraíba do Sul e a rodovia BR-116 (Rio de Janeiro-São Paulo), tais como Volta Redonda e Resende; na RH-IV (Piabanha) e RH-VII (Dois Rios) destacam-se as maiores cidades serranas (Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo). A leste, cresce a urbanização na faixa litorânea e entorno das lagoas da RH-VI (Lagos São João), que já se interliga com a área urbana da faixa litorânea da RH-VIII (Macaé e das Ostras). E na RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), onde ainda ocorrem grandes remanescentes de restinga, a maior cidade, Campos dos Goytacazes, é polo de desenvolvimento da região. (ver item 4.6.6).

Em todo o estado predominam as pastagens e este predomínio se observa na maioria das regiões, como mostra o gráfico apresentado em seguida (figura 4.4.3). A agricultura só apresenta maior expressão na RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), onde se destaca a monocultura da cana-de-açúcar, cultivada principalmente em Campos dos Goytacazes mas também com áreas significativas em outros municípios. A cana-de-açúcar responde por 87% de toda a área mapeada como agricultura.

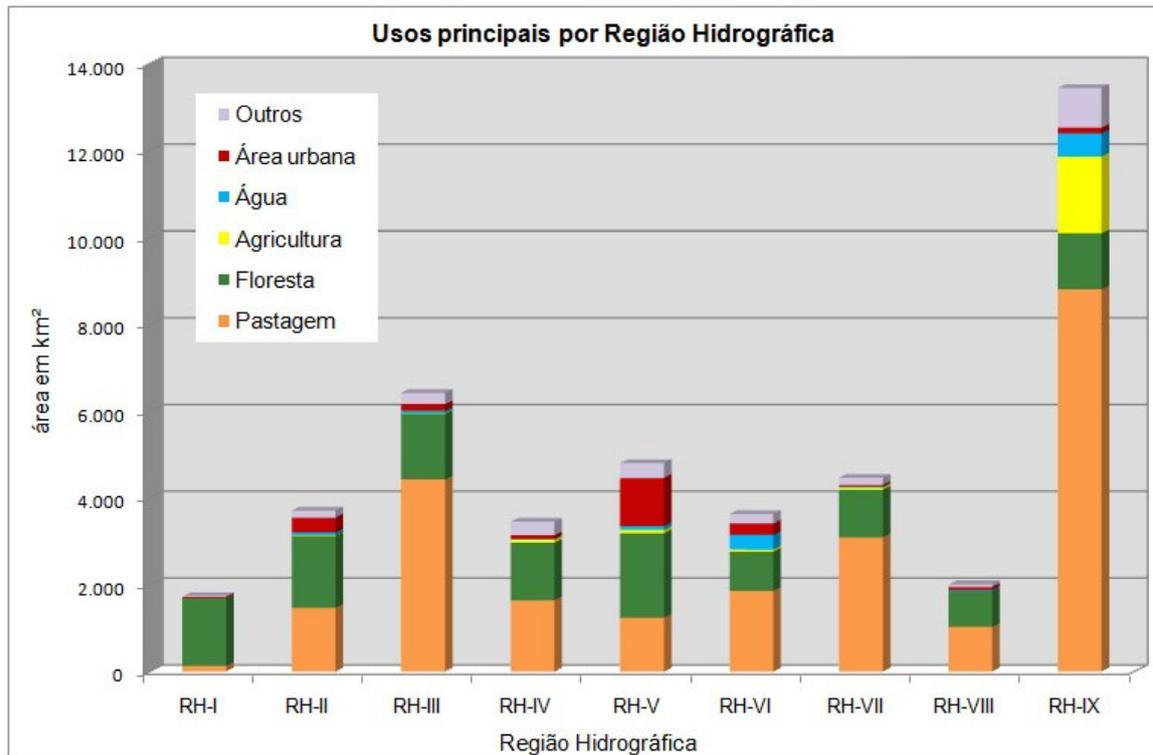


Figura 4.4.3 - Principais usos, em área total por Região Hidrográfica (UFRJ/SEA, 2009)

No entanto, a agricultura em geral, tem sofrido redução de área de produção. Os dados do IBGE também indicam redução contínua das áreas de pastagens no estado. De acordo com os Censos Agropecuários do IBGE, no período de 1970 a 2006, houve aumento somente em área de pastagem plantada, porém este aumento não compensou a abrupta redução de área de pastagens naturais no estado (figura 4.4.4).

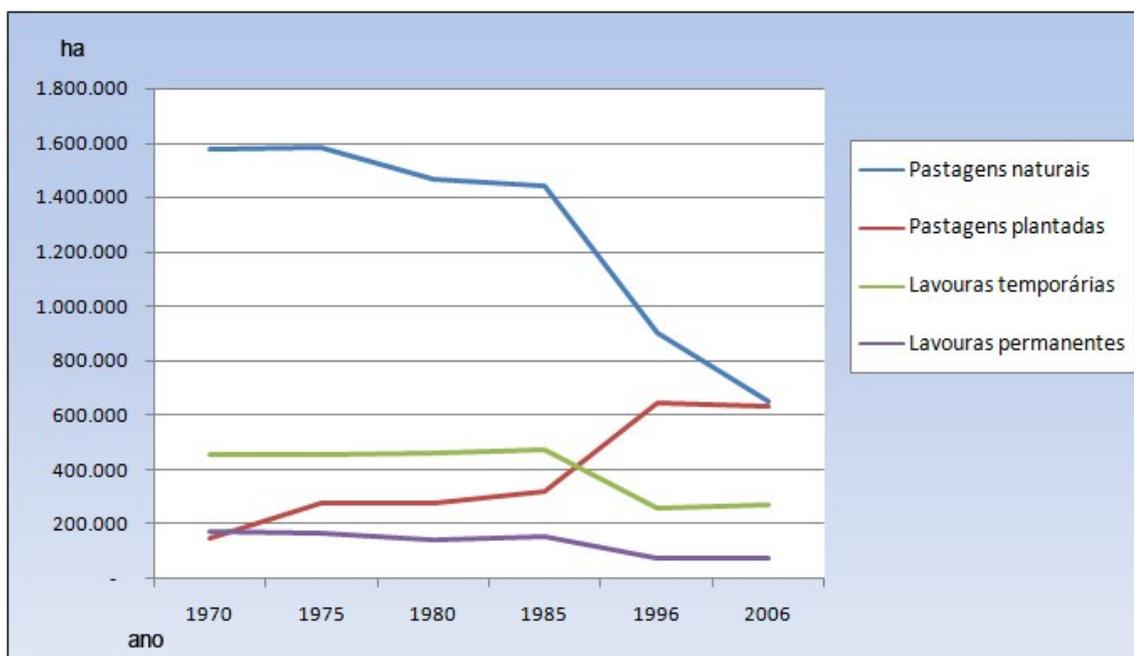


Figura 4.4.4 - Redução de áreas de pastagens e lavouras no estado do Rio de Janeiro, entre 1970 e 2006 (Censos Agropecuários do IBGE)

Além disso, a área mapeada como pastagem (UFRJ/SEA, 2009) é 85% maior do que a área efetivamente utilizada pela pecuária segundo os dados do IBGE. Esta diferença deve estar relacionada, em grande parte, com a manutenção de vegetação herbácea em áreas que já foram e não estão sendo mais usadas como pastagens. A fisionomia herbácea que corresponde às pastagens denominadas pelo IBGE como "naturais" (mantidas sem cultivo e manejo regular) de modo geral permanece herbácea com uso frequente de queimadas antes do período chuvoso, seguida pela rebrota espontânea do capim, evitando-se, assim, que se instaure e evolua a regeneração das florestas (estas, sim, naturais no estado), para facilitar o uso futuro, com atividade rural ou com outras finalidades, tais como extração mineral ou loteamento em áreas de expansão urbana.

4.5. Uso do Solo versus Aptidão Agrícola

A contínua redução de áreas de uso agropecuário no estado tem uma relação direta com as condições ambientais naturais de relevo, clima e solos, que indicam, em geral, uma suscetibilidade à erosão muito restritiva para este tipo de uso. A ausência ou redução de florestas naturais em áreas mais sensíveis, quase sempre à revelia do que determina a legislação ambiental (áreas de preservação permanente - APP), e a ausência de práticas de conservação de solo acabam por aumentar esta suscetibilidade e os custos de produção, tornando insustentável, ambiental e economicamente, o uso agropecuário.

De acordo com os critérios utilizados no Mapa de Aptidão Agrícola do Estado do Rio de Janeiro (Embrapa/CPRM, 2000), que define 3 classes principais de aptidão - boa, regular e restrita, nenhuma área do estado tem aptidão agrícola boa, nem mesmo as vastas áreas cultivadas com cana-de-açúcar nas planícies da RH-IX, classificadas com aptidão regular e contendo ainda áreas restritas ou inaptas para alguns tipos de manejo. Tais planícies, embora sejam áreas de baixa ou nula suscetibilidade à erosão, são em grande parte áreas de solos alagáveis ou com lençol freático raso, cuja acidez e outros aspectos reduzem a aptidão agrícola.

Na figura 4.5.1, a seguir, o Mapa de Aptidão Agrícola foi sobreposto ao de Vegetação e Uso do Solo. Cerca de 60% das áreas consideradas sem aptidão para agricultura, pastagem ou silvicultura estão coerentemente ocupadas por florestas, restingas, mangues e outros ambientes naturais e também por uso urbano. Nos 40% restantes de terras sem aptidão, que também deveriam estar protegidas por florestas e outras formas de vegetação natural, estão indevidamente ocupados, em maior parte por pastagens.

As áreas de "aptidão regular para o uso atual" são as que têm uso com lavoura, pastagem ou silvicultura em áreas de aptidão regular para estas e, portanto, são as que têm uso mais compatível com a aptidão. Destaca-se, nesta classe, a maior parte das extensas monoculturas de cana-de-açúcar na Baixada Campista. Por outro lado, a maior parte das terras com a melhor aptidão possível para lavouras no estado (aptidão regular) está sendo ocupada por pastagens (ou silvicultura); estas compreendem as áreas classificadas como "uso inadequado (1)" na figura 4.5.1.

As terras com "uso inadequado (2)" são terras com aptidão restrita para lavouras, ou seja, podem ser cultivadas porém com técnicas adequadas de controle de erosão, mas estão sendo utilizadas em maior parte com pastagens e, portanto, estariam sendo menos expostas aos efeitos da erosão. Mas, tendo em vista que muitas dessas pastagens sofrem queimadas frequentes, é possível que os processos erosivos estejam em curso, causando a degradação da capacidade produtiva dos solos e o assoreamento dos rios.

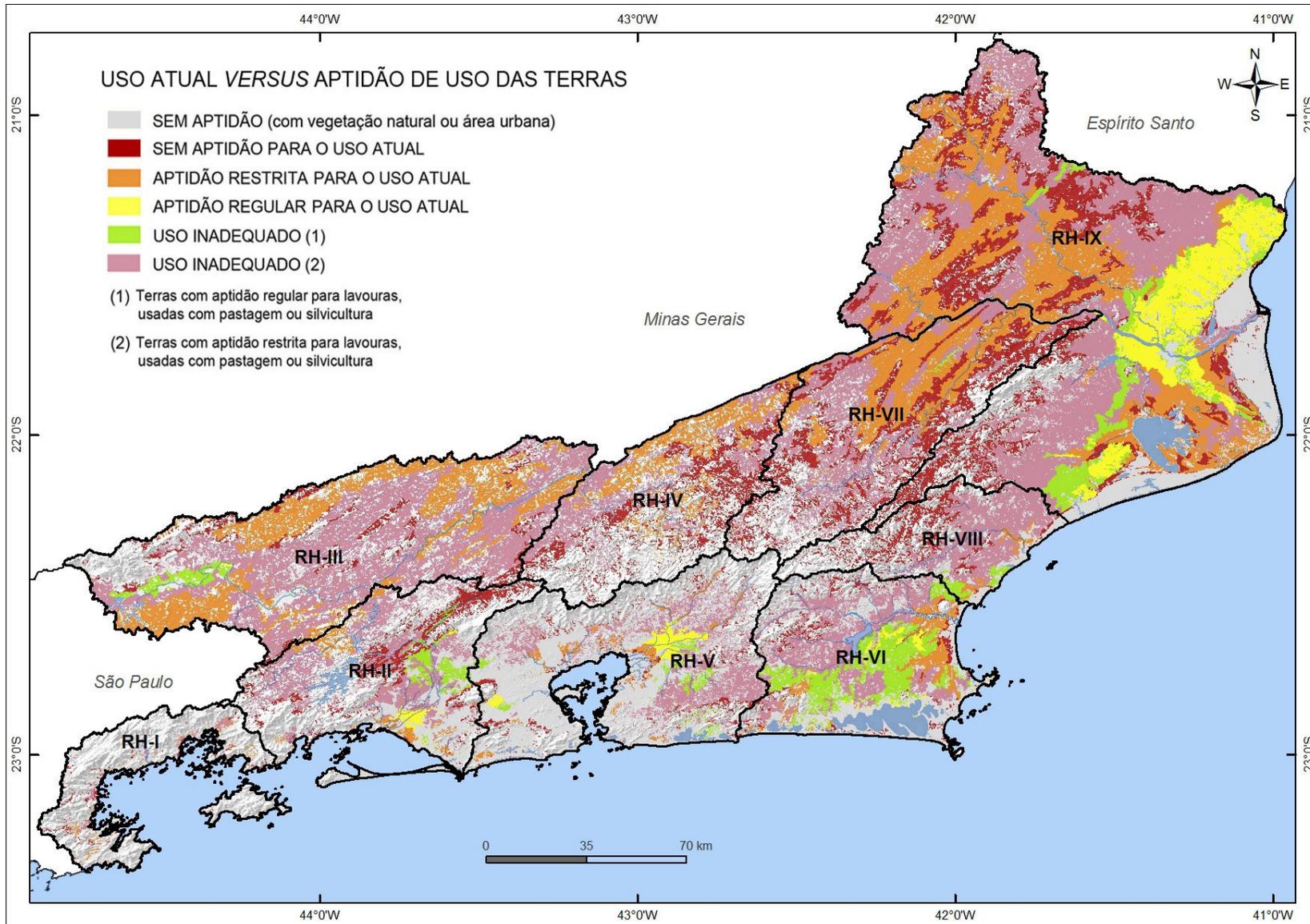


Figura 4.5.1 - Confronto entre uso atual e aptidão agrícola no estado do Rio de Janeiro

As áreas com aptidão restrita e sem aptidão para o uso atual são as que tendem a ser mais degradadas, dado que são áreas desflorestadas, que estão sendo usadas de forma abusiva quanto aos seus limites de capacidade de uso, destacando-se, entre essas, extensas áreas das RHs IX e VII, principalmente, e ainda nas RHs II, III e IV.

Portanto, em uma escala regional de mapeamento e análise, observa-se que, em grande parte do estado, o uso agropecuário é incompatível com a aptidão das terras.

4.6. Unidades de Conservação e Proteção de Mananciais

4.6.1. Número Total de UCs no ERJ

Os dados obtidos para identificação das UCs federais e estaduais no estado estão mais completos do que para as UCs municipais. Para estas, o Inea está realizando um levantamento detalhado que deverá ser concluído em 2014. Para identificar o número e os nomes das UCs municipais foram consultadas as listas utilizadas para cálculo do ICMS-Ecológico.

Os dados disponíveis para identificar os limites das Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN) também são insuficientes. Em sua grande maioria, as RPPNs são unidades pequenas para a escala de análise deste estudo e não estão disponíveis dados de localização (coordenadas dos polígonos) de todas.

Na tabela 4.6.1.1 é apresentada a distribuição do número total de UCs existentes no estado do Rio de Janeiro, por grupo, categoria e esfera administrativa.

Tabela 4.6.1.1 - Número de unidades de conservação federais, estaduais e municipais existentes no Estado do Rio de Janeiro, por grupo, categoria e esfera administrativa

Grupo	Categoria de UC, conforme SNUC	Esfera administrativa			Total
		Federal	Estadual	Municipal	
Proteção Integral	Estação Ecológica	2	2	2	6
	Reserva Biológica	3	3	9	15
	Parque Nacional / Estadual / Municipal (n/s)	5	13	81	99
	Monumento Natural	1	-	16	17
	Refúgio de Vida Silvestre	-	-	2	2
	RPPN Estadual * / Municipal	-	55	5	60
	Reserva Ecológica (n/s)	-	1	3	4
	Reserva Natural Municipal (n/s)	-	-	1	1
Total de UCs de Proteção Integral		11	75	120	206
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	5	16	124	145
	Área de Relevante Interesse Ecológico	1	-	17	18
	Floresta Nacional	1	-	-	1
	Reserva Extrativista	1	-	-	1
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	-	-	2	
	RPPN Federal	65	-	-	65
	Floresta Municipal	-	-	1	1
Total de UCs de Uso Sustentável		73	16	144	231
Total de UCs no Estado do RJ		84	91	263	435

Fontes: Ministério do Meio Ambiente, Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs, consulta em mar/2013; ICMS-Ecológico, dados divulgados em planilha no site da Fundação Ceperj, referentes a 2012. Obs: * Na legislação estadual, a RPPN é estabelecida como UC do grupo de proteção integral. Obs: (n/s) = não conformidade com SNUC (uma parte dos Parques e outras UCs municipais e uma estadual).

No relatório completo deste estudo (R7-UC), encontram-se dados disponíveis sobre UCs municipais e RPPNs e, ainda, sobre os Mosaicos reconhecidos pelo MMA. Esta síntese restringe-se às UCs federais e estaduais e com foco principal na importância das UCs para a proteção de mananciais de abastecimento público de água potável.

Nos dados de área ocupada por cada UC, apresentados a seguir, é importante ressaltar que há muita sobreposição de UCs no estado, tanto entre UCs de diferentes esferas como entre UCs da mesma esfera administrativa. Assim, a soma das áreas individuais não corresponde à área total real que o conjunto de UCs ocupa no estado.

4.6.2. UCs Federais

Todas as UCs federais existentes no estado estão em conformidade com os critérios do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei 9.985/2000), a maioria tem plano de manejo e todas dispõem de conselho consultivo, com exceção da Resex Marinha de Arraial do Cabo, que tem conselho deliberativo (tabela 4.6.2.1).

Tabela 4.6.2.1 - Unidades de conservação federais existentes no estado RJ

Nome da UC	Grupo	Área (ha)*	Ano de criação	Conselho instituído	Plano de Manejo
Estação Ecológica da Guanabara	PI	1.936	2006	Sim	Sim
Estação Ecológica de Tamoios	PI	9.361	1990	Sim	Sim
Monumento Natural das Ilhas Cagarras	PI	106	1989	Sim	Não
Parque Nacional da Serra da Bocaina (RJ, SP)*	PI	104.046	1971	Sim	Sim
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	PI	20.021	1939	Sim	Sim
Parque Nacional da Tijuca	PI	3.959	1961	Sim	Sim
Parque Nacional do Itatiaia (RJ / MG)*	PI	28.086	1937	Sim	Não
Parque Nacional Restinga de Jurubatiba	PI	14.867	1998	Sim	Sim
Reserva Biológica de Poço das Antas	PI	5.053	1974	Sim	Sim
Reserva Biológica do Tinguá	PI	24.841	1989	Sim	Sim
Reserva Biológica União	PI	2.923	1998	Sim	Sim
APA da Bacia do Rio São João - Mico Leão Dourado	US	150.375	2002	Sim	Sim
APA de Cairuçu	US	32.611	1983	Sim	Sim
APA de Guapimirim	US	13.927	1984	Sim	Sim
APA de Petrópolis	US	68.224	1982	Sim	Sim
APA Serra da Mantiqueira (RJ, MG e SP)*	US	421.809	1985	Sim	Não
ARIE Floresta da Cicuta	US	125	1985	Sim	Não
Floresta Nacional Mário Xavier	US	496	1986	Sim	Não
Reserva Extrativista Marinha Arraial do Cabo	US	51.602	1997	Sim	Não

Fontes: MMA, Cadastro Nacional de Unidades de Conservação atualizado no site do ICMBio.

Obs.: * Área total da UC, incluindo limites nos estados vizinhos. PI = proteção integral, US = uso sustentável

Observa-se que três UCs federais abrangem também terras dos estados vizinhos - a APA da Serra da Mantiqueira, o Parque Nacional de Itatiaia e o Parque Nacional da Bocaina. Na tabela 4.6.2.2 constam também os municípios desses estados.

A RH-V (Baía de Guanabara) é a região hidrográfica abrangida pelo maior número de UCs federais, com presença de 10 UCs federais em seus limites. A segunda é a RH-VI (Lagos São João), com 4 UCs federais.

Observa-se que somente a RH-VII (Dois Rios) não tem UC federal em seus limites.

Tabela 4.6.2.2 - Regiões Hidrográficas e municípios abrangidos pelas UCs federais no estado RJ, inclusive municípios de MG e SP abrangidos por três UCs

Nome da UC	Região Hidrográfica	Municípios Abrangidos
Estação Ecológica da Guanabara	V	Guapimirim, Itaboraí, São Gonçalo
Estação Ecológica de Tamoios	I	Angra dos Reis, Paraty
Monumento Natural das Ilhas Cagarras	V	Niterói
Parque Nacional da Serra da Bocaina (RJ, SP)	I	Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ), Areias (SP), Cunha (SP), São José do Barreiro (SP), Ubatuba (SP)
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	IV e V	Teresópolis, Petrópolis, Magé, Guapimirim
Parque Nacional da Tijuca	V	Rio de Janeiro
Parque Nacional do Itatiaia (RJ / MG)	III	Itatiaia (RJ), Resende (RJ), Bocaina de Minas (MG), Itamonte (MG)
Parque Nacional Restinga de Jurubatiba	VIII e IX	Quissamã, Macaé, Carapebus
Reserva Biológica de Poço das Antas	VI	Silva Jardim
Reserva Biológica do Tinguá	V	Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Petrópolis
Reserva Biológica União	VI e VIII	Casimiro de Abreu, Macaé, Rio das Ostras
APA da Bacia do Rio São João - Mico Leão Dourado	VI	Silva Jardim, Rio das Ostras, Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Cachoeiras de Macacu, Cabo Frio, Araruama
APA de Cairuçu	I	Paraty
APA de Guapimirim	V	Guapimirim, Itaboraí, Magé, São Gonçalo
APA de Petrópolis	IV e V	Petrópolis, Magé, Guapimirim, Duque de Caxias
APA Serra da Mantiqueira (RJ, MG e SP)	III	Itatiaia (RJ), Resende (RJ), Aiuruoca (MG), Alagoa (MG), Bocaina de Minas (MG), Baependi (MG), Delfim Moreira (MG), Itamonte (MG), Itanhandu (MG), Liberdade (MG), Marmelópolis (MG), Passa Quatro (MG), Passa Vinte (MG), Piranguçu (MG), Pouso Alto (MG), Virgínia (MG), Wenceslau Braz (MG), Campos do Jordão (SP), Cruzeiro (SP), Guaratinguetá (SP), Lorena (SP), Lavrinhas (SP), Pindamonhangaba (SP), Piquete (SP), Queluz (SP), Santo Antônio do Pinhal (SP), São Bento do Sapucaí (SP)
ARIE Floresta da Cicuta	III	Volta Redonda, Barra Mansa
Floresta Nacional Mário Xavier	II	Seropédica
Reserva Extrativista Marinha Arraial do Cabo	VI	Arraial do Cabo

Fontes: MMA, Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.

4.6.3. UCs Estaduais

A tabela 4.6.3.1, a seguir, apresenta as UCs criadas pelo governo estadual, ordenadas por grupo e categoria. Todas as UCs são administradas pelo Inea, exceto os Parques Estaduais da Chacrinha e do Grajaú, administrados pela prefeitura do Rio. A maioria das UCs estaduais tem conselho gestor porém não dispõe de plano de manejo.

Tabela 4.6.3.1 - Unidades de conservação estaduais - RJ

Nome da UC	Grupo	Área (ha)	Ano de criação	Conselho instituído	Plano de Manejo
Estação Ecológica do Paraíso	PI	4.903	1987	Não	Não
Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba	PI	3.270	2002	Não	Não
Parque Estadual Cunhambebe	PI	38.053	2008	Sim	Não
Parque Estadual da Chacrinha *	PI	12	1969	-	-
Parque Estadual da Costa do Sol	PI	9.534	2011	-	-
Parque Estadual da Ilha Grande	PI	12.084	1971	Sim	Sim
Parque Estadual da Lagoa do Açu	PI	8.277	2012	-	-
Parque Estadual da Pedra Branca	PI	12.492	1974	Sim	Não
Parque Estadual da Pedra Selada	PI	8.036	2012	-	-
Parque Estadual da Serra da Concórdia	PI	1.040	2002	Sim	Não
Parque Estadual do Desengano	PI	21.444	1970	Sim	Sim
Parque Estadual do Grajaú *	PI	113	1978	-	-
Parque Estadual dos Três Picos	PI	58.800	2002	Sim	Não
Parque Estadual Marinho do Aventureiro	PI	1.778	1990	Não	Não
Parque Estadual Serra da Tiririca	PI	3.492	1991	Sim	Não
Reserva Biológica de Araras	PI	3.838	1977	Sim	Não
Reserva Biológica de Guaratiba	PI	3.360	1974	Sim	Não
Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul	PI	3.440	1981	Não	Não
Reserva Ecológica da Juatinga **	PI	9.960	1992	-	-
APA da Floresta do Jacarandá	US	3.292	1985	Sim	Não
APA da Bacia do Rio Macacu	US	19.508	2002	Sim	Não
APA da Serra de Sapatiba	US	5.967	1990	Sim	Sim
APA de Macaé de Cima	US	35.038	2001	Sim	Não
APA de Mangaratiba	US	24.483	1987	Sim	Não
APA de Maricá	US	970	1984	Sim	Sim
APA de Massambaba	US	9.134	1986	Sim	Sim
APA de Tamoios	US	20.636	1986	Sim	Sim
APA do Alto Iguacu	US	22.110	2013	Não	Não
APA do Gericinó-Mendanha	US	7.972	2005	Sim	Não
APA do Pau Brasil	US	10.564	2002	Sim	Sim
APA dos Frades	US	6.886	1990	Sim	Não
APA Guandu	US	74.272	2007	Sim	Não
APA Sepetiba II	US	172	2004	Sim	Não

Fonte: MMA/CNUC. Observatório-WWF e Inea. Grupos: PI = proteção integral, US = uso sustentável
 Obs: * Administrado pela Prefeitura do Rio.** não conformidade com SNUC

Vale destacar que, do total de 33 UCs estaduais, 14 foram criadas a partir do ano 2000 e a soma das áreas dessas unidades mais recentes corresponde a 67% da área total das UCs estaduais (sem descontar as sobreposições). Somente no ano 2002 foram criadas cinco UCs, que somam uma área superior a 90.000 ha, a maior parte no Parque Estadual dos Três Picos. Nos últimos 5 anos foram criados mais 4 Parques Estaduais, destacando-se o Cunhambebe, maior deles, e ainda uma Área de Proteção Ambiental na bacia do rio Iguazu - a APA do Alto Iguazu - UC estadual mais nova, criada em jan/2013.

Na tabela 4.6.3.2 constam as RHs e os municípios abrangidos pelas UCs estaduais.

Tabela 4.6.3.2 - Regiões Hidrográficas e municípios abrangidos pelas unidades de conservação estaduais - RJ

Nome da UC	RH	Municípios Abrangidos
Estação Ecológica do Paraíso	V	Cachoeiras de Macacu
Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba	IX	São Francisco de Itabapoana
Parque Estadual Cunhambebe	I e II	Angra dos Reis, Itaguaí, Mangaratiba e Rio Claro
Parque Estadual da Chacrinha	V	Rio de Janeiro
Parque Estadual da Costa do Sol	VI	Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, São Pedro da Aldeia e Saquarema
Parque Estadual da Ilha Grande	I	Angra dos Reis
Parque Estadual da Lagoa do Açú	IX	Campos dos Goytacazes e São João da Barra
Parque Estadual da Pedra Branca	II e V	Rio de Janeiro
Parque Estadual da Pedra Selada *	III	Itatiaia e Resende *
Parque Estadual da Serra da Concórdia	III	Valença
Parque Estadual do Desengano	VII e IX	Campos dos Goytacazes, Santa Maria Madalena e São Fidélis
Parque Estadual do Grajaú	V	Rio de Janeiro
Parque Estadual dos Três Picos	IV, V, VI, VII e VIII	Teresópolis, Silva Jardim, Nova Friburgo, Guapimirim e Cachoeiras de Macacu
Parque Estadual Marinho do Aventureiro	I	Rio de Janeiro
Parque Estadual Serra da Tiririca	V	Maricá e Niterói
Reserva Biológica de Araras	II e IV	Petrópolis e Miguel Pereira
Reserva Biológica de Guaratiba	II	Rio de Janeiro
Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul	I	Angra dos Reis
Reserva Ecológica da Juatinga	I	Paraty
APA da Floresta do Jacarandá	IV	Teresópolis
APA da Bacia do Rio Macacu	V	Cachoeiras de Macacu e Guapimirim
APA da Serra de Sapatiba	VI	Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia
APA de Macaé de Cima	VIII	Bom Jardim, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Macaé, Nova Friburgo, Silva Jardim e Trajano de Moraes
APA de Mangaratiba	II	Mangaratiba
APA de Maricá	V	Maricá
APA de Massambaba	VI	Araruama, Arraial do Cabo e Saquarema
APA de Tamoios	I	Angra dos Reis
APA do Alto Iguacu	V	Belford Roxo, Duque de Caxias e Nova Iguaçu
APA do Gericinó-Mendanha	II e V	Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro
APA do Pau Brasil	VI	Armação dos Búzios, Cabo Frio
APA dos Frades	IV	Rio de Janeiro, Teresópolis
APA Sepetiba II	II	Rio de Janeiro

Fonte: MMA/CNUC e Inea. PI = proteção integral, US = uso sustentável.

Obs.: * O Decreto 43.640, de 18-06-2012, que cria o Parque Estadual da Pedra Selada, cita um terceiro município que, na verdade, é um distrito de Resende (Visconde de Mauá).

Tal como na distribuição das UCs federais, a RH-V (Baía de Guanabara) tem o maior número de UCs estaduais em seus limites - 9 UCs, seguida pela RH-I (Baía da Ilha Grande), com 6 UCs, e pela RH-II (Guandu), com 5 UCs. Todas as RHs do estado têm UCs estaduais em seus limites, total ou parcialmente.

Descontando-se as sobreposições, o conjunto de UCs federais e estaduais ocupa cerca de 17% da área total do estado e abrange menos da metade dos remanescentes de florestas existentes em todo o território estadual. Em nenhuma Região Hidrográfica as UCs abrangem todos os remanescentes florestais.

4.6.4. Mananciais em Unidades de Conservação

Do total de pontos principais de captação de águas superficiais para abastecimento público identificados no diagnóstico de saneamento básico realizado para o PERHI, 35% (mais de 40 pontos) estão situados em unidades de conservação federais, estaduais e algumas municipais. Há também outros pontos de captação situados próximos aos limites das UCs, dos quais alguns podem estar nas zonas de amortecimento definidas em planos de manejo já elaborados.

Foram avaliadas as condições de cada local de captação de água, identificando a suscetibilidade à erosão, o tipo de vegetação ou uso do solo e, para captações situadas em setores censitários urbanos (IBGE 2010), identificou-se o número de habitantes e a densidade demográfica.

A tabela 4.6.4.1 mostra o número de captações de acordo com as condições de suscetibilidade à erosão e o tipo de vegetação ou uso do solo, totais e em UC. Observa-se que a maioria das captações em terreno de alta suscetibilidade à erosão está em local com floresta, principalmente a maioria que está em UC. Porém, nas outras classes, prevalecem as pastagens nas captações que estão fora de UC.

Tabela 4.6.4.1 - Situação dos locais das captações para abastecimento público, quanto à suscetibilidade à erosão e uso do solo, de todas e das que estão em UC

Suscetibilidade à erosão	Uso do solo	Todas as captações	Captações em UC
Classes de Alta Suscetibilidade (agrupadas)	floresta	53	29
	pastagem	18	4
	silvicultura	1	0
	vegetação secundária inicial	2	2
	uso urbano	3	2
Classes de Moderada Suscetibilidade	floresta	4	1
	pastagem	16	1
	uso urbano	7	0
Classes de Baixa Suscetibilidade	pastagem	5	1
Terrenos baixos / inundáveis	floresta	3	1
	pastagem	11	3
	uso urbano	1	0

Fontes: A suscetibilidade à erosão foi identificada com base no Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM 2000) e a Vegetação e Uso do Solo com base em UFRJ/SEA (2009).

No relatório completo (R7-UC) são apresentados dados mais detalhados e um mapa com todas as UCs e mananciais identificados dentro e fora de UC.

4.6.5. Outras Áreas de Proteção de Mananciais

4.6.5.1. Áreas de Preservação Permanente - APP

As áreas de preservação permanente (APP) são, em maioria, áreas de fundamental importância para a proteção de mananciais. Instituídas pelo Código Florestal Brasileiro (art. 2º e 3º da Lei 4.771/1965), modificadas duas vezes pelas Leis 7.511/1986 e 7.803/1989, melhor especificadas pelas Resoluções Conama 302 e 303 (2002) e mais uma vez alteradas pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que revogou a Lei 4.771.

As APPs têm por função "preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Note-se que "preservar os recursos hídricos" é a primeira função definida no Código Florestal e mantida na Lei 12.651.

As larguras de APPs em margens de rios e nascentes também foram mantidas na nova lei e se aplicam igualmente em áreas rurais e urbanas, porém exceções diversas foram introduzidas quanto à recuperação e possibilidades de ocupação e uso dessas áreas.

Na escala (regional) de análise dos estudos para o PERHI, não é possível delimitar todos os tipos de APP definidos em lei e ainda identificar o cenário atual de cobertura vegetal e uso nessas áreas. Para obter uma avaliação mínima deste cenário no estado, foram delimitadas algumas APPs, de rios e reservatórios maiores, e identificados os percentuais de florestas, restingas, mangues e formas principais de uso do solo existentes nessas áreas, com base no mapa de vegetação e uso do solo produzido para o estado como subsídio ao ZEE-RJ (SEA/UFRJ, 2009). Os resultados são apresentados na tabela 4.6.5.1, a seguir.

Tabela 4.6.5.1 - Vegetação e uso do solo em APP de rios e reservatórios artificiais no estado RJ

RIO / RESERVATÓRIO	Floresta	Veg. Sec.	Restinga	Mangue	Pastagem	Agric.	Áreas Urbanas
Rio Paraíba do Sul total	4,4%	1,1%	0,1%	1,0%	77,8%	3,7%	11,2%
Rio Paraíba do Sul RH-III	6,3%	2,0%	-	-	71,8%	1,0%	18,7%
Rio Paraíba do Sul RH-IV	5,3%	0,7%	-	-	84,4%	0,3%	9,3%
Rio Paraíba do Sul RH-VII	2,0%	0,6%	-	-	93,7%	0,9%	2,3%
Rio Paraíba do Sul RH-IX	2,4%	0,1%	0,3%	3,5%	77,2%	10,2%	4,3%
Rio Guandu	6,7%	2,6%	-	0,3%	77,5%	2,5%	10,3%
Rio Muriaé	3,7%	-	-	-	78,1%	12,5%	5,5%
Rio Pomba	7,4%	-	-	-	84,4%	-	8,2%
Rio Grande/Dois Rios	9,0%	-	-	-	88,6%	-	1,8%
Reservatório Funil	7,3%	2,1%	-	-	89,4%	-	-
Reservatório Lajes	81,7%	0,1%	-	-	18,1%	-	-
Reservatório Juturnaíba	24,1%	3,7%	-	-	63,1%	0,9%	-

Fonte: Delimitação e quantificação dos limites de APP sobre mapa de cobertura vegetal e uso do solo produzido na escala de 1:100.000 por SEA/UFRJ (2009).

Observa-se que somente o reservatório de Lajes tem um bom percentual de vegetação natural em APP. As pastagens predominam nas demais APPs e algumas têm expressivos percentuais de áreas urbanas, que, no total, ocupam mais de 50 km² nas APPs desses rios. As pastagens ocupam mais de 4.000 km².

Nos grandes rios avaliados todas as APPs têm menos de 10% de cobertura florestal. O menos pior está na APP do rio Dois Rios, trecho após a confluência do rio Grande com o rio Negro.

4.6.5.2. Áreas de Interesse Especial para a Proteção de Mananciais

Na legislação ambiental do estado do Rio de Janeiro, encontra-se em vigor uma lei instituída em 1987, pelo então Governador Leonel Brizola, Lei nº 1.130, de 12/02/1987, que dispõe sobre o parcelamento do solo em áreas de interesse especial do estado, entre as quais as áreas destinadas à proteção de mananciais.

De acordo com o art. 6º desta lei, "consideram-se **áreas de interesse especial para a proteção de mananciais** as áreas das bacias contribuintes situadas à montante, ou seja, acima dos pontos de captação dos mananciais, cujo interesse especial é o de assegurar o abastecimento d'água atual e futuro da população do Estado".

Um mês após a publicação desta lei, foi instituído o Decreto nº 9.760 (11/03/1987) que regulamenta as áreas de interesse especial no interior do estado (não contempla a Região Metropolitana). Neste decreto são definidas as áreas de interesse especial para a proteção de mananciais de cada município do interior.

A Lei 1.130 e o Decreto 9.760 foram instituídos em atendimento à Lei Federal 6.766/79, em vigor, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.

O Decreto 9.760 estabelece normas também para outras áreas de interesse especial, previamente definidas na Lei 1.130/87, destacando-se, para o foco deste relatório, as faixas marginais de proteção e as áreas protegidas em unidades de conservação.

Porém, no decreto, não constam memoriais descritivos das áreas de interesse especial e a localização dessas é remetida a "pranchas" supostamente organizadas em um anexo ao decreto, que, no entanto, não foi inserido na publicação no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, de 12/03/1987 (obido em <http://www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico>).

Pode-se considerar que, se a Lei 1.130/87 e seu regulamento (Decreto 9.760/87) estivessem sendo de fato aplicados, estas normas teriam sido atualizadas, revisadas e as áreas de interesse especial devidamente identificadas em mapas recentes.

No relatório completo (R7-UC), são listados os locais identificados como áreas de interesse especial para a proteção de mananciais, conforme constam no Decreto 9.760.

4.6.6. Área Urbana Versus Unidades de Conservação

Segundo o mapa de uso do solo (SEA/UFRJ, 2009), as áreas urbanas ocupam cerca de 5% de todo o território estadual. A metade (50%) da área urbana total do estado está na Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (RH-V), que compreende a maior parte da extensa Região Metropolitana. Na segunda RH com maior área urbana (Guandu, RH-II) se encontra a continuidade e maior vetor de crescimento da Região Metropolitana, que vem se expandindo também em direção à Região dos Lagos (RH-VI), terceira em área urbana, como se observa no gráfico da figura 4.6.6.1 a seguir.

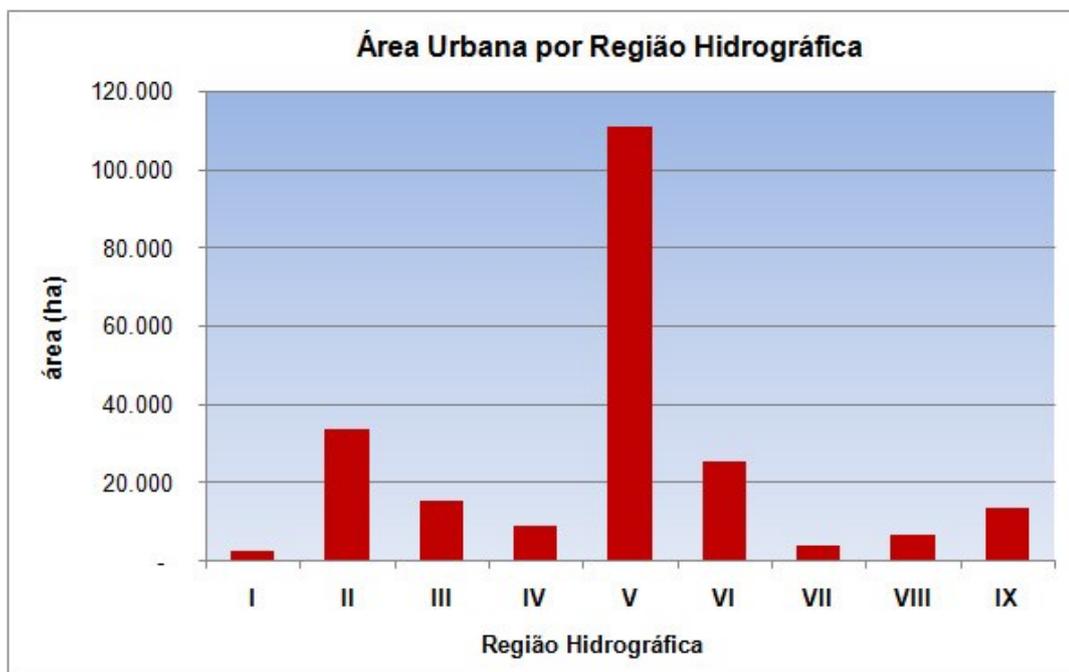


Figura 4.6.6.1 - Distribuição da área urbana por Região Hidrográfica (SEA/UFRJ 2009)

A RH-V tem também a maior taxa de ocupação urbana (23%). Nas demais RHs, as áreas urbanas ocupam menos de 10% de seus respectivos territórios (figura 4.6.6.2).

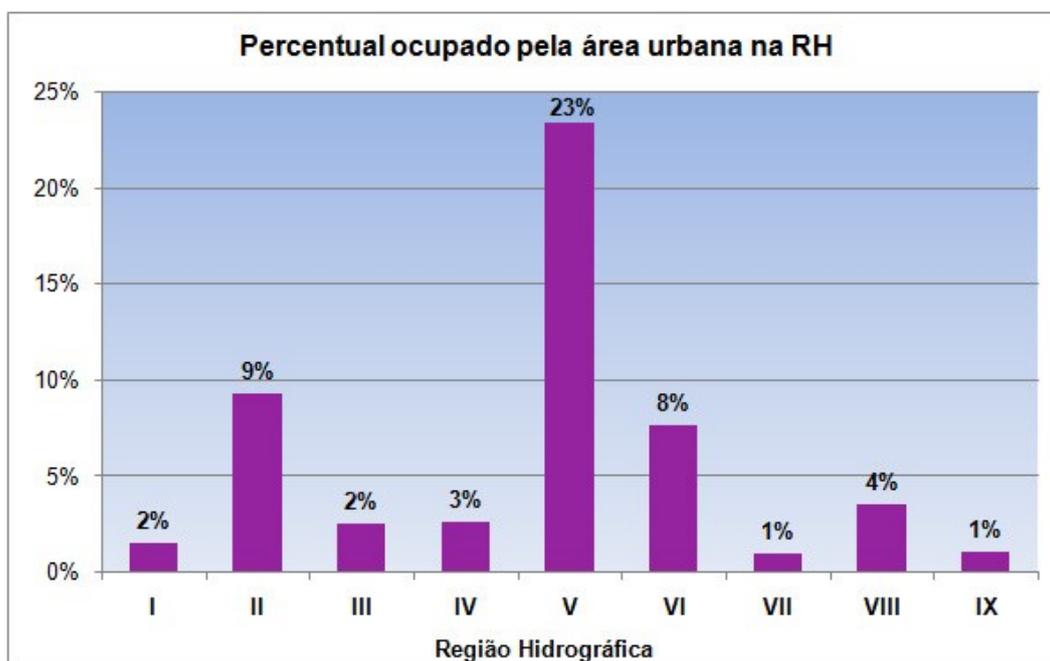


Figura 4.6.6.2 - Distribuição da área urbana relativa à área de cada Região Hidrográfica

Da população total do estado, de cerca de 16 milhões de habitantes (Censo IBGE 2010), 97% vivem em cidades. O Rio de Janeiro tornou-se um estado essencialmente urbano seguindo uma tendência histórica definida há mais de meio século; em 1950, a população urbana do estado já correspondia a 73% da população total.

Na figura 4.6.6.3, a seguir, observa-se que a principal área urbana do estado - a Região Metropolitana (RH-V e RH-II) - está muito próxima das UCs federais e estaduais.

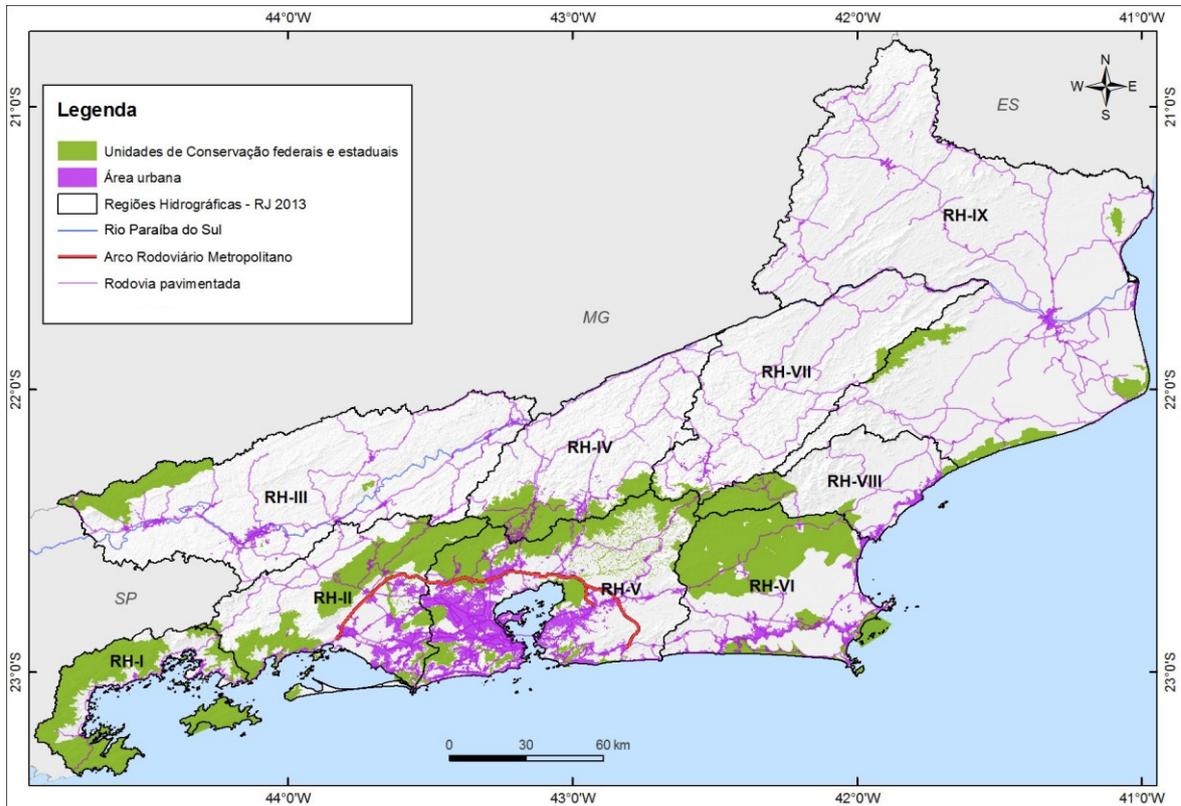


Figura 4.6.6.3 - Malha urbana, malha viária e Unidades de Conservação federais e estaduais no estado do RJ

Além da malha viária, que funciona como vetor de crescimento urbano, destaca-se o Arco Rodoviário Metropolitano, que deverá acelerar o processo de expansão urbana e pressão antrópica sobre as UCs e os remanescentes florestais protegidos e não protegidos por estas.

4.7. Recomendações

É preciso realizar uma avaliação detalhada das condições ambientais e das pressões de uso e degradação das bacias hidrográficas em geral e especialmente das bacias dos mananciais de abastecimento público, inclusive de áreas potenciais para captações alternativas ou complementares às atuais, visando melhorar e garantir o abastecimento atual e futuro. Investimentos na recuperação de florestas e no uso sustentável das terras devem dar prioridade a essas bacias.

Nos planejamentos das UCs e seus mosaicos, é preciso dar mais atenção ao papel das UCs na proteção de mananciais, principalmente os de abastecimento público. Deve-se também identificar se é necessário e com que meios factíveis estabelecer novas UCs ou outras áreas visando a proteção de mananciais.

5. VULNERABILIDADE A EVENTOS CRÍTICOS

5.1. Apresentação

Este capítulo do Diagnóstico apresenta um resumo do relatório específico RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos, que tem como objetivo principal identificar, por Região Hidrográfica (figura 5.1.1), a vulnerabilidade aos eventos extremos de chuvas e de estiagens, que resultam em ocorrências críticas de inundações e deslizamentos de encostas nos períodos chuvosos e de escassez de água e queimadas nos períodos secos.

Outros aspectos de vulnerabilidade, relacionados aos recursos hídricos, avaliados neste estudo são as fontes potenciais de poluição acidental, tais como as barragens de rejeito (fontes fixas) e os corredores de transporte de cargas tóxicas e produtos químicos em geral (fontes móveis).

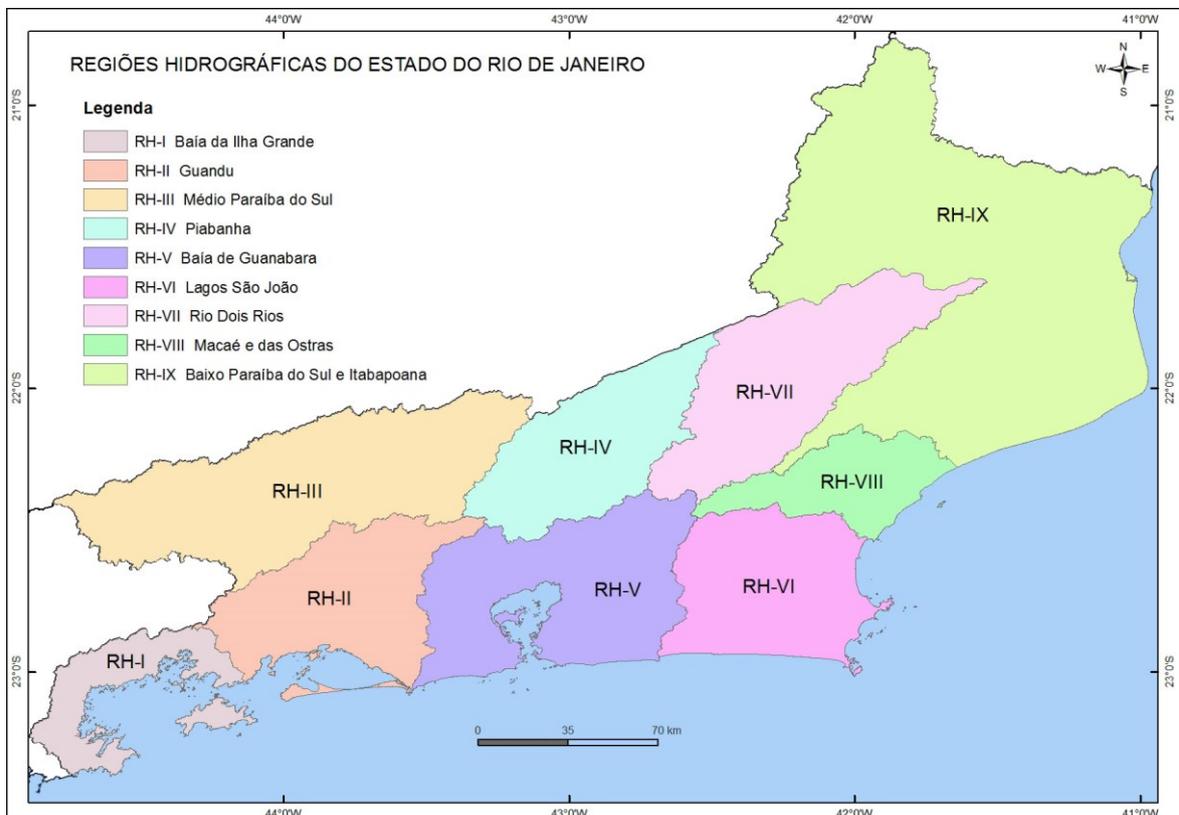


Figura 5.1.1 - Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Foram utilizados dados e informações disponíveis nas instituições do país e do estado voltadas para o estudo e o gerenciamento dos temas abordados nesta avaliação de vulnerabilidade a eventos críticos. Recorreu-se também a publicações em revistas técnicas e científicas e outras fontes nacionais e internacionais.

Os dados sobre as ocorrências de desastres naturais, oriundos dos registros da Defesa Civil, foram utilizados principalmente para as avaliações de vulnerabilidade a inundações e deslizamentos.

5.2. Ocorrências de Desastres Naturais

Neste item, são apresentados, sucintamente, os dados disponíveis sobre ocorrências de desastres naturais, registrados pela Defesa Civil no estado do Rio de Janeiro. Dados e análises mais detalhadas encontram-se no item 2 do volume 1 e no volume 2 do relatório específico (RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos).

5.2.1. Classificação dos Desastres Naturais Ocorridos no Estado

Em todo o mundo, a expressão "desastres naturais" refere-se às ocorrências de eventos naturais extremos que, em áreas ocupadas, urbanas ou rurais, causam grandes transtornos, mortes, traumas e expressivos prejuízos materiais, sociais e econômicos. A magnitude dos desastres resulta da intensidade dos eventos combinada com o grau de exposição e vulnerabilidade das ocupações humanas aos efeitos desses eventos. Em geral, em termos de danos humanos, considera-se efetivamente como desastre natural o evento que resulta em 10 ou mais mortes ou em 100 ou mais pessoas afetadas.

O crescimento urbano em áreas de risco vem aumentando a vulnerabilidade e as ocorrências de desastres naturais no mundo. No Brasil, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste, os desastres mais comuns são decorrentes de chuvas intensas e das consequentes inundações e deslizamentos de encostas, agravados pela condição generalizada de ocupação em margens de rios e encostas íngremes, principalmente nos aglomerados metropolitanos.

Os desastres naturais ocorridos no estado do Rio de Janeiro nos últimos anos foram identificados pela Defesa Civil de acordo com o seu sistema de classificação dos tipos de desastre, denominado CODAR - Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos. Na tabela 5.2.1.1, a seguir, são listados os tipos de desastres ocorridos, nos respectivos grupos.

Tabela 5.2.1.1 - Tipos de desastre ocorridos no estado do Rio de Janeiro, identificados conforme CODAR - Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos, da Defesa Civil

GRUPO	TIPO DE DESASTRE
Desastres Naturais Relacionados com o Incremento das Precipitações Hídricas e com as Inundações	Enchentes ou inundações graduais; Enxurradas ou inundações bruscas; Alagamentos; Inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar (<i>ressacas</i>).
Desastres Naturais Relacionados com a Geomorfologia, o Intemperismo, a Erosão e a Acomodação do Solo	Escorregamentos ou deslizamentos; Corridas de massa; Rastejos; Quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas.
Desastres Naturais Relacionados com a Intensa Redução das Precipitações Hídricas	Estiagens; Secas; Queda intensa dos índices de umidade relativa do ar; Incêndios florestais das estações estivais.
Desastres Naturais de Causa Eólica	Vendavais ou tempestades; Vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais; Tornados e trombas d'água.

OBS.: Recentemente, o sistema CODAR foi modificado, bem como o padrão de formulário de ocorrência. No entanto, no período de ocorrências analisado neste estudo, vigoravam ainda a classificação e os formulários antigos.

Os três primeiros tipos do primeiro grupo (enchentes, enxurradas e alagamentos) e o primeiro tipo do segundo grupo (escorregamentos ou deslizamentos) compreendem a grande maioria dos desastres naturais registrados no estado do Rio de Janeiro. No entanto, nos registros da Defesa Civil há diversos relatórios de ocorrências tipificadas como uma das três do primeiro grupo mas contendo também informações e estimativas de danos causados por deslizamentos ocorridos simultaneamente, em um mesmo evento crítico de chuva. Nesta análise para o PERHI, essas ocorrências mistas foram consideradas em um grupo diferenciado denominado "Inundações e Deslizamentos".

5.2.2. Fontes de dados e informações

Embora o estado do Rio de Janeiro sofra há muitas décadas com inundações, deslizamentos e outros desastres, a Defesa Civil não dispõe de um histórico consistente, com análises estatísticas extraídas desses registros ao longo das décadas. Para consolidar um histórico mínimo, com alguns anos de registros de ocorrências de desastres naturais no estado, foram levantados dados diretamente na Secretaria de Estado da Defesa Civil, do Governo do Estado do Rio de Janeiro, e também dados em fontes indiretas, tais como decretos estaduais e portarias federais de reconhecimento de situação de emergência (SE) e estado de calamidade pública (ECP) e as publicações que utilizam dados da Defesa Civil.

A tabela 5.2.2.1, a seguir, apresenta a lista de todas as fontes de dados e informações obtidas neste levantamento, com os respectivos períodos disponíveis e número total de registros de desastres naturais. Uma explicação sobre cada fonte encontra-se no item 2.2.1 do volume 1 do relatório específico (RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos).

Tabela 5.2.2.1 - Fontes de dados e informações dos registros de ocorrências de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro

Fontes	Período disponível	Total de ocorrências
DGDEC - Divisão Geral da Defesa Civil, da Sec. Est. da Defesa Civil, RJ - banco de dados fornecido pela instituição em nov/2012	jan 2000 - out 2012	600
Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Ceped/UFSC 2011)	jan 1991 - dez 2010	626
Gov. RJ - Decretos estaduais de homologação de SE e ECP * obtidos no <i>site</i> www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico	fev 1979 - jun 2012	320
Relatórios de avaliação de danos - AVADAN, obtidos no <i>site</i> da Secretaria Nacional de Defesa Civil - www.defesacivil.gov.br	dez 2001 - out 2012	113
Portarias federais de reconhecimento de SE e ECP - www.defesacivil.gov.br	jan 2010 - jun 2012	188
Fiocruz/SEA-RJ (2011) - Defesa Civil-RJ e Jornal O Globo www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=386072	jan 2000 - dez 2009	240
Araújo (2010) - Dissertação realizada com dados da DGDEC-RJ www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2010/	jan 2000 - dez 2009	217
Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. Lista dos desastres mais importantes ocorridos no estado, obtida no histórico apresentado no <i>site</i> da instituição.	1711 - 2003	25 **

Obs: * SE - situação de emergência; ECP - estado de calamidade pública. ** não considerada como fonte de dados estatísticos, somente como referência de desastres históricos.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e principalmente o banco de dados da DGDEC apresentam números maiores de desastres porque estão incluindo ocorrências de menor impacto, na maioria registradas somente em relatórios preliminares (Nopred), algumas

das quais nem chegam a configurar-se como desastre, quanto ao número de pessoas mortas ou afetadas, embora sejam importantes no contexto de fragilidade dos municípios.

O conjunto mais completo de dados encontra-se na DGDEC - Divisão Geral da Defesa Civil, que recebe os relatórios das ocorrências, enviados pelas coordenadorias municipais da Defesa Civil. O banco de dados da DGDEC compreende registros de 410 relatórios de notificação preliminar de desastre (Nopred) e 300 relatórios de avaliação de danos (Avadan), sendo que aproximadamente a metade dos relatórios Avadan refere-se às mesmas ocorrências registradas preliminarmente em Nopred. Os dados foram obtidos em nov/2012, por isso constam registros até out/2012. Com base nas informações da mídia, verificou-se que não houve ocorrências significativas nos meses de novembro e dezembro, assumindo-se, assim, os dados como válidos para todo o período 2000-2012.

Também é importante ressaltar que quase todos os desastres ocorridos no município do Rio de Janeiro constam apenas na publicação Fiocruz/SEA (2011). Nas demais fontes, encontra-se o registro de somente uma ocorrência neste município, em abril/2010.

Para consolidar um histórico, foram estabelecidos alguns critérios de consistência mínima dos dados, entre eles a identificação da data da ocorrência. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Ceped/UFSC 2011) e a dissertação de Araújo (2010) são as únicas fontes que não informam a data (ou o mês) de cada registro, constando somente os totais anuais por município; por isso e por existirem outras fontes de dados mais completos para o mesmo período, essas duas publicações não foram utilizadas na consolidação do histórico de ocorrências.

Outros critérios adotados foram a análise conjunta de dados de tipos de desastres do mesmo grupo e a já citada criação de um grupo específico de ocorrências mistas (Inundações e Deslizamentos), que abrange ocorrências registradas em relatório Avadan com tipificação do grupo das inundações porém descrevendo também deslizamentos, tal como no exemplo da figura 5.2.2.1, bem como ocorrências tipificadas com os dois tipos, conforme o exemplo da figura 5.2.2.2, em seguida.

SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SINDEC							
		<h2 style="margin: 0;">AVALIAÇÃO DE DANOS - AVADAN</h2>				 Fis.: 19	
1 - Tipificação				2 - Data de Ocorrência			
	Código		Denominação	Dia	Mês	Ano	Horário
NE.HIG	12.301		Enchente ou Inundação Gradual	04	01	2007	23:30h
3 - Localização							
UF: RJ		Município: Nova Friburgo					
5 - Causas do Desastre - Descrição do Evento e suas Características							
Devido ao alto índice pluviométrico (254 mm) sofrido durante as últimas 72 horas, houve o transbordamento do Rio Bengalas, no Distrito de Conselheiro Paulino; Rio Grande, em Riograndina e alguns Córregos inundando várias residências ribeirinhas a esses leitos d'água. Houve também cerca de 350 deslizamentos de terra em taludes nos diversos Distritos acima mencionados.							

Figura 5.2.2.1 - Itens de um relatório Avadan com a classificação de um tipo e a descrição de dois tipos de desastre (fonte: www.defesacivil.gov.br)

AVALIAÇÃO DE DANOS - AVADAN				
1 - Tipificação Código 12.303 13.301		Denominação ALAGAMENTOS/ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS	2- Data de Ocorrência Dia Mês Ano Horário 24 12 2001 17:20	
3- Localização UF: RJ Município: Magé				
5 - Causas do Desastre - Descrição do Evento e suas Características: Após as fortes chuvas que ocorreram no dia 24/12/01 até 29/12/01 vários impactos ocorreram representados por enchentes e transbordamento de rios e canais, deslizamento de encostas desabamentos e inundações de áreas de plantio.				

Figura 5.2.2.2 - Itens de um relatório Avadan mostrando a classificação e descrição de dois tipos de desastre em um mesmo evento climático (fonte: www.defesacivil.gov.br)

Ainda com relação às fontes de dados, cabe informar que os resultados das análises dos dados de registros de ocorrências nos municípios foram comparados ao Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, elaborado em 2012 pela Escola de Defesa Civil (ESDEC-RJ) com base na hierarquia das 5 principais ameaças de desastres, feita pela Defesa Civil em cada município.

Nesta apresentação resumida dos resultados da análise dos dados da Defesa Civil, manteve-se a separação em dois períodos, tal como apresentado no relatório específico (RT-03 Vulnerabilidade a Eventos Críticos). O primeiro período compreende desastres registrados antes do ano 2000. O segundo período compreende os desastres ocorridos de 2000 a 2012, período abrangido pela maior parte das fontes de informação e cujos dados são mais detalhados e esclarecedores dos tipos de desastres e seus danos.

5.2.3. Desastres Naturais ocorridos antes do ano 2000

Os dados sobre desastres naturais ocorridos no estado antes do ano 2000 são escassos e, em maioria, não informam precisamente o tipo de desastre ocorrido, nem mesmo a data exata (dia/mês) da ocorrência. As fontes deste período são apenas o histórico do Corpo de Bombeiros e os decretos estaduais de reconhecimento de SE e ECP.

5.2.3.1. Histórico do Corpo de Bombeiros até 1999

Na lista dos antigos desastres, selecionados pelo Corpo de Bombeiros como os mais importantes, há registros históricos desde o século XVIII. Na descrição desses desastres constam referências a eventos extremos de chuvas intensas, indicando que estes sempre ocorreram na cidade do Rio de Janeiro e no estado, causando inundações nas baixadas e margens de rios e deslizamentos nas encostas.

A lista com a identificação desses desastres selecionados pelo Corpo de Bombeiros encontra-se na tabela 5.2.3.1.1, a seguir.

Tabela 5.2.3.1.1 - Desastres naturais importantes no Estado do Rio de Janeiro, ocorridos entre 1711 e 1999, segundo o Corpo de Bombeiros

Ano	Mês	Causa	Desastre / Danos	Cidade / Região
1711	Setembro	Chuvas	Grandes inundações.	Rio de Janeiro
1756	Abril	Ventos fortes, Temporal	Inundações e desabamentos.	Rio de Janeiro
1811	Fevereiro	Chuvas intensas	Inundações e desmoronamento do morro do Castelo, mortes.	Rio de Janeiro
1906	Março	Chuva de 165 mm em 24 h.	Inundações por transbordamento do canal do Mangue e desmoronamentos com mortes nos morros de Santa Teresa, Santo Antônio e Gamboa	Rio de Janeiro
1924	Abril	Fortes chuvas	Inundações por transbordamento do canal do Mangue e desabamentos de barracos com vítimas no morro de São Carlos.	Rio de Janeiro
1940	Janeiro	Chuva de 112 mm	Alagamentos e mortes por desabamentos no bairro do Santo Cristo.	Rio de Janeiro
1942	Janeiro	Chuva de 132 mm	Inundação e desabamento que soterrou cinco pessoas no morro do Salgueiro.	Rio de Janeiro
1962	Janeiro	Temporal de 242 mm	Transbordamento do canal do Mangue e do rio Maracanã, inundações, deslizamentos, 25 mortos e centenas de desabrigados.	Rio de Janeiro
1966	Janeiro	Chuvas	Enchentes e deslizamentos, 250 mortos e 50.000 desabrigados.	Rio de Janeiro e estado da Guanabara
1967	Janeiro	Chuvas	Enchentes e deslizamentos, 500 mortos e 25.300 feridos	Rio de Janeiro e estado da Guanabara
1981	Novembro	Chuvas	Deslizamentos, 20 mortos.	Estrada Rio - Teresópolis
1982	Dezembro	Chuvas	Deslizamentos no Morro Pau da Bandeira, transbordamento do rio Faria-Timbó, inundações, seis mortos.	Rio de Janeiro
1983	Março	Temporal de 189 mm	Desabamento em Santa Teresa, cinco mortos, transbordamento de rios e canais em Jacarepaguá deixou mais de 150 desabrigados.	Rio de Janeiro
1983	Outubro	Temporal	Inundação, deslizamento no morro Pavãozinho, 13 mortos.	Rio de Janeiro
1985	Janeiro	Chuvas	Enchente, 19 mortos, 50 feridos e 15.000 desabrigados	Angra dos Reis e Paraty
1987	Fevereiro	Chuvas	Enchente, 292 mortos e 20.000 desabrigados	Petrópolis, Teresópolis e Rio de Janeiro
1988	Fevereiro	Chuvas	Enchente, 277 mortos e 2.000 desabrigados	Petrópolis e Baixada Fluminense
1988	Fevereiro	Chuvas	Enxurradas e deslizamento no morro Dona Marta, seis mortos, 40 feridos e 300 desabrigados; Deslizamentos/pedras atingiram Hospital Santa Genoveva, 18 mortos.	Rio de Janeiro
1988	Fevereiro	Chuvas	Enchente e deslizamentos, 289 mortos, 734 feridos e 18.560 desabrigados	Rio de Janeiro
1991	Janeiro	Chuvas	Enchente, 25 mortos.	Rio de Janeiro
1999	Janeiro	Chuvas	Enchente, 41 mortos e 180 famílias desabrigadas.	Rio de Janeiro, Vale do Paraíba e Região Serrana

Fonte: "Relação dos desastres mais importantes ocorridos no Estado do Rio de Janeiro", apresentada no Histórico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, publicado em 2003 no site da Defesa Civil.

Note-se, na tabela 5.2.3.1.1, que em 1906 já havia registro de chuva intensa (165 mm em 24 h) causando inundações e deslizamentos. Na sequência, outros eventos críticos são relatados e com chuvas de maior intensidade. Observa-se também que, até meados do século XX, todos os desastres importantes ocorreram somente na cidade do Rio de Janeiro; o primeiro registro fora da capital aparece somente em 1966. A década de 1980 foi a mais crítica, especialmente o ano de 1988.

5.2.3.2. Registros em decretos estaduais de 1979 a 1999

Antes de 2000, os decretos ainda não caracterizavam as ocorrências conforme o manual de classificação da Defesa Civil. Os textos dos decretos são muito sucintos e os mais antigos utilizam somente expressões tais como "tendo em vista as chuvas que assolaram o município...", sem especificar o tipo de desastre e às vezes nem a data da ocorrência.

A tabela 5.2.3.2.1, a seguir, apresenta o número de ocorrências de desastres naturais por ano e por tipo de evento, de acordo com a descrição que consta nos decretos estaduais de reconhecimento de SE e ECP. No total, os decretos se referem a 75 desastres naturais, ocorridos entre 1979 e 1999, e todos relacionados às chuvas (nenhum de estiagem), com inundações na maior parte. Observa-se que não constam decretos para alguns anos referidos no histórico do Corpo de Bombeiros, tais como 1985 e 1999.

Tabela 5.2.3.2.1 - Totais anuais de ocorrências de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro no período de 1979 a 1999, segundo decretos estaduais

Eventos / Desastres	1979	1983	1988	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Inundações ou enchentes	9	2	-	-	-	-	2	10	20	10	-
Chuvas que assolaram	-	-	11	2	2	1	-	1	-	-	-
Deslizamentos e inundações	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Fortes chuvas, deslizamentos	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Chuvas de granizo	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Chuva de granizo e vendaval	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Total	9	2	13	2	2	1	3	13	20	10	0

Fonte: Decretos estaduais de reconhecimento de SE e ECP (www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico).

SE - situação de emergência; ECP - estado de calamidade pública.

Obs.: Na fonte consultada, não havia decreto referente a desastre(s) em 1999.

No referido período, os desastres ocorreram em um total de 50 municípios. Barra Mansa e Miracema apresentaram o maior número de desastres (3 em cada), seguidos por 21 municípios com 2 desastres e 27 municípios com um desastre cada.

A tabela a seguir (tabela 5.2.3.2.2) apresenta o número de ocorrências por município e por ano, com base nos registros dos decretos estaduais. Os municípios estão organizados por Região Hidrográfica (RH), porém não é possível compará-los entre anos e com outros períodos porque houve muitos desmembramentos, com criação de 28 novos municípios ao longo desse período. O município que faz parte de mais de uma RH foi inserido naquela onde se encontra a sua sede urbana.

Observa-se que as regiões com maiores números de ocorrências de desastres naturais foram: a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), com 27 ocorrências, a RH-V (Baía de Guanabara), com 13 ocorrências, e a RH-III (Médio Paraíba do Sul), com 12 ocorrências. No entanto, a RH-IV (Piabanha) teve o maior número médio de ocorrências em relação ao número de municípios na RH.

Na tabela 5.2.3.2.2 destacam-se ainda os seguintes aspectos: as chuvas de 1979 atingiram somente a RH-IX; o trágico ano de 1988 atingiu quase toda a RH-V, além de Petrópolis (da RH-IV); em 1996 houve maior número de desastres na RH-II (Guandu); e em 1997 foram mais atingidas a RH-IX e a RH-VII (Rio Dois Rios).

Tabela 5.2.3.2.2 - Número de ocorrências de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro de 1979 a 1999, por ano, município e Região Hidrográfica

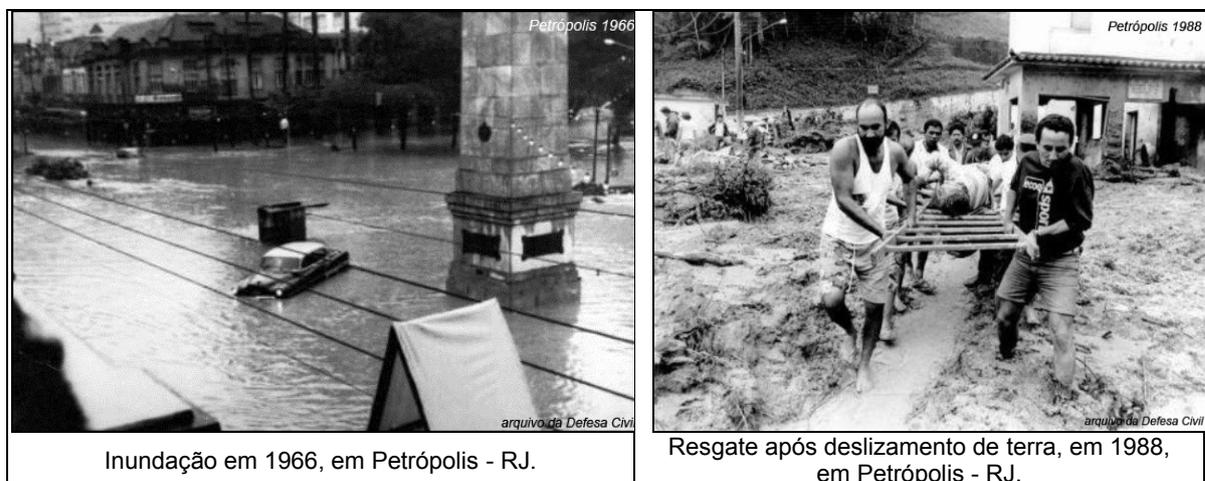
Município	1979	1983	1988	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	Total
Angra dos Reis	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Paraty	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
RH-I (Baía da Ilha Grande)	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2
Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Itaguaí	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Mendes	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Paracambi	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Piraí	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
RH-II (Guandu)	-	-	1	-	-	-	-	6	1	-	8
Barra do Piraí	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2
Barra Mansa	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	3
Itatiaia	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Miguel Pereira	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Paraíba do Sul	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Paty do Alferes	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2
Rio das Flores	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
RH-III (Médio Paraíba do Sul)				1	2	1	2	3	2	1	12
Petrópolis	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
Teresópolis	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
RH-IV (Piabanha)	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4
Cachoeiras de Macacu	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Duque de Caxias	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Guapimirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Magé	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2
Nilópolis	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Nova Iguaçu	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Rio de Janeiro	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
São Gonçalo	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
São João de Meriti	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2
RH-V (Baía de Guanabara)	-	-	7	-	-	-	-	1	1	3	13
Araruama	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Casimiro de Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Silva Jardim	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
RH-VI (Lagos São João)	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	4
Cordeiro	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2
Macuco	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Nova Friburgo	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
RH-VII (Rio Dois Rios)	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	5
Macaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
RH-VIII (Macaé e das Ostras)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1

Município	1979	1983	1988	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	Total
Aperibé	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Bom Jesus do Itabapoana	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Campos dos Goytacazes	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Carapebus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Cardoso Moreira	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Italva	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Itaperuna	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Laje do Muriaé	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Miracema	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	3
Natividade	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Porciúncula	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Quissamã	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Santo Antônio de Pádua	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
São José de Ubá	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana)	9	-	2	-	-	-	1	-	12	3	27
TOTAL - RJ	9	2	13	2	2	1	3	13	20	10	75

Fonte: Decretos estaduais de reconhecimento de SE e ECP (www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico).

Obs.: 1 - Na fonte consultada, não havia decreto referente a desastres em 1999; 2 - Constatam somente os municípios com ocorrências registradas; 3 - Células preenchidas com traço (-) significa o mesmo que zero, ou seja, não houve ocorrência no município ou ano, registrada no conjunto de decretos disponíveis na fonte consultada.

No relatório completo (RT-03) há uma descrição das ocorrências com base nas informações que constam nos decretos. As fotos, a seguir, mostram as consequências das chuvas intensas de 1966 e 1988 na cidade de Petrópolis.



Inundação em 1966, em Petrópolis - RJ.

Resgate após deslizamento de terra, em 1988, em Petrópolis - RJ.

Figura 5.2.3.2.1 - Fotos históricas obtidas no acervo de documentos disponível no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil (fonte: www.defesacivil.gov.br)

Conforme visto na lista dos desastres históricos relatados pelo Corpo de Bombeiros, os anos de 1966 e 1988 estão entre os mais trágicos quanto ao número de mortos e desabrigados por enchentes e deslizamentos no estado, entre outros desastres que continuam se sucedendo anualmente, com impactos sociais e ambientais cumulativos, como se pode ver nos registros mais recentes, desde o ano 2000, apresentados a seguir.

5.2.4. Desastres Naturais Ocorridos de 2000 a 2012

No relatório completo (RT-03) a apresentação desses dados mais recentes é bem mais extensa (item 2.4 do Volume 1) e a análise das ocorrências em cada Região Hidrográfica está mais detalhada e separada no Volume 2.

Nesta síntese para o Diagnóstico são apresentados somente os valores totais por tipo de desastre, por ano e por RH e a avaliação de criticidade para o conjunto dos desastres com inundações e deslizamentos, que são os mais frequentes no estado.

5.2.4.1. Valores totais

Com a aplicação dos critérios de análise dos dados obtidos, identificou-se um conjunto de **644 desastres naturais** ocorridos no estado no período 2000-2012. Para facilitar a visualização dos dados, optou-se por reunir, em grupos, tipos semelhantes de desastres.

Os dois gráficos a seguir (figuras 5.2.4.1.1 e 5.2.4.1.2) mostram os números totais de ocorrências nos grupos/tipos de desastres, com os percentuais dos mais numerosos. O primeiro gráfico mostra os totais considerando-se somente as ocorrências conforme tipificadas nos relatórios da Defesa Civil. O segundo gráfico mostra os totais considerando-se também as ocorrências mistas, de inundações + deslizamentos.

Assim, considerando-se as ocorrências de desastres naturais somente do modo como foram tipificadas nos relatórios da Defesa Civil, o somatório do grupo Inundações representaria 62% do total de ocorrências no período 2000-2012 (figura 5.2.4.1.1). No entanto, se consideradas as ocorrências mistas (com deslizamentos "embutidos", não tipificados como tal), o grupo Inundações passa a representar 39% do total e o grupo Inundações e Deslizamentos passa de 3% para 26% (figura 5.2.4.1.2).

Se as ocorrências mistas tivessem sido todas individualizadas em relatórios específicos, o grupo "Inundações e Deslizamentos" não existiria e o número total de desastres seria de 812 no período 2000-2012, com as ocorrências de deslizamentos e inundações distribuídas da seguinte forma: o grupo Deslizamentos teria, além das 144 ocorrências tipificadas neste grupo, mais as 168 do grupo "Inundações e Deslizamentos" e o grupo Inundações teria 417 ocorrências (397 tipificadas como inundações + 20 mistas ou a soma de 249 + 168 do segundo gráfico).

O número de ocorrências deve ser observado considerando também os impactos principais causados pelos desastres, que são expressos essencialmente pelos danos humanos - número de vítimas fatais, número de pessoas desabrigadas, desalojadas e/ou deslocadas e número total de pessoas afetadas.

A tabela 5.2.4.1.1, na página seguinte aos gráficos, apresenta os valores totais referentes aos principais danos humanos, junto ao número total de ocorrências de cada tipo e grupo de desastres, o número de municípios com ocorrência(s), o número de ocorrências com reconhecimento de situação de emergência (SE) e/ou estado de calamidade pública (ECP) e o percentual de ocorrências com reconhecimento de SE+ECP.

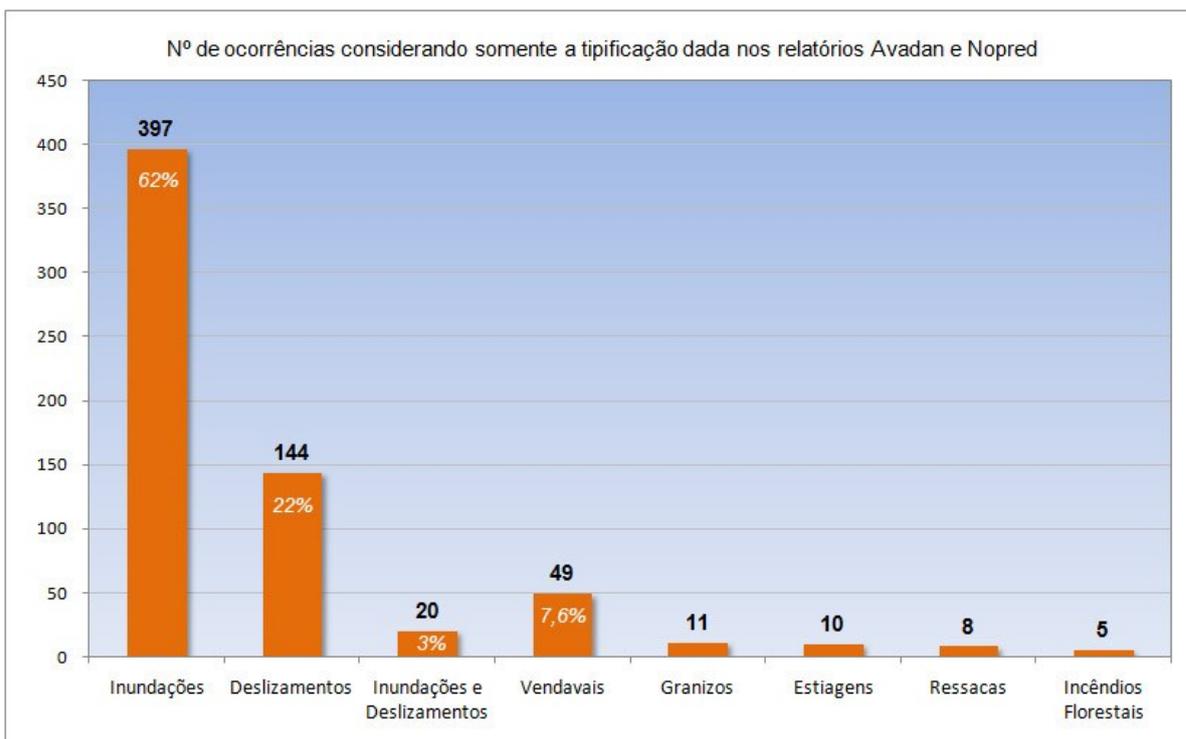


Figura 5.2.4.1.1 - Número de ocorrências por grupo/tipo de desastres no estado RJ, de 2000 a 2012, considerando somente a tipificação dada nos registros da Defesa Civil. (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

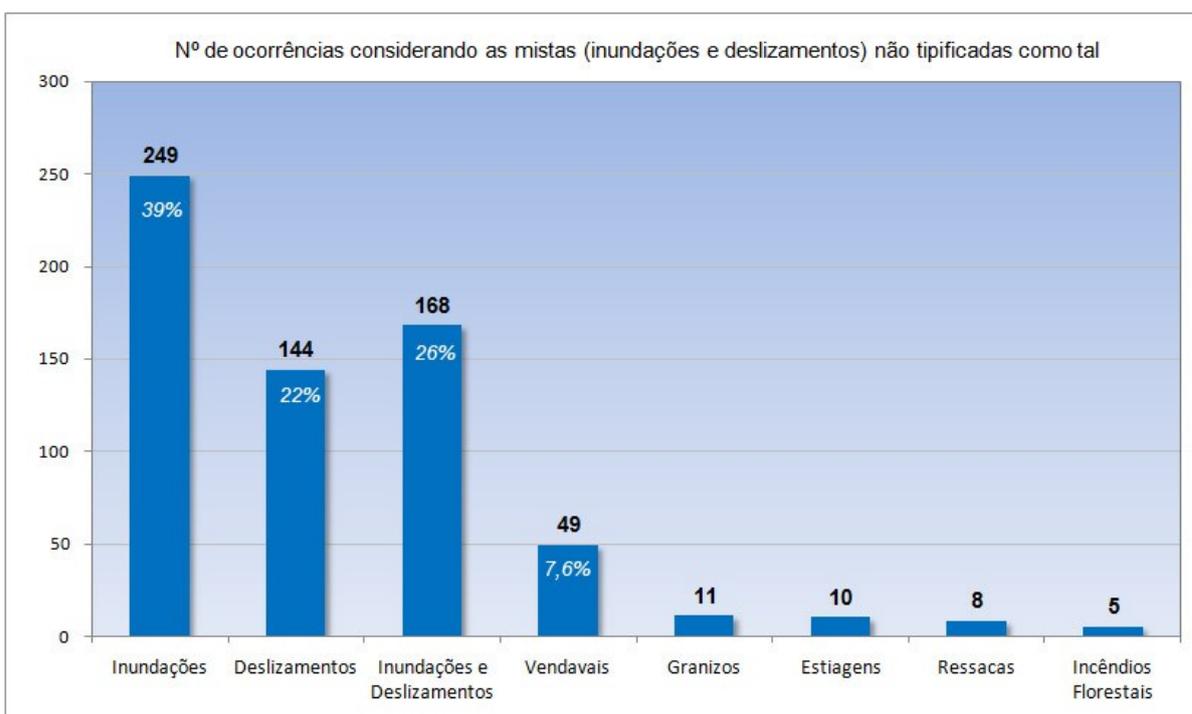


Figura 5.2.4.1.2 - Número de ocorrências por grupo/tipo de desastres no estado RJ, de 2000 a 2012, considerando também as ocorrências mistas (inundações e deslizamentos) não tipificadas. (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

Tabela 5.2.4.1.1 - Ocorrências de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro de 2000 a 2012, totais por grupo e tipos de desastres

GRUPOS	Ocorrências		Nº e % de ocorr. reconhecidas			Danos Humanos		
	Nº de ocorr.	Nº de mun.	SE	ECP	%	Fora de casa (2)	Mortes	Afetadas
Tipificação principal dada às ocorrências, pela Defesa Civil								
INUNDAÇÕES	249	73	59	2	24%	162.122	59	1.630.401
alagamentos	53	21	5	0	9%	10.754	1	750.420
enchentes ou inundações graduais	91	41	32	2	37%	106.383	35	380.121
enxurradas ou inundações bruscas	105	52	22	0	21%	44.985	23	499.860
tromba d'água	0	0	0	0	0%	0	0	0
DESLIZAMENTOS	144	48	38	2	28%	44.482	606	1.805.156
escorregamentos ou deslizamentos	133	44	37	2	28%	44.185	606	1.804.320
corridas de massa	6	5	1	0	17%	145	0	598
quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas	3	1	0	0	0%	138	0	138
rastejos	1	1	0	0	0%	6	0	92
erosão marinha	1	1	0	0	0%	8	0	8
INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS (1)	168	71	127	16	85%	315.707	936	1.922.600
alagamentos	5	5	4	0	80%	1.001	1	87.544
enchentes ou inundações graduais	51	30	38	5	84%	143.362	63	511.277
enxurradas ou inundações bruscas	90	53	76	6	91%	147.516	691	1.104.892
tromba d'água	2	2	1	0	50%	675	1	3.295
alagamentos + escorregamentos ou deslizamentos	7	5	4	0	57%	4.325	11	15.327
alagamentos + enchentes ou inundações graduais + escorregamentos ou deslizamentos + corridas de massa	1	1	1	0	100%	442	0	100.000
enchentes ou inundações graduais + escorregamentos ou deslizamentos	4	4	2	1	75%	6.038	38	11.273
escorregamentos ou deslizamentos + enxurradas ou inundações bruscas	8	6	1	4	63%	12.348	131	88.992
VENDAVALS	49	28	7	0	14%	4.925	2	189.054
vendavais ou tempestades	46	27	5	0	11%	4.310	2	183.541
vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais	3	3	2	0	67%	615	0	5.513
GRANIZOS	11	9	4	0	36%	7.103	0	107.217
ESTIAGENS	10	7	5	0	50%	0	0	91.451
estiagens	9	7	4	0	44%	0	0	68.351
secas	1	1	1	0	100%	0	0	23.100
RESSACAS	8	5	1	0	13%	54	1	687.091
INCÊNDIOS FLORESTAIS	5	5	0	0	0%	0	0	0
Total	644	89	241	20	41%	534.393	1.604	6.432.970

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo.

(1) Grupo "Inundações e Deslizamentos" reúne as ocorrências simultâneas de inundação e deslizamento que foram tipificadas como um tipo somente. Por exemplo, ocorrências classificadas somente como alagamentos mas com deslizamentos incluídos nos danos descritos e/ou avaliados em Avadan. (2) Desalojados, desabrigados e/ou deslocados. SE - situação de emergência e ECP - estado de calamidade pública reconhecidos em decretos estaduais e portarias federais. O percentual (%) é de ocorrências reconhecidas (SE+ECP), em relação ao total de ocorrências do tipo/grupo. OBS.: Os danos humanos podem ser ainda maiores, porque faltam dados de algumas ocorrências e, para o município do Rio de Janeiro, consta somente o nº de mortes na fonte consultada (Fiocruz/SEA 2011).

Os dados referentes aos danos humanos evidenciam que não há proporcionalidade entre número de ocorrências e número de vítimas. Embora no grupo das Inundações esteja o maior número de ocorrências, é no grupo "Inundações e Deslizamentos" que se encontram os maiores danos humanos: este grupo responde por 59% do total de pessoas fora de casa, por 58% do total de mortes e 30% do total de pessoas afetadas pelos desastres naturais ocorridos de 2000 a 2012.

O elevado número de vítimas fatais no período (1.604 mortes) deve-se principalmente aos eventos ocorridos na Região Metropolitana em abr/2010 (249 mortes) e na Região Serrana em jan/2011 (964 mortes).

Nas ocorrências mistas (grupo "Inundações e Deslizamentos") não é possível identificar as causas das mortes. Porém, é muito alta a probabilidade de que a maioria das mortes tenha sido causada pelos deslizamentos, tendo em vista as características intrínsecas (grande quantidade, peso e movimentação súbita de terra/rochas em encostas geralmente ocupadas sem controle), que conferem a este tipo de desastre maior potencial de danos e maior risco de mortes. Esta tendência está também indicada na proporção entre o número de mortes e o número de ocorrências no grupo exclusivo de Deslizamentos, muito maior do que no grupo exclusivo de Inundações.

Vale ressaltar ainda que mais da metade das ocorrências do grupo Inundações e Deslizamentos é de desastres tipificados como "enxurradas ou inundações bruscas", que respondem por 691 das 936 mortes e também pelo maior número de pessoas fora de casa, no grupo. Essas ocorrências de enxurradas, além de incluírem deslizamentos, têm também, entre as demais classes de inundação, maior potencial para causar mortes, pelo grande volume e velocidade das águas e detritos carregados nos rios.

Outro aspecto que enfatiza a maior gravidade no grupo "Inundações e Deslizamentos" é o alto percentual de ocorrências que receberam reconhecimento de SE e ECP (85%), muito acima da média do total de ocorrências (41%), destacando-se que 91% das ocorrências de enxurradas neste grupo tiveram este reconhecimento de SE e ECP, bem como tiveram o maior número de ECP entre todos os tipos de desastre.

Vale destacar ainda que somente 5 dos 89 municípios que sofreram desastres no período 2000-2012 não receberam reconhecimento de SE ou ECP em nenhuma de suas ocorrências - Arraial do Cabo, Guapimirim, Rio das Ostras, São José de Ubá, São Pedro da Aldeia e Volta Redonda.

A tabela 5.2.4.1.1 mostra, portanto, que, no período 2000-2012, as inundações foram os desastres mais frequentes e atingiram maior número de municípios, porém causaram menos mortes e afetaram um número menor de pessoas do que os deslizamentos. O grupo Inundações teve uma média de 6.548 pessoas afetadas por ocorrência, um número expressivamente menor do que no grupo Deslizamentos, com média de 12.536 pessoas afetadas por ocorrência, que é um valor próximo ao do grupo Inundações e Deslizamentos, com média de 11.444 pessoas afetadas por ocorrência.

Um dado importante no contexto dos danos humanos dos desastres refere-se às ocorrências de baixo impacto, ou seja, aquelas que afetam menos de 100 pessoas, causam menos de 10 mortes e não foram reconhecidas como SE ou ECP e, portanto, não seriam consideradas como 'desastres naturais', segundo os critérios internacionais. Do número total de ocorrências do período 2000-2012, 16% estão nessa condição. No entanto, estão entre essas, por exemplo, ocorrências que causaram grandes prejuízos econômicos com a inundação de lavouras ou expressivos danos ambientais como o incêndio ocorrido em 2008 na Reserva Biológica Poço das Antas.

5.2.4.2. Totais por ano

O período 2000-2012 foi especialmente marcado pela tragédia de jan/2011 na Região Serrana, que causou o maior número de vítimas fatais e os maiores impactos sociais, econômicos e ambientais do período. No entanto, como se observa a seguir (tabela 5.2.4.2.1), o ano mais crítico do período foi 2010, com maiores valores de número total de ocorrências, número de municípios atingidos, número de ocorrências reconhecidas como SE e número de pessoas afetadas, incluindo as que perderam ou tiveram que abandonar suas casas (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas).

Em 2010 ocorreram desastres naturais em vários municípios do estado e especialmente a Região Metropolitana foi severamente atingida por desastres com chuvas intensas, resultando em elevado número de pessoas afetadas e de vítimas fatais, devido à alta densidade urbana desta região.

Os anos 2009 e 2007 destacam-se na segunda e terceira posição, após 2010, com maiores números de municípios atingidos por desastres, sendo que 2009 apresentou a segunda maior média de ocorrências por município por ano, junto com 2006.

Ainda na tabela 5.2.4.2.1, observa-se que houve mortes em todos os anos, destacando-se, além dos elevados números de mortes nos já referidos anos de 2010 e 2011, os números relativamente altos de mortes no início do período (anos 2001 e 2002).

Tabela 5.2.4.2.1 - Totais anuais de ocorrências de desastres naturais e danos humanos no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012

ANO	Nº de Ocorrências	Nº de municípios	Md	SE	ECP	Desalojadas / desabrigadas / deslocadas	Mortes	Total de pessoas afetadas
2000	10	9	1,1	3	4	7.364	6	29.097
2001	21	18	1,2	8	3	13.676	67	98.146
2002	7	5	1,4	3	1	5.918	50	15.167
2003	45	32	1,4	27	1	32.087	34	129.445
2004	32	22	1,5	14	-	8.236	7	123.592
2005	36	29	1,2	16	-	14.930	8	249.320
2006	47	24	2,0	6	-	5.513	33	184.800
2007	66	50	1,3	37	-	99.743	39	878.832
2008	66	40	1,7	21	1	81.015	28	551.626
2009	102	51	2,0	30	-	44.972	24	549.672
2010	116	54	2,1	39	3	117.205	310	2.887.843
2011	51	34	1,5	13	7	52.372	968	487.348
2012	45	34	1,3	24	-	51.362	30	248.082
Total	644	89	7,2	241	20	534.393	1.604	6.432.970

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo.

Md - média de ocorrências por município no ano; **SE** - situação de emergência e **ECP** - estado de calamidade pública, reconhecidos em decretos estaduais e/ou portarias federais.

Os totais de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas) podem ser interpretados como mais representativos dos danos humanos do que os totais de pessoas afetadas, que em geral incluem estimativas de pessoas eventualmente afetadas por interrupção de tráfego e/ou de serviços, etc. A figura 5.2.4.2.2 mostra que, na maior parte dos anos do período, foi no grupo "Inundações e Deslizamentos" que houve os maiores números de pessoas fora de casa.

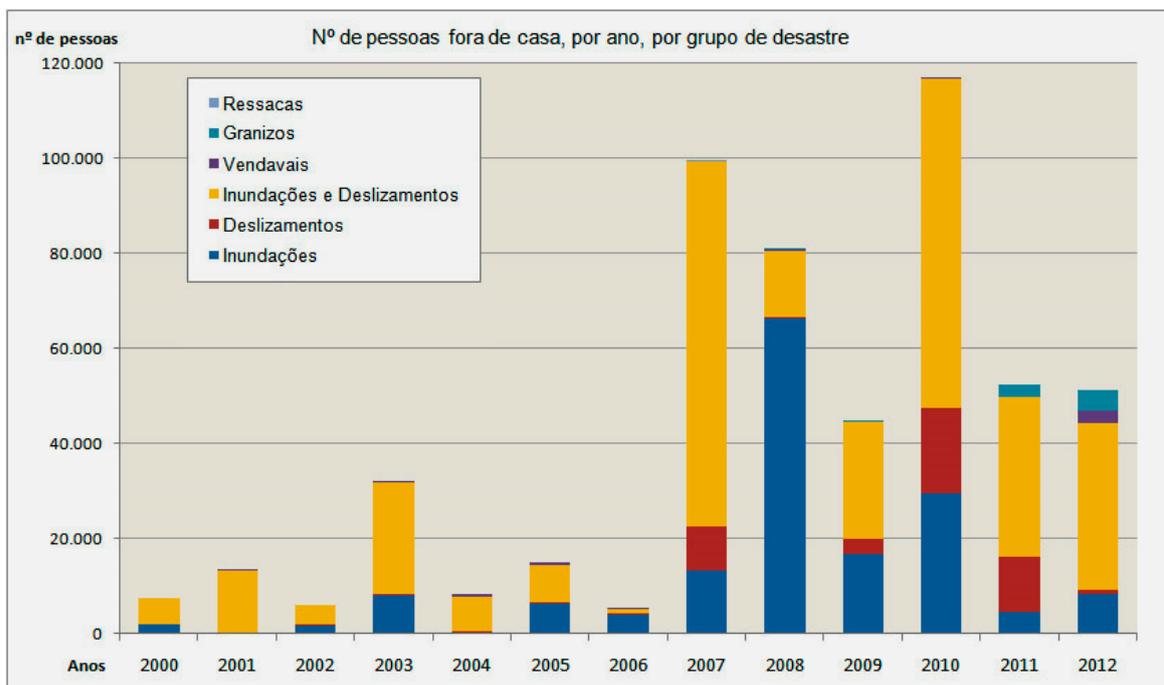


Figura 5.2.4.2.2 - Número anual de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas), por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

Os números de vítimas fatais expressam os resultados mais trágicos dos desastres. A figura 5.2.4.2.3 mostra a concentração do número de mortes nos anos 2010 e 2011 e a predominância de mortes nos grupos "Inundações e Deslizamentos" e Deslizamentos.



Figura 5.2.4.2.3 - Número anual de mortes por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

As 1.604 mortes por desastres naturais no período 2000-2012 aconteceram em um total de 91 ocorrências em 41 municípios, sendo que 95% das mortes aconteceram em 11 municípios, cada um com mais de 10 mortes no período. Como mostra a tabela 5.2.4.2.2, esses 11 municípios compreendem Angra dos Reis mais cinco municípios da Região Metropolitana e cinco da Região Serrana.

Tabela 5.2.4.2.2 - Totais de mortes por desastres naturais de 2000 a 2012, por grupos de desastres nos municípios com mais de 10 mortes no período

Municípios	Inundações	Deslizamentos	Inundações e Deslizamentos	Vendaval	Ressaca	TOTAL
Nova Friburgo	-	-	460	-	-	460
Teresópolis	-	422	6	-	-	428
Niterói	-	1	176	-	-	177
Petrópolis	3	12	140	-	-	155
Rio de Janeiro	42	75	5	2	-	124
Angra dos Reis	-	52	35	-	-	87
Sumidouro	-	-	36	-	-	36
Sapucaia	-	22	1	-	-	23
São Gonçalo	-	-	17	-	-	17
Guapimirim	8	3	-	-	-	11
Duque de Caxias	1	-	9	-	-	10
Subtotal	51	584	891	2	-	1.528
Outros 30 mun.	9	19	47	-	1	76
TOTAL	63	606	932	2	1	1.604

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. Obs.: A única morte por ressaca ocorreu no município de Maricá, em 2011.

Ressalta-se que somente 3 mortes não foram decorrentes de eventos críticos de chuva (deslizamentos e/ou inundações).

5.2.4.3. Totais por Região Hidrográfica

A partir do ano 2000 não houve criação de novos municípios, o que permite comparações entre municípios e entre Regiões Hidrográficas do estado.

Considerando-se que os registros da Defesa Civil são feitos por município e os dados obtidos não contemplam a localização exata das ocorrências, cada município abrangido por mais de uma RH foi inserido na RH onde está sua sede urbana. Este critério leva em conta que a maioria dos desastres ocorre em centros urbanos - dos desastres registrados pela Defesa Civil no período 2000-2012, 56% atingiram somente áreas urbanas; outros 39% atingiram ao mesmo tempo áreas urbanas e rurais; e 5% atingiram somente áreas rurais.

A tabela 5.2.4.3.1 apresenta o número total de ocorrências em cada RH, por tipo de desastre. Na coluna ao lado do total de ocorrências consta o número de municípios abrangidos pela RH, incluindo os municípios que não sofreram desastres no período. E, ao lado direito desta, consta a média de desastres por município (Md). Ainda, na penúltima linha da tabela, consta o único registro do governo estadual, que corresponde a um decreto de SE emitido pelo governador devido a diversos deslizamentos em várias estradas estaduais, ocorridos durante as chuvas intensas de jan/2007.

Tabela 5.2.4.3.1 - Número de ocorrências de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 por Região Hidrográfica, por grupo de desastre

RH	Nome da Região Hidrográfica	Inund	Desl	Inund+Desl	Vend	Gran	Est	Ress	IncF	Total	Nº mun	Md *
I	Baía da Ilha Grande	14	10	3	1	-	-	-	-	28	2	14,0
II	Guandu	21	16	14	12	-	-	1	-	64	10	6,4
III	Médio Paraíba do Sul	34	16	26	2	6	-	-	-	84	16	5,3
IV	Piabanha	18	25	17	2	-	-	-	-	62	7	8,9
V	Baía de Guanabara	51	45	28	8	-	-	2	1	135	16	8,4
VI	Lagos São João	13	3	7	9	3	-	1	1	37	9	4,1
VII	Dois Rios	12	19	21	2	-	-	-	-	54	11	4,9
VIII	Macaé e das Ostras	10	-	1	2	-	-	2	-	15	2	7,5
IX	Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	76	9	51	11	2	10	2	3	164	19	8,6
Gov. RJ - rodovias		-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
TOTAL RJ		249	144	168	49	11	10	8	5	644	92	7,0

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo.

Inund = Inundações; Desl = Deslizamentos; Inund+Desl = Inundações e Deslizamentos (simultâneos); Vend = Vendavais; Gran = Granizos; Est = Estiagens; Ress = Ressacas; IncF = Incêndios florestais. * Md = nº desastres / nº municípios.

Observa-se que a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) sofreu o maior número total de desastres naturais no período 2000-2012, seguida pela RH-V (Baía de Guanabara) e pela RH-III (Médio Paraíba do Sul). Essas são as três maiores regiões, com os maiores números de municípios. No entanto, tendo em vista que o número de municípios por RH é muito variável (de 2 a 19), a média de desastres por município compara melhor os dados entre regiões, indicando o que representa o número total de ocorrências para a dimensão da RH em termos de quantidade de municípios. Desse modo, a RH-IX, com uma média de 8,6 desastres por município, passa a situar-se em 3º lugar e a RH-V em 4º lugar, precedidas pela RH-I (Baía da Ilha Grande) e pela RH-IV (Piabanha). Já a RH-III passa do 3º para o 7º lugar, abaixo da média do estado.

Quanto aos tipos de desastre, a tabela 5.2.4.3.1 mostra que a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) sofreu o maior número de ocorrências nos grupos Inundações e "Inundações e Deslizamentos" e, em ambos os grupos, foi seguida pela RH-V (Baía de Guanabara). Estas duas regiões (RHs V e IX) respondem por 49% do total de ocorrências desses dois grupos de desastres e por 47% do total geral de ocorrências do período 2000-2012. A RH-V sofreu também o maior número de desastres no grupo Deslizamentos, seguida pela RH-IV (Piabanha) e pela RH-VII (Dois Rios).

Na figura 5.2.4.3.1, observa-se que, além do maior número de ocorrências, na RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) foi registrado o maior número de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas). Na RH-V (Baía de Guanabara), o número de pessoas afetadas foi mais expressivo. Embora com números de ocorrências bem menores, a RH-IV (Piabanha) e a RH-VII (Dois Rios) tiveram os maiores números de vítimas fatais (mortes), devido principalmente ao megadesastre de jan/2011, mas também a várias outras ocorrências com mortes no período 2000-2012, principalmente em Petrópolis e Teresópolis (ambos da RH-IV).

Dados mais completos, apresentados no relatório RT-03, permitem identificar melhor os impactos dos desastres nas Regiões Hidrográficas e respectivos municípios, por tipo de desastre, por danos humanos e em cada ano do período 2000-2012.

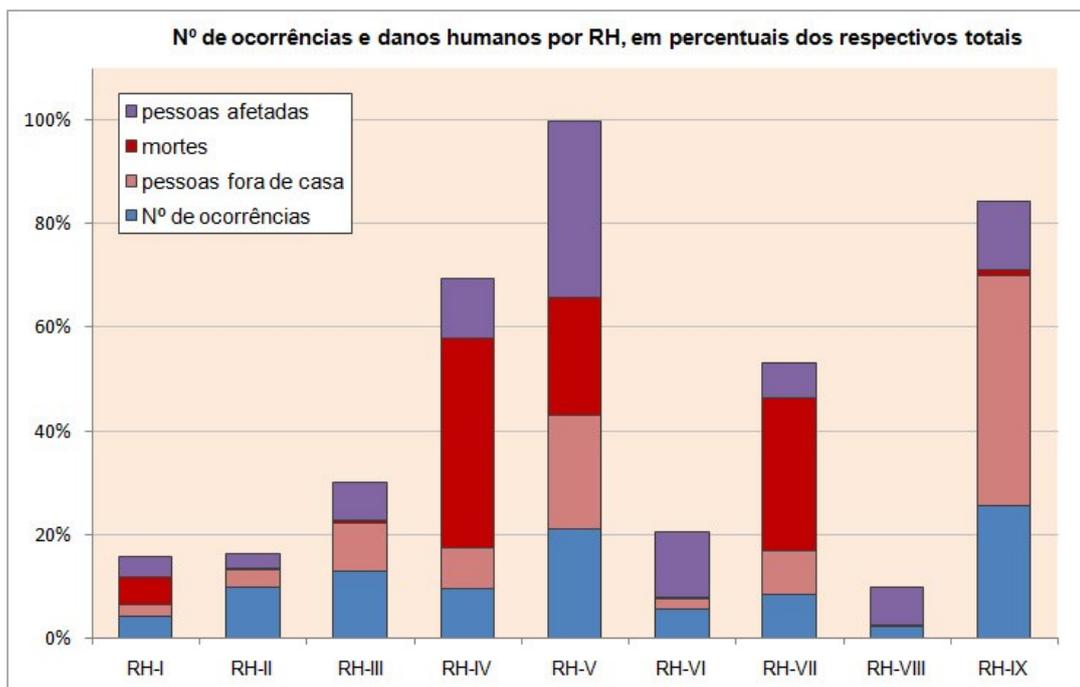


Figura 5.2.4.3.1 - Totais de ocorrências e danos humanos dos desastres, por Região Hidrográfica, em percentuais dos respectivos totais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

5.2.4.4. Criticidade dos desastres nos municípios

Além da análise comparativa (nº de ocorrências x danos humanos), feita com os valores totais por ano e por Região Hidrográfica, foi realizada uma análise mais integrada e sistematizada desses indicadores, identificando uma escala de criticidade para o conjunto de municípios atingidos pelos desastres mais frequentes e mais impactantes no estado do Rio de Janeiro, que são os desastres relativos a inundações e deslizamentos.

Para esta análise, foram considerados os valores dos seguintes indicadores: número de ocorrências, número de pessoas fora de casa e número de mortes, distribuídos em 8 (oito) intervalos de valores, identificados como níveis de criticidade: do nível 1, com o intervalo menos crítico, ao nível 8, cujo intervalo abrange o maior valor do indicador em questão. Realizou-se, primeiro, a avaliação de criticidade em cada grupo ("Inundações", "Deslizamentos" e "Inundações e Deslizamentos") e, depois, uma avaliação integrada, com a soma dos dados dos três grupos.

A opção por 8 níveis de criticidade, ao invés das tradicionais classes simples arbitradas em 3 níveis, "baixo", "médio" e "alto", tem por objetivo permitir que as variações de valores dos indicadores e da integração entre estes sejam melhor representadas, dado que esses valores não seguem um padrão de distribuição e reduzi-los a três níveis causaria mais discrepâncias do que já se verifica na base de dados. Em geral, pode-se considerar que os níveis 1 e 2 representam as ocorrências de menor criticidade; os níveis 3, 4 e 5 representam as ocorrências de criticidade média e os níveis 6, 7 e 8 representam as ocorrências de maior criticidade. No entanto, é importante ressaltar que a posição de um município em um determinado nível deve ser vista como uma posição relativa, associada ao conjunto de dados de todos os municípios atingidos pelos desastres.

Também é importante observar que esta análise de criticidade refere-se aos danos humanos diretos causados pelos desastres. Portanto, um município que, hipoteticamente,

sofra inundações ou deslizamentos que causem transtornos ao trânsito, interrupção de serviços ou prejuízos à produção econômica, mas não causem a retirada de pessoas de suas moradias ou não resultem em vítimas fatais, estará no nível 1 ou 2 de criticidade.

Nesta síntese para o Diagnóstico, são apresentados somente os resultados finais da análise de criticidade para a soma dos três grupos de desastres, incluindo ainda a comparação com a hierarquia de ameaças por município, apresentada no Mapa de Ameaças Naturais (ESDEC 2012). No relatório completo (RT-03) encontram-se as análises e a metodologia detalhada para avaliação de criticidade de cada grupo.

Na figura 5.2.4.4.1, observa-se que a maioria dos municípios situa-se nos níveis intermediários de criticidade, destacando-se o nível 4, com 22 municípios, entre os quais 15 têm as inundações como 1ª ameaça. As inundações predominam como 1ª ameaça em todos os níveis, com exceção do nível 8.

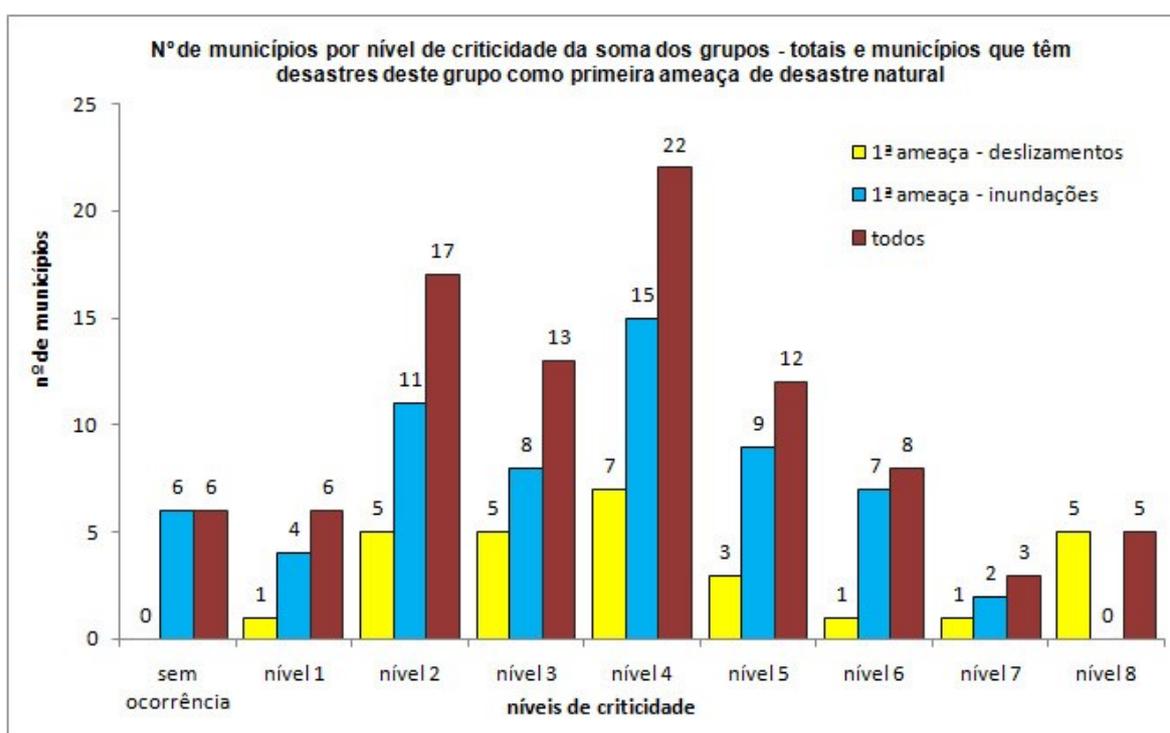


Figura 5.2.4.4.1 - Número de municípios por nível de criticidade do resultado da soma dos três grupos de ocorrências de inundações e deslizamentos no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

Os cinco municípios no nível máximo de criticidade (nível 8) - Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Rio de Janeiro e Angra dos Reis - respondem pelo total de 67.148 pessoas fora de casa e de 1.252 mortes no período analisado e todos esses municípios têm os "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça, assim como Niterói, com o maior número de mortes no nível 7. Os outros dois municípios no nível 7 têm, como 1ª ameaça, desastres do tipo inundações: São Gonçalo (alagamentos) e Campos dos Goytacazes (enchentes).

Os dados por município estão apresentados na tabela 5.2.4.4.3, a seguir. Após a tabela, consta um mapa com a distribuição dos níveis finais de criticidade (figura 5.2.4.4.2). Ressalta-se que, entre os 92 municípios do estado, apenas 2 não têm inundações ou deslizamentos como 1ª ameaça e estes estão nos níveis 1 e 2 de criticidade.

Tabela 5.2.4.4.3 – Valores dos indicadores, níveis de criticidade final e categorias de ameaça, por município e região hidrográfica, para o somatório das ocorrências dos três grupos – “inundações”, “Deslizamentos” e “Inundações e Deslizamentos”, no estado RJ, de 2000 a 2012.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	ench	enx	alag
VII	Nova Friburgo	5	21.291	460	nível 8	1 ^a	2 ^a	3 ^a	5 ^a
IV	Teresópolis	12	16.602	428	nível 8	1 ^a	3 ^a	n.a.	n.a.
IV	Petrópolis	25	16.036	155	nível 8	1 ^a	n.a.	2 ^a	3 ^a
V	Rio de Janeiro	20	5.692	122	nível 8	1 ^a	5 ^a	n.a.	2 ^a
I	Angra dos Reis	23	7.527	87	nível 8	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
V	Niterói	4	11.853	177	nível 7	1 ^a	n.a.	3 ^a	4 ^a
V	São Gonçalo	20	57.644	17	nível 7	3 ^a	4 ^a	n.a.	1 ^a
IX	Campos dos Goytacazes	19	86.552	4	nível 7	5 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
II	Mangaratiba	16	5.756	0	nível 6	1 ^a	3 ^a	n.a.	2 ^a
IV	Sumidouro	8	1.662	36	nível 6	2 ^a	5 ^a	1 ^a	4 ^a
IX	Santo Antônio de Pádua	5	33.703	6	nível 6	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
V	Belford Roxo	13	10.325	2	nível 6	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Bom Jesus do Itabapoana	18	9.434	3	nível 6	3 ^a	1 ^a	2 ^a	5 ^a
IX	Itaperuna	8	34.768	0	nível 6	2 ^a	1 ^a	3 ^a	5 ^a
V	Duque de Caxias	8	11.613	10	nível 6	3 ^a	1 ^a	4 ^a	5 ^a
III	Barra Mansa	11	19.257	1	nível 6	2 ^a	3 ^a	1 ^a	n.a.
IX	Porciúncula	5	12.205	0	nível 5	3 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
VII	São Fidélis	7	6.233	1	nível 5	3 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
IX	São Francisco de Itabapoana	7	8.783	0	nível 5	4 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
V	Guapimirim	17	86	11	nível 5	4 ^a	2 ^a	1 ^a	3 ^a
IX	Miracema	7	10.472	0	nível 5	2 ^a	n.a.	1 ^a	3 ^a
IX	Cambuci	8	3.963	1	nível 5	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
IX	Aperibé	12	9.347	0	nível 5	n.a.	1 ^a	2 ^a	3 ^a
V	Rio Bonito	10	2.527	3	nível 5	1 ^a	n.a.	3 ^a	4 ^a
IX	Cardoso Moreira	6	8.942	2	nível 5	3 ^a	1 ^a	2 ^a	5 ^a
IX	Laje do Muriaé	5	9.347	1	nível 5	2 ^a	1 ^a	3 ^a	5 ^a
IV	Sapucaia	7	1.402	23	nível 5	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
III	Barra do Piraí	9	13.137	0	nível 5	1 ^a	2 ^a	4 ^a	n.a.
VIII	Macaé	11	806	0	nível 4	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a
V	Maricá	2	3.152	3	nível 4	3 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
I	Paraty	4	3.165	0	nível 4	3 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
V	Tanguá	3	6.276	0	nível 4	5 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
IX	Italva	7	4.012	0	nível 4	4 ^a	1 ^a	3 ^a	2 ^a
VII	Itaocara	5	7.955	0	nível 4	4 ^a	1 ^a	3 ^a	2 ^a
VI	Silva Jardim	12	706	0	nível 4	4 ^a	1 ^a	3 ^a	2 ^a
V	Magé	5	1.304	7	nível 4	1 ^a	3 ^a	5 ^a	2 ^a
II	Seropédica	2	5.013	0	nível 4	1 ^a	3 ^a	5 ^a	2 ^a
IV	São José do Vale do Rio Preto	2	3.104	5	nível 4	2 ^a	n.a.	1 ^a	3 ^a
III	Paty do Alferes	11	1.316	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	5 ^a	3 ^a
VII	Bom Jardim	2	3.272	5	nível 4	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
II	Mendes	4	2.886	0	nível 4	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
III	Resende	4	2.268	1	nível 4	2 ^a	1 ^a	3 ^a	4 ^a
V	Mesquita	4	1.443	1	nível 4	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
VII	Macuco	8	679	1	nível 4	3 ^a	1 ^a	4 ^a	5 ^a
III	Três Rios	8	4.506	0	nível 4	2 ^a	1 ^a	n.a.	5 ^a
VII	Santa Maria Madalena	9	1.297	1	nível 4	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
VII	Cantagalo	4	1.238	2	nível 4	1 ^a	n.a.	2 ^a	n.a.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	ench	enx	alag
III	Paraíba do Sul	8	4.265	0	nível 4	1ª	2ª	3ª	n.a.
IX	Natividade	12	1.428	0	nível 4	2ª	1ª	5ª	n.a.
IV	Areal	4	2.840	0	nível 4	1ª	2ª	n.a.	n.a.
V	Itaboraí	3	3.371	0	nível 3	3ª	n.a.	1ª	2ª
VI	Araruama	2	4.769	0	nível 3	n.a.	1ª	n.a.	2ª
IX	São João da Barra	5	1.284	0	nível 3	n.a.	1ª	n.a.	2ª
II	Japeri	4	1.563	0	nível 3	4ª	2ª	1ª	3ª
III	Miguel Pereira	4	348	2	nível 3	1ª	n.a.	2ª	3ª
VI	Casimiro de Abreu	4	551	1	nível 3	2ª	1ª	n.a.	3ª
V	São João de Meriti	5	241	1	nível 3	1ª	2ª	3ª	4ª
II	Paracambi	4	760	2	nível 3	3ª	1ª	n.a.	4ª
II	Queimados	7	417	0	nível 3	3ª	1ª	n.a.	4ª
III	Comendador Levy Gasparian	4	928	0	nível 3	1ª	3ª	2ª	n.a.
V	Cachoeiras de Macacu	4	877	2	nível 3	1ª	2ª	3ª	n.a.
VII	Trajano de Moraes	6	846	0	nível 3	2ª	1ª	n.a.	n.a.
III	Valença	7	380	4	nível 3	1ª	2ª	n.a.	n.a.
VI	São Pedro da Aldeia	1	102	0	nível 2	3ª	n.a.	2ª	1ª
VI	Saquarema	2	337	0	nível 2	n.a.	n.a.	2ª	1ª
IX	Carapebus	2	821	0	nível 2	n.a.	2ª	4ª	1ª
IX	Conceição de Macabu	3	964	0	nível 2	n.a.	2ª	n.a.	1ª
III	Itatiaia	2	135	0	nível 2	3ª	1ª	n.a.	2ª
VII	Duas Barras	1	160	0	nível 2	n.a.	1ª	n.a.	2ª
VI	Iguaba Grande	2	207	0	nível 2	n.a.	1ª	n.a.	2ª
V	Nilópolis	3	143	1	nível 2	3ª	1ª	n.a.	4ª
II	Rio Claro	6	354	0	nível 2	1ª	3ª	n.a.	4ª
IX	Quissamã	2	670	0	nível 2	n.a.	5ª	n.a.	4ª
IX	Varre-Sai	3	377	0	nível 2	2ª	3ª	1ª	n.a.
V	Nova Iguaçu	3	494	6	nível 2	2ª	n.a.	1ª	n.a.
IV	Carmo	2	477	2	nível 2	1ª	3ª	2ª	n.a.
II	Piraí	6	452	0	nível 2	1ª	2ª	3ª	n.a.
VII	São Sebastião do Alto	3	144	1	nível 2	1ª	2ª	3ª	n.a.
II	Engenheiro Paulo de Frontin	2	420	3	nível 2	1ª	5ª	3ª	n.a.
VII	Cordeiro	2	385	0	nível 2	2ª	1ª	n.a.	n.a.
III	Volta Redonda	1	22	0	nível 1	2ª	n.a.	3ª	1ª
III	Pinheiral	1	44	0	nível 1	1ª	2ª	n.a.	4ª
III	Rio das Flores	2	67	0	nível 1	3ª	2ª	1ª	n.a.
III	Quatis	2	70	0	nível 1	2ª	3ª	1ª	n.a.
IX	São José de Ubá	2	15	0	nível 1	2ª	n.a.	3ª	n.a.
III	Porto Real	2	26	0	nível 1	4ª	1ª	n.a.	n.a.
III	Vassouras	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	3ª	1ª
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	sem ocorrência	3ª	2ª	n.a.	1ª
VI	Armação dos Búzios	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	n.a.	1ª
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	n.a.	1ª
VI	Cabo Frio	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	n.a.	1ª
II	Itaguaí	0	0	0	sem ocorrência	4ª	n.a.	1ª	2ª

Fontes: Registros da Defesa Civil do período 200-2012 organizados e analisados neste estudo e Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC 2012). Legenda: N = número de ocorrências; ench = enchentes; enx = enxurradas; alag = alagamentos; desl. = escorregamentos ou deslizamentos; n.a. = não é ameaça.

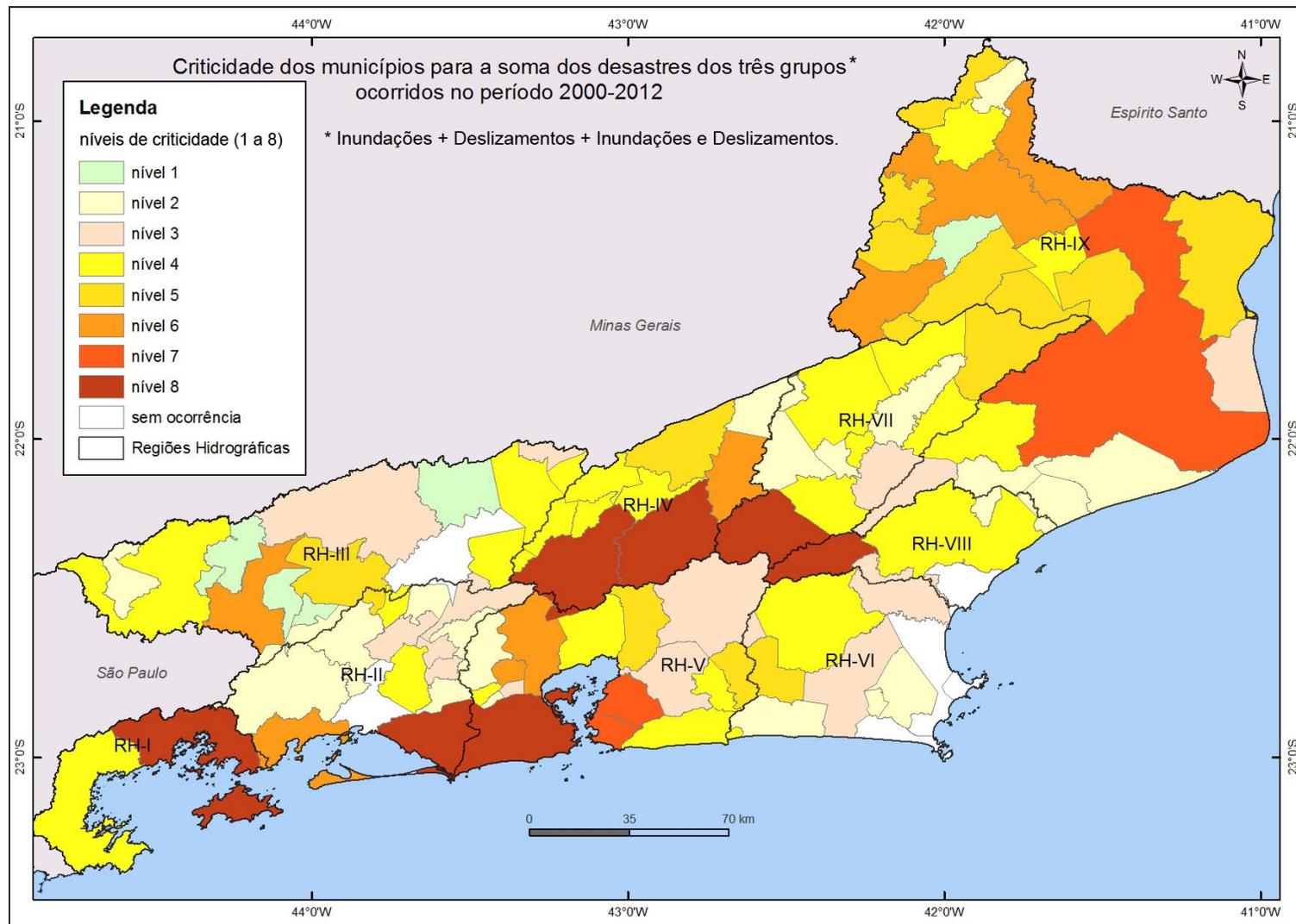


Figura 5.2.4.4.2 - Mapa de criticidade final resultante da soma dos três grupos de ocorrências - "Inundações", "Deslizamentos" e "Inundações e Deslizamentos" - no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo)

5.2.5. Conclusões e Recomendações

Inundações e deslizamentos são os desastres mais frequentes no estado. Os dados totais, por tipo de desastre natural, por RH e por ano do período 2000-2012, indicam, em linhas gerais, que o estado do Rio de Janeiro, historicamente vulnerável a ocorrências de desastres naturais causados por eventos de chuvas intensas, parece estar se tornando mais vulnerável a cada ano, com um crescente número de pessoas atingidas diretamente.

Os desastres ocorrem com frequência e danos humanos significativos em todo estado. No total do período 2000-2012, a Defesa Civil registrou, em média, 50 desastres por ano, que afetaram cerca de 500.000 pessoas por ano, retirando de suas casas mais de 4.000 pessoas por ano. No total, 1.601 pessoas morreram nos desastres com inundações e/ou deslizamentos. A RH-VIII (Macaé e das Ostras) foi a única que não registrou mortes no período e teve o menor número de ocorrências, no entanto, os poucos desastres afetaram um número elevado de pessoas, equivalente aos da RH-III (Médio Paraíba do Sul), terceira em número de ocorrências.

Segundo as informações dos relatórios Avadan, mesmo quando não há vítimas fatais e são poucos os desabrigados ou desalojados, os impactos dos desastres podem ser generalizados, atingindo áreas urbanas e rurais, com prejuízos e transtornos diversos: destruição de imóveis, interrupção do fornecimento de água e luz e de coleta de lixo, sobrecarga dos serviços de saúde, fechamento de escolas e comércio, restrições à circulação de veículos, perdas na produção agropecuária, destruição de estradas e pontes, entupimento das redes de drenagem, assoreamento de rios e canais, entre outros. Em alguns casos, serviços essenciais são diretamente afetados, como estruturas de captação ou tratamento de água, estações de tratamento de esgoto e prédios de postos de saúde, reduzindo a capacidade já precária dos municípios de fazer frente às demandas emergenciais durante e imediatamente após as ocorrências de desastres.

Os resultados da análise de criticidade para as ocorrências do período 2000-2012 expressam uma parte dos aspectos que indicam a vulnerabilidade dos municípios a desastres decorrentes de eventos críticos de chuva, na medida em que, quanto maior o número de ocorrências, de pessoas fora de casa e/ou de mortes, maior parece ser a vulnerabilidade dos municípios atingidos.

No entanto, para uma perspectiva de planejamento, de médio a longo prazo, a escala de criticidade não pode ser diretamente considerada uma escala de vulnerabilidade dos municípios a inundações e deslizamentos, tendo em vista que o período de 13 anos (2000-2012) é relativamente pequeno para avaliações consistentes e definitivas sobre desastres com eventos críticos de chuvas, que têm períodos de recorrência muito mais longos e de difícil identificação, principalmente diante da incompletude de dados, subnotificação de ocorrências e discrepâncias observadas, que acabam por afetar o grau de confiança nos dados da Defesa Civil.

Nos municípios afetados por 2, 3 ou mais desastres, às vezes em anos seguidos, os impactos são cumulativos e sinérgicos, tornando esses municípios cada vez mais vulneráveis a novos eventos críticos, inclusive porque os recursos financeiros, quando disponíveis, não representam o único fator limitante para evitar novos desastres; um histórico processo de gestão pública inadequada, no nível municipal principalmente, que vai desde a falta de pessoal qualificado até os extremos de conduta ilegal e desvios de recursos públicos, permitiu formas de ocupação e uso do solo em áreas suscetíveis ao risco potencial (margens de rios, encostas íngremes, topos de morros), sem respeito à legislação ambiental e de uso do solo, ou mesmo em áreas de menor risco potencial,

porém sem infraestrutura e sem métodos e técnicas de controle de erosão e drenagem, entre outros aspectos, que resultam em um crescente número de pessoas expostas aos riscos de desastres em eventos climáticos mais intensos no estado.

Enfim, diversos aspectos que definem a vulnerabilidade dos municípios a desastres naturais precisam ser associados à análise de criticidade apresentada neste estudo, o que demanda um estudo muito mais extenso e complexo.

As recomendações a seguir visam somente contribuir para melhorar a consistência e a acessibilidade aos dados de registros da Defesa Civil no estado do Rio de Janeiro, o que se reflete também em melhoria do conhecimento sobre a vulnerabilidade à ocorrência de desastres naturais, necessária para a gestão socioambiental do problema.

- **Registros separados de ocorrências mistas** - um dos principais entraves para a realização de uma consistente análise dos dados da Defesa Civil sobre desastres naturais no estado são as subnotificações de ocorrências de deslizamentos simultâneos a inundações, em um mesmo evento crítico de chuva. O caso mais "emblemático" verificou-se do megadesastre de 12/jan/2011 na Região Serrana, em Nova Friburgo, município que mais sofreu com deslizamentos naquele evento, que foi tipificado somente como enxurradas, no relatório Avadan da Defesa Civil.

Para uma correta identificação dos tipos de desastres naturais que atingem o estado é importante que estes sejam devidamente identificados em relatórios específicos, mesmo que decorram de um mesmo evento crítico de chuva.

- **Descrição e localização cartográfica dos dados em meio digital** - tanto para a organização em banco de dados como para a divulgação, é necessário que os dados de identificação de danos de cada desastre sejam discriminados por local atingido e inseridos em meio digital, em planilhas e com a correta localização, com coordenadas geográficas de cada local atingido, para que possam ser gerados e atualizados mapas de ocorrências e de riscos potenciais e iminentes.
- **Identificação de rios e bacias hidrográficas atingidas** - além das coordenadas geográficas de cada local atingido, os relatórios de ocorrências deveriam também ter um item para informar qual o rio (no caso de inundação) ou bacia hidrográfica. Embora os registros sejam feitos nos municípios, estas informações permitem uma análise dos impactos ambientais e sociais dos desastres em limite físico mais adequado (bacia) do que o limite político-administrativo, bem como auxiliam na gestão integrada de municípios vizinhos situados na mesma bacia.
- **Divulgação e atualização** - as informações sobre as ocorrências de desastres naturais devem ser divulgadas ao público em geral, preferencialmente em um banco de dados de fácil acesso, via *Internet*, com atualização constante.

Por fim, ressalta-se que os decretos e portarias de reconhecimento de situação de emergência (SE) ou estado de calamidade pública (ECP) deveriam ter um padrão básico, com informações suficientes para identificar o desastre e caracterizar seus principais danos, contendo, no mínimo: a classificação do desastre, a data da ocorrência, a causa (intensidade da chuva, p. ex.), as áreas atingidas (bairros, rios, bacias) e o número de pessoas mortas e de pessoas retiradas de casa.

5.3. Vulnerabilidade a Deslizamentos

Conforme visto no item 5.2, segundo os registros da Defesa Civil, os desastres tipificados como "escorregamentos ou deslizamentos", em seu significado restrito, respondem por mais de 90% das ocorrências no estado do Rio de Janeiro, seguidos por outros tipos denominados "corridas de massa", "rastejos" e "quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas".

Tendo em vista a preponderância deste tipo de desastre, adotou-se, neste relatório, o termo "deslizamento", que, tal como o similar em inglês ("*landslide*"), é utilizado de modo amplo e genérico, em referência a todos os movimentos de massa, que são movimentos de descida de solo, rocha e detritos quando ocorre a ruptura de uma encosta, na qual a maior parte do material move-se como uma massa (Highland e Bobrowsky, 2008).

5.3.1. Fontes de Dados e Informações

A vulnerabilidade à ocorrência de deslizamentos tem uma relação direta com a qualidade socioambiental das bacias hidrográficas. Basicamente, a vulnerabilidade a esse tipo de desastre resulta da interação entre as condições de relevo, solos, clima, vegetação e uso do solo. Devido à diversidade e complexidade dos aspectos envolvidos nesta interação, quanto maior a área avaliada, menor tende a ser a precisão da avaliação.

Estudos e mapeamentos de vulnerabilidade a deslizamentos realizados em escala regional, em grandes áreas como a de todo o território estadual, demandam muito tempo, grande equipe técnica multidisciplinar e muitos levantamentos de campo. Essas condições são incompatíveis com o escopo e objetivos do PERHI. Portanto, para a elaboração deste relatório, foram utilizados somente dados e informações existentes, produzidos em estudos e mapeamentos já realizados para o território fluminense.

Três principais fontes de dados e informações secundárias foram utilizadas:

- ✓ O Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000), que produziu diversos estudos e mapas regionais, para todo o estado, especialmente o Mapa Geoambiental, que contém uma visão geral da suscetibilidade à erosão e a deslizamentos no estado;
- ✓ Registros da Defesa Civil, das ocorrências de desastres naturais no estado, especificamente os dados sobre deslizamentos ocorridos a partir de 2000; e
- ✓ O mapeamento de risco iminente a escorregamentos, por município, realizado pelo Serviço Geológico do Estado (DRM-RJ) em parceria com outras instituições.

No levantamento de informações para este estudo, foram analisados ainda os dados fornecidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT-SP, que mantém um banco de dados de ocorrências de deslizamentos no país. Porém, o IPT se baseia exclusivamente nos informes da mídia, que, por sua vez, reporta dados preliminares fornecidos pela Defesa Civil durante as ocorrências e, portanto, nem sempre são dados atualizados, registrados nos relatórios da Defesa Civil. Além disso, o IPT registra somente as vítimas fatais (mortes) por município e data da ocorrência.

Na busca de dados cartográficos, identificou-se que nunca foi realizado um mapeamento de suscetibilidade a deslizamentos de todo o território estadual. O referido Mapa Geoambiental do Projeto Rio de Janeiro (CPRM 2000) é a única informação cartográfica encontrada que trata o tema em escala regional, porém de modo indireto e parcial.

No estudo completo que deu origem a este capítulo 5 do Diagnóstico (relatório RT-03, item 3), além da caracterização da suscetibilidade e das ocorrências de deslizamentos são apresentados conceitos básicos sobre erosão e deslizamento, algumas ocorrências históricas de deslizamentos no estado do Rio de Janeiro e outras informações. Nesta síntese, foi mantida somente a caracterização da suscetibilidade e das ocorrências do período 2000-2012, em itens resumidos.

5.3.2. Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos

Em um esforço interdisciplinar, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, em parceria com outras instituições, realizou um conjunto de estudos temáticos (geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia, vegetação, etc.), que, entre outros produtos cartográficos, resultou no Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), que visa integrar todos os temas. Na classificação das unidades geoambientais foram utilizados critérios de suscetibilidade à erosão e à ocorrência de deslizamentos, entre outros critérios ambientais. Com foco no objetivo deste relatório, de se obter uma visão regional da vulnerabilidade a deslizamentos no estado, os critérios de suscetibilidade à erosão e a deslizamentos foram extraídos de cada classe do Mapa Geoambiental (CPRM, 2000). A distribuição espacial resultante é apresentada em seguida, na figura 5.3.2.1.

A tabela 5.3.2.1 mostra que cerca de 40% das terras do estado apresentam alta suscetibilidade à erosão hídrica (classes 1 a 3), sendo que 28% incluem também alta suscetibilidade a deslizamentos (classe 2) e 9% incluem alta suscetibilidade a deslizamentos e queda de blocos (classe 1). As classes de moderada suscetibilidade (4 e 5) ocupam 37% das terras fluminenses, enquanto que somente 8% apresentam baixa suscetibilidade (classes 6 e 7). Terrenos baixos / inundáveis (classe 8) são planícies de sedimentação e ocupam 12% do estado. O mapa indica ainda 3% de terrenos suscetíveis à erosão eólica.

Tabela 5.3.2.1 - Área das classes de suscetibilidade à erosão e a deslizamentos no estado

Nº	Classes	Área (km²)	Percentual
1	Alta suscetibilidade à erosão, a deslizamentos e à queda de blocos	3.821	9%
2	Alta suscetibilidade à erosão e a deslizamentos	12.011	28%
3	Alta suscetibilidade à erosão	798	2%
4	Moderada a alta suscetibilidade à erosão	7.296	17%
5	Moderada suscetibilidade à erosão	7.723	18%
6	Baixa a moderada suscetibilidade à erosão	858	2%
7	Baixa suscetibilidade à erosão	2.451	6%
8	Terrenos baixos / inundáveis	5.150	12%
9	Suscetível à erosão eólica (restingas e dunas)	1.349	3%
10	Água	850	2%
11	Área urbana	1.056	2%
TOTAL		43.363	100%

Fonte: Classes extraídas do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000).

Ressalta-se que o Mapa Geoambiental não inclui avaliação de suscetibilidade à erosão ou a deslizamentos nas áreas urbanas, o que restringe a possibilidade de comparar o mapa com dados da Defesa Civil, que em maior parte se referem a áreas urbanas.

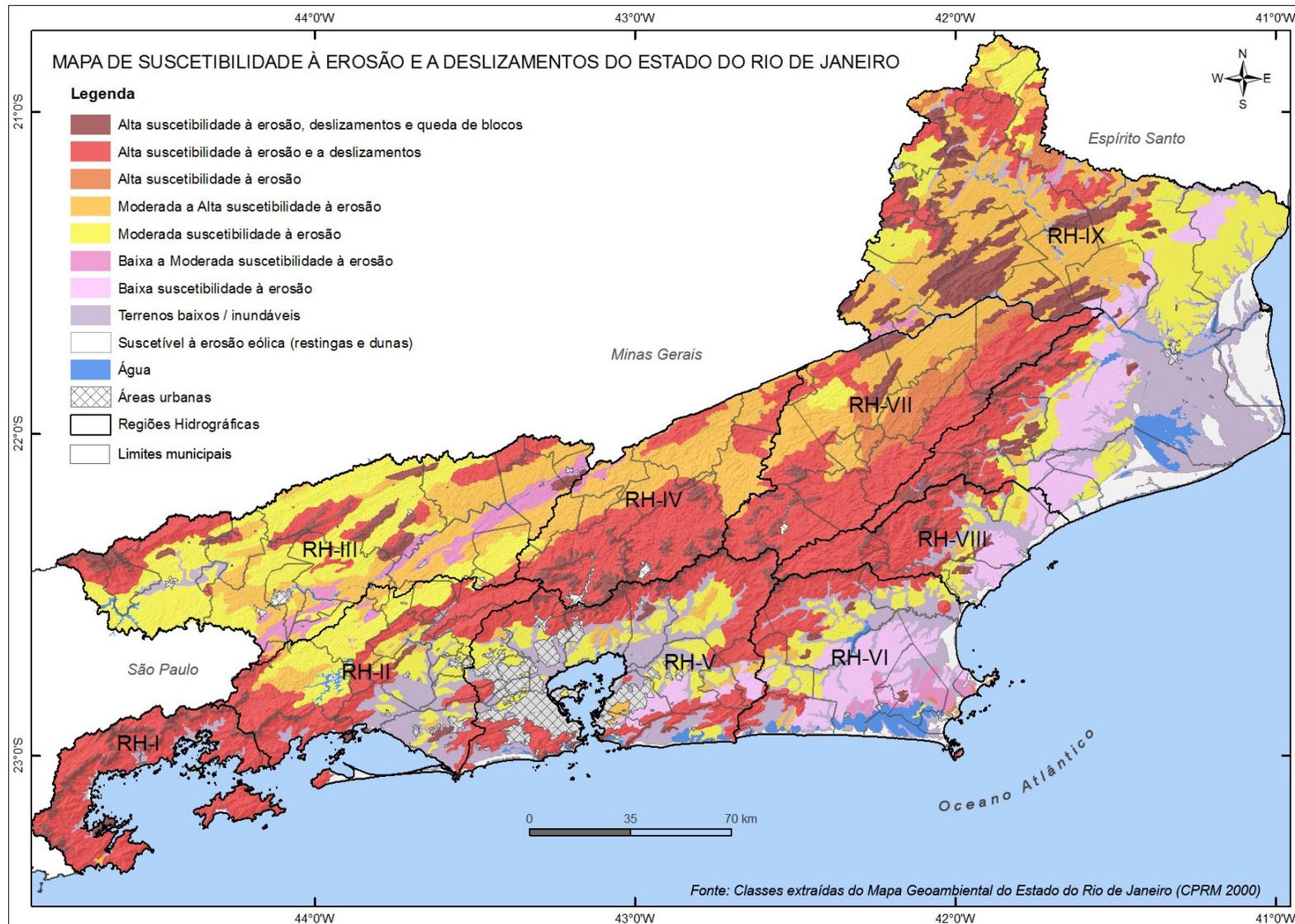


Figura 5.3.2.1 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos no Estado do Rio de Janeiro (Fonte: CPRM 2000 adaptado)

O gráfico a seguir (figura 5.3.2.2) apresenta a distribuição das classes 1 a 7 por Região Hidrográfica, agrupadas em alta (1 a 3), moderada (4 e 5) e baixa (6 e 7) suscetibilidade. Observa-se que somente a RH-VI (Lagos São João) apresenta uma área de baixa suscetibilidade maior do que as áreas de alta e moderada suscetibilidade, o que se deve à extensa planície com baixas colinas da bacia do rio São João e demais rios da Região dos Lagos. Por outro lado, todas as Regiões Hidrográficas apresentam expressivas áreas de alta suscetibilidade, destacando-se a RH-I (Baía da Ilha Grande), a RH-IV (Piabanha), a RH-V (Baía de Guanabara), a RH-VII (Rio Dois Rios) e a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana).

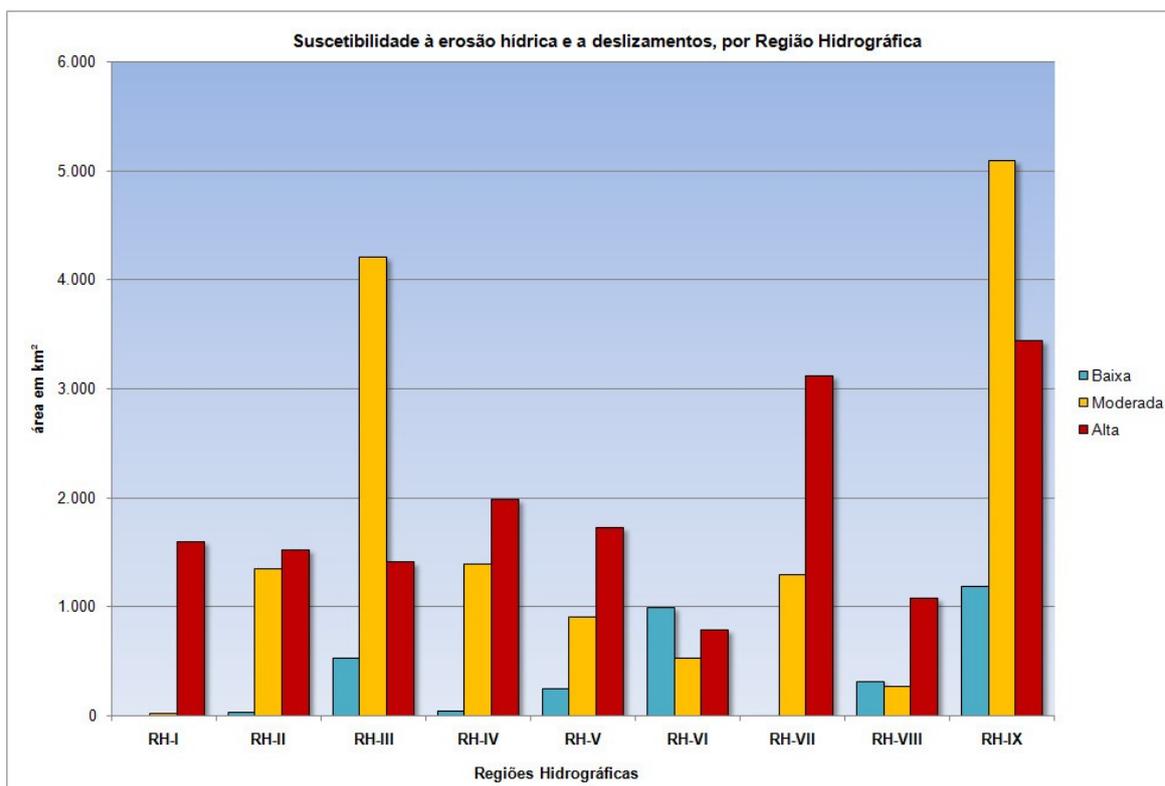


Figura 5.3.2.2 - Suscetibilidade à erosão hídrica e a deslizamentos, por Região Hidrográfica. (Fonte: Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM 2000))

5.3.3. Ocorrências e Ameaças de Deslizamentos

Nos registros da Defesa Civil, o número real de ocorrências de deslizamentos tem sido maior do que o registrado oficialmente. Do total de 311 desastres com deslizamentos, ocorridos no período de 2000 a 2012, 144 desastres referem-se a ocorrências tipificadas exclusivamente como deslizamentos. Os outros 168 desastres referem-se a ocorrências mistas, reunidas no grupo "Inundações e Deslizamentos". Os 311 desastres com deslizamentos ocorridos de 2000 a 2012 foram registrados em um total de 80 municípios, tendo ocorrido portanto uma média próxima de 4 desastres por município.

Nos mapas a seguir constam o resultado da análise de criticidade para essas 311 ocorrências e a posição dos municípios quanto ao grau de ameaça dos deslizamentos. Em seguida, a tabela 5.3.3.1 apresenta os dados por município: os valores dos indicadores, o nível de criticidade e as categorias de ameaça correspondentes.

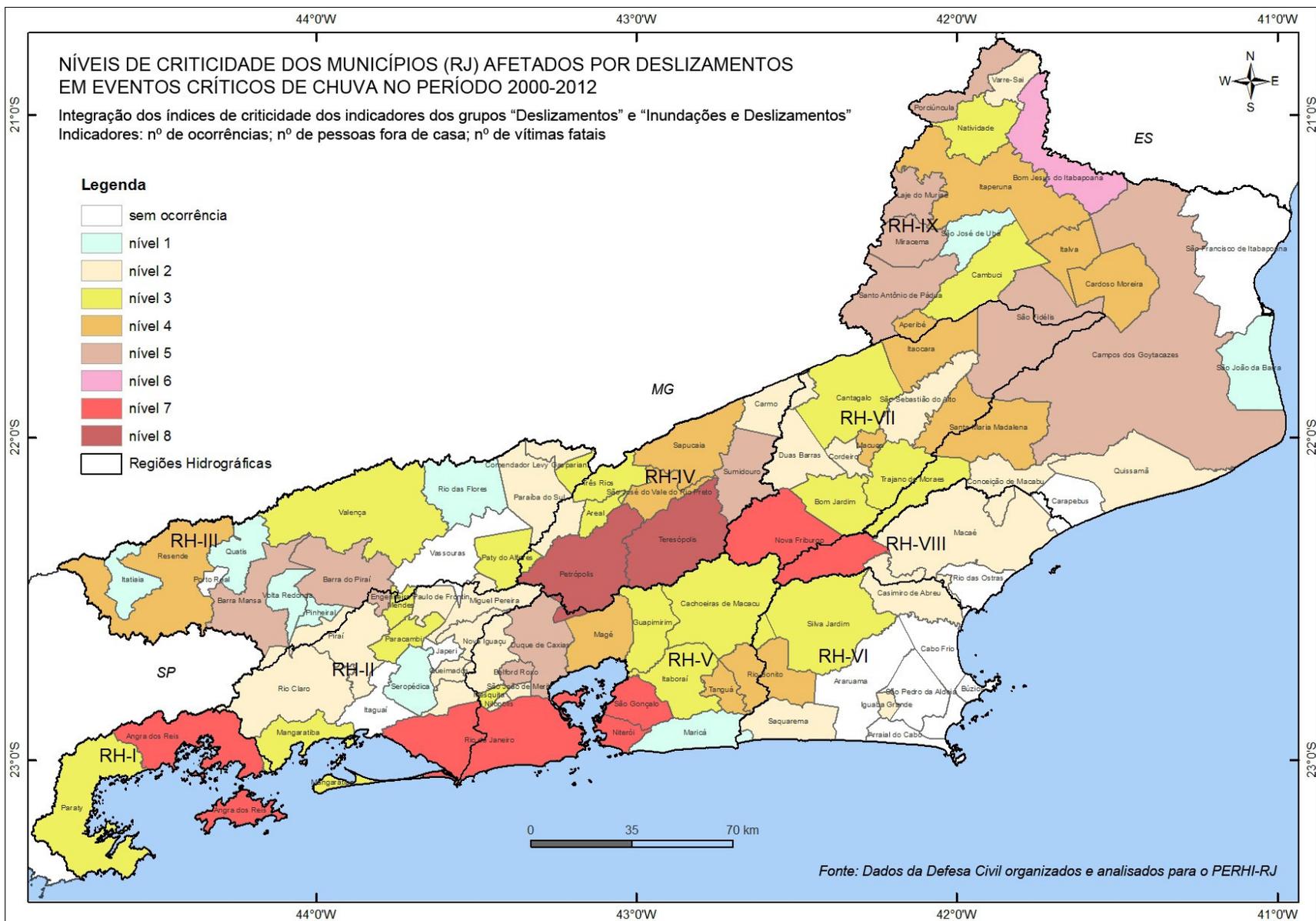


Figura 5.3.3.1 - Níveis de criticidade nos municípios afetados por desastres com deslizamentos no período 2000-2012

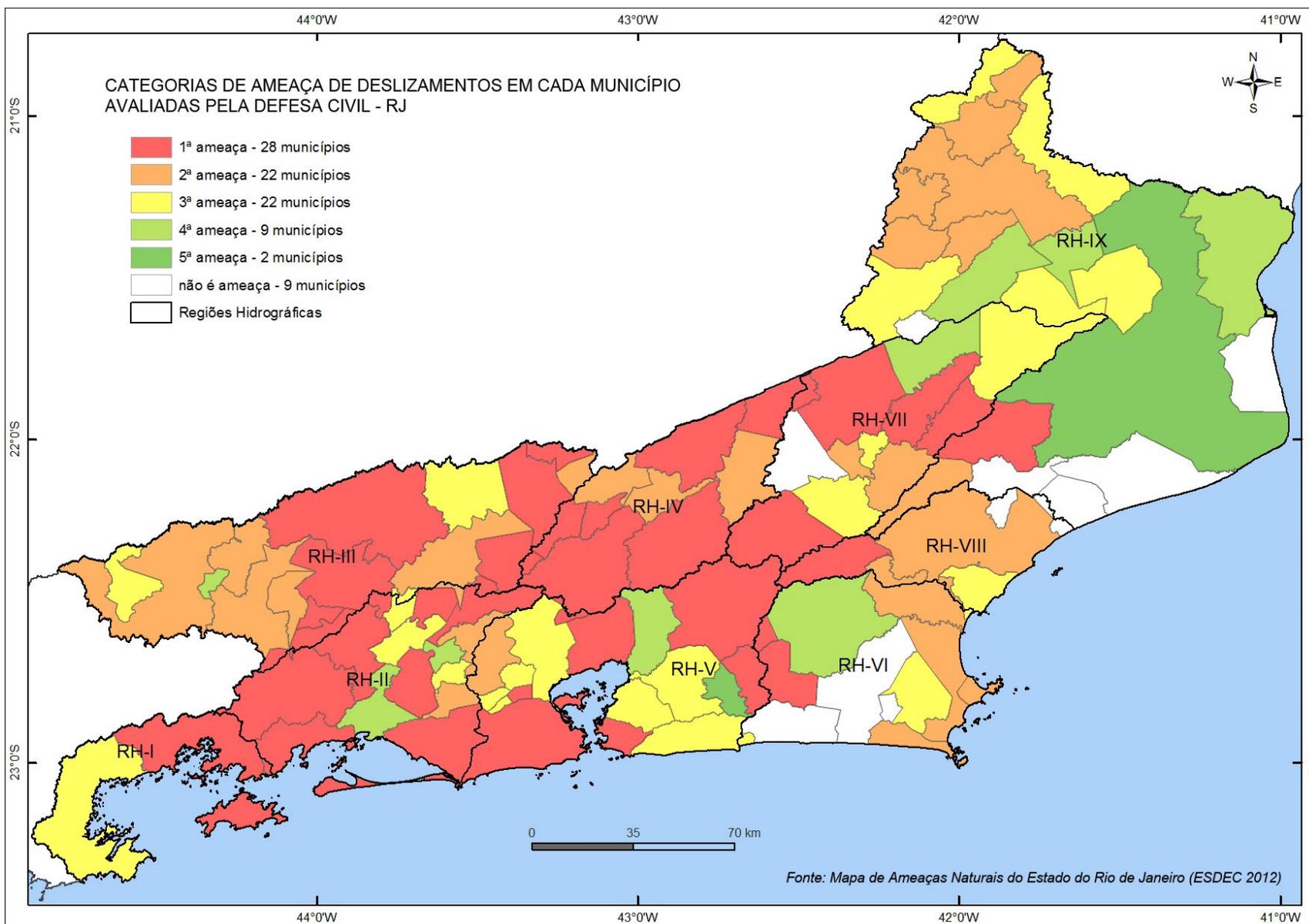


Figura 5.3.3.2 - Ameaças de desastres com deslizamentos, conforme hierarquizadas entre as 5 principais (Fonte: Defesa Civil - RJ 2012)

Tabela 5.3.3.1 - Níveis de criticidade e números totais dos indicadores de deslizamentos nos municípios do estado RJ, de 2000 a 2012, ordenados por Região Hidrográfica

RH	Município	Nº de ocorrências	Fora de Casa	Mortes	nível de criticidade	ameaça
I	Angra dos Reis	11	5.519	87	7	1
I	Paraty	2	1.186	0	3	3
II	Engenheiro Paulo de Frontin	2	420	3	2	1
II	Itaguaí	0	0	0	0	4
II	Japeri	0	0	0	0	4
II	Mangaratiba	8	340	0	3	1
II	Mendes	3	2.816	0	3	3
II	Paracambi	2	682	2	3	3
II	Piraí	5	424	0	2	1
II	Queimados	3	189	0	2	3
II	Rio Claro	6	354	0	2	1
II	Seropédica	1	13	0	1	1
III	Barra do Piraí	7	12.351	0	5	1
III	Barra Mansa	5	9.306	1	5	2
III	Comendador. Levy Gasparian	3	928	0	2	1
III	Itatiaia	1	63	0	1	3
III	Miguel Pereira	3	301	2	2	1
III	Paraíba do Sul	2	492	0	2	1
III	Paty do Alferes	7	720	0	3	1
III	Pinheiral	1	44	0	1	1
III	Porto Real	0	0	0	0	4
III	Quatis	1	68	0	1	2
III	Resende	3	2.268	1	4	2
III	Rio das Flores	1	15	0	1	3
III	Três Rios	3	1.749	0	3	2
III	Valença	4	355	4	3	1
III	Vassouras	0	0	0	0	2
III	Volta Redonda	1	22	0	1	2
IV	Areal	3	2.710	0	3	1
IV	Carmo	1	456	0	2	1
IV	Petrópolis	21	15.982	152	8	1
IV	São José do Vale do Rio Preto	2	3.104	5	4	2
IV	Sapucaia	4	730	23	4	1
IV	Sumidouro	2	1.107	36	5	2
IV	Teresópolis	9	16.330	428	8	1
V	Belford Roxo	5	7.238	2	5	3
V	Cachoeiras de Macacu	3	837	2	3	1
V	Duque de Caxias	4	9.841	9	5	3
V	Guapimirim	7	14	3	3	4
V	Itaboraí	1	1.624	0	3	3
V	Magé	4	1.286	7	4	1
V	Maricá	1	32	0	1	3
V	Mesquita	2	1.126	1	3	3
V	Nilópolis	2	60	1	2	3
V	Niterói	4	11.853	177	7	1
V	Nova Iguaçu	3	494	6	2	2
V	Rio Bonito	6	1.633	3	4	1
V	Rio de Janeiro	11	5.692	80	7	1

RH	Município	Nº de ocorrências	Fora de Casa	Mortes	nível de criticidade	ameaça
V	São Gonçalo	15	53.061	17	7	3
V	São João de Meriti	2	102	1	2	1
V	Tanguá	3	6.276	0	4	5
VI	Araruama	0	0	0	0	0
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	0	2
VI	Armação dos Búzios	0	0	0	0	2
VI	Cabo Frio	0	0	0	0	2
VI	Casimiro de Abreu	2	421	1	2	2
VI	Iguaba Grande	1	192	0	2	0
VI	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	3
VI	Saquarema	2	337	0	2	0
VI	Silva Jardim	5	579	0	3	4
VII	Bom Jardim	1	1.818	5	3	3
VII	Cantagalo	3	1.238	2	3	1
VII	Cordeiro	2	385	0	2	2
VII	Duas Barras	1	160	0	2	0
VII	Itaocara	3	7.553	0	4	4
VII	Macuco	8	679	1	4	3
VII	Nova Friburgo	3	21.024	460	7	1
VII	Santa Maria Madalena	7	1.226	1	4	1
VII	São Fidélis	4	5.300	1	5	3
VII	São Sebastião do Alto	3	144	1	2	1
VII	Trajano de Moraes	5	764	0	3	2
VIII	Macaé	1	166	0	2	2
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	0	3
IX	Aperibé	4	4.221	0	4	0
IX	Bom Jesus do Itabapoana	10	7.417	3	6	3
IX	Cambuci	2	687	1	3	4
IX	Campos dos Goytacazes	3	59.489	4	5	5
IX	Carapebus	0	0	0	0	0
IX	Cardoso Moreira	4	2.700	2	4	3
IX	Conceição de Macabu	2	964	0	2	0
IX	Italva	5	3.628	0	4	4
IX	Itaperuna	2	10.756	0	4	2
IX	Laje do Muriaé	4	8.550	1	5	2
IX	Miracema	5	10.431	0	5	2
IX	Natividade	6	1.348	0	3	2
IX	Porciúncula	4	11.891	0	5	3
IX	Quissamã	1	514	0	2	0
IX	Santo Antônio de Pádua	4	13.015	6	5	3
IX	São Francisco de Itabapoana	0	0	0	0	4
IX	São João da Barra	1	8	0	1	0
IX	São José de Ubá	1	5	0	1	2
IX	Varre-Sai	2	366	0	2	2
	TOTAL	311	360.189	1.542		

Fonte: Registros da Defesa Civil do período 200-2012 organizados e analisados neste estudo e Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC 2012).

5.3.4. Risco Iminente a Escorregamentos

O Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ), como parte de suas atividades de apoio aos municípios no monitoramento e controle de áreas de risco de deslizamento, vem desenvolvendo, desde 2010, um programa de mapeamento de risco iminente, com a produção de cartas de risco por município. Os produtos desse trabalho são repassados aos municípios como instrumentos técnicos necessários à elaboração de seus Planos de Contingência e Planos Municipais de Redução do Risco, conforme determina a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal nº 12.608, de 10/04/2012).

Até dez/2012, o DRM havia produzido cartas de risco de 67 municípios. No relatório emitido na época, foram apresentados os seguintes totais: 47.782 pessoas expostas e 11.651 casas ameaçadas em 2.537 setores de risco iminente (DRM, 2012). Em julho/2013 foi concluído o mapeamento de risco do último bloco, de 18 municípios, para o qual foram identificados 206 setores de risco iminente, com 753 casas ameaçadas e 2.281 pessoas expostas. No entanto, no relatório emitido pelo órgão, com os resultados deste grupo, constam valores totais revisados, de todo o mapeamento: 1.839 setores de risco iminente, com 9.899 casas ameaçadas e 38.331 pessoas expostas, no total dos 85 municípios mapeados (DRM, 2013). Ao final, portanto, os valores são menores do que divulgados em dez/2012.

Dado que o estado tem 92 municípios, observa-se que 7 municípios não foram avaliados. Conforme consta no relatório, esses municípios - Angra dos Reis, Nova Friburgo, Petrópolis, Teresópolis, Belford Roxo, Niterói e Rio de Janeiro - "já contam com instrumentos técnicos próprios, desenvolvidos por outras instituições públicas ou empresas, sobre suas áreas de encostas mais problemáticas" (DRM, 2013). Com exceção de Belford Roxo, os outros seis municípios são os que têm os mais altos índices de criticidade (7 e 8) e têm os deslizamentos como 1ª ameaça entre os outros tipos de desastre natural, conforme visto anteriormente.

No entanto, no diagnóstico apresentado depois de concluída a maior parte dos mapas, consta um agrupamento dos municípios do estado em cinco domínios ou grupos de risco a escorregamentos, entre os quais estão os municípios não incluídos no mapeamento de risco iminente, com exceção do Rio de Janeiro. As características principais dos domínios ou grupos de risco a escorregamentos, conforme descritas no documento (DRM, 2012), são apresentadas a seguir. Na figura 5.3.4.1, em seguida, é apresentado o mapa com os cinco domínios referidos, distribuídos em uma legenda de cores mais escuras para os municípios dos grupos de maior risco e mais claras para os de menor risco.

- **Grupo I - SRI>200** - Este grupo reúne os municípios com mais de 200 setores de risco iminente (SRI) a escorregamentos. Os cinco municípios deste grupo - Angra dos Reis, Niterói, Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis - apresentam feições recentes de escorregamentos de grandes dimensões ou em grande número, indicativas de risco remanescente, e características que apontam para uma possibilidade muito alta de ocorrência de escorregamentos com danos: vertentes íngremes, amplitudes topográficas expressivas, maciços rochosos fraturados, depósitos de tálus e solos residuais dispostos diretamente sobre rocha, combinadas com ocupação urbana densa e vulnerável. Todos esses municípios foram excluídos do mapeamento de risco iminente, embora o DRM já tivesse produzido mapas de risco iminente e remanescente de alguns.

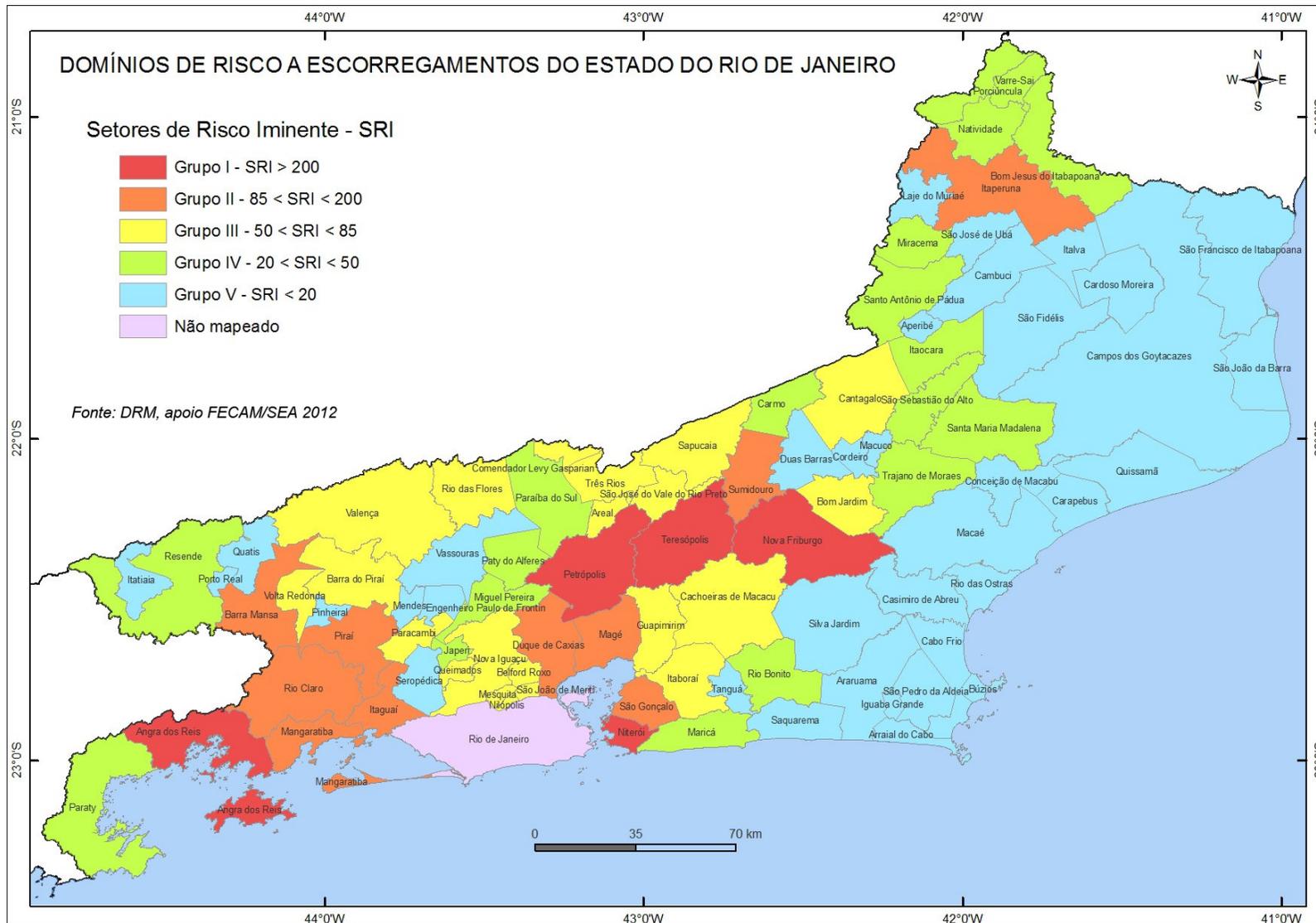


Figura 5.3.4.1 - Domínios de Risco a Escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro (Fonte: DRM-RJ, 2012)

- **Grupo II - $85 < \text{SRI} < 200$** - Neste grupo, os municípios têm entre 85 e 200 setores de risco iminente. Os dez municípios deste grupo apresentam, apesar de seu relevo menos declivoso que o do Grupo I, grande número de feições recentes de escorregamentos e características que apontam para uma elevada possibilidade de ocorrência de acidentes significativos: encostas suaves com capa de solo residual pouco espessa, anfiteatros totalmente ocupados, cortes verticais sucessivos, adjacentes e com altura $> 3\text{m}$, a pequena distância das casas, tanto na crista como no pé, as quais expõem elevada vulnerabilidade, em grande parte de 2 andares e reconstruídas em áreas já deslizadas.
- **Grupo III - $50 < \text{SRI} < 85$** - Neste grupo, os municípios têm entre 50 e 85 setores de risco iminente. Os 21 municípios deste grupo apresentam, apesar de seu relevo em geral menos declivoso que o do Grupo II, significativo número de feições associadas a escorregamentos recentes e características que apontam para uma possibilidade consistente de ocorrência de acidentes significativos, com destaque ora para capa de solo residual muito erodível e ora para o grande número de anfiteatros totalmente ocupados e de cortes verticais com altura $> 3\text{m}$, junto a casas.
- **Grupo IV - $20 < \text{SRI} < 50$** - Neste grupo, os municípios têm entre 20 e 50 setores de risco iminente. Apesar de seus morros elevados, colinas e morros baixos alinhados que vêm sendo escavados intensamente nos últimos anos, os 19 municípios deste grupo apresentam, ainda, uma taxa de ocupação urbana reduzida.
- **Grupo V - $\text{SRI} < 20$** - Este grupo, com menos de 20 setores de risco iminente, reúne o maior número de municípios (36). Trata-se, em geral, de domínio com relevo de morrotes isolados, capa de solo pouco espessa e maciços rochosos fraturados, por vezes com clima mais seco (chuvas $< 800\text{mm/ano}$) e densidade demográfica pequena, o que faz com que o risco a escorregamentos tenha caráter pontual, restrito aos taludes pretensiosos.

O mapeamento de risco iminente de escorregamentos foi concluído em julho/2013, porém o DRM não apresentou um diagnóstico completo, que incluía os números de pessoas expostas e casas ameaçadas por setores de risco iminente em cada um dos 85 municípios mapeados. No entanto, ressalta-se que já é bastante elevado o número total de 38.331 pessoas expostas, identificado no mapeamento, e que não inclui os municípios mais críticos. Tendo em conta que "risco iminente" significa condição altamente vulnerável ao deslizamento, não é exagero supor que essas pessoas correm risco de morte em eventos críticos de chuva.

5.3.5. Conclusões

Os dados, mapas e informações obtidas para este estudo, embora estejam longe de formar um acervo de registros, mapeamentos e pesquisas científicas sobre os deslizamentos no estado do Rio de Janeiro, fornecem uma compreensão regional básica, que leva à inevitável conclusão de que há um grande descompasso, uma grande distância "entre intenção e gesto", no que concerne à efetiva e permanente ação de prevenção de desastres com deslizamentos no estado, diante das históricas ocorrências trágicas. Muito ainda há por ser feito para aprofundar o nível de conhecimento necessário à prevenção dos desastres com deslizamentos, bem como para o diagnóstico das condições das bacias e regiões hidrográficas, no que tange aos impactos dos deslizamentos para a qualidade socioambiental, relacionada também à disponibilidade e qualidade das águas.

Esse aprofundamento, com diagnósticos dos aspectos ambientais e sociais relacionados às causas e consequências dos deslizamentos, deve dar prioridade às regiões com maior suscetibilidade à erosão e deslizamentos (mapa CPRM, na figura 5.3.1.1) com foco principal nas regiões e bacias hidrográficas que estão em processo mais intenso de ocupação e uso do solo e levando-se em conta os indicadores de risco que os registros das ocorrências de desastres e a hierarquia de ameaças (Defesa Civil), bem como o mapeamento de risco iminente (DRM), fornecem no recorte municipal.

As informações dessas fontes secundárias, analisadas neste relatório, indicam que deve-se dar prioridade às Regiões Hidrográficas que abrangem as áreas de maiores amplitudes altimétricas da Região Metropolitana e da Região Serrana, bem como na vertente sul da Serra do Mar (Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty). A RH-V (Baía de Guanabara), que tem a maior população e os maiores números de desastres naturais e pessoas afetadas, deve ser estudada em todo o seu território, quanto aos deslizamentos no contexto da ocupação e tendências de expansão urbana na direção das serras, que já vem se configurando no cenário dos investimentos em estrutura viária e uso industrial, especialmente o Arco Rodoviário Metropolitano e o Complexo Petroquímico - COMPERJ.

Tendo, como referência extrema, os impactos com centenas ou milhares de deslizamentos ocorridos em apenas uma noite de chuvas intensas na Região Serrana e os históricos desastres do século passado, é possível supor que tragédias iguais ou maiores possam ocorrer nessas áreas da RH-V mais próximas das serras, que, antes de tudo, correm um grande risco de uma ocupação urbana rápida e nos padrões históricos e ilegais generalizados no estado (em margens de rios, encostas íngremes, etc.).

O primeiro desastre natural de 2013 no estado, ocorrido na primeira semana de janeiro/2013 no distrito de Xerém, Duque de Caxias, pode ser visto como um alerta para essa tendência em uma região muito maior. Vale ressaltar que os índices de chuva, as declividades, amplitudes altimétricas e presença de blocos de rocha nas vertentes das serras da RH-V são maiores do que nas áreas atingidas na Região Serrana em jan/2011.

As densas e extensas florestas que cobrem grande parte dessas vertentes garantem, ainda, boa proteção. Porém, o crescimento urbano e industrial em direção às serras, somado à extensa malha urbana da metrópole, poderá afetar as florestas direta e indiretamente, de maneira muito perigosa para o contexto da vulnerabilidade aos deslizamentos, com efeitos na composição, estrutura e funções hidrológicas das florestas, pouco conhecidos e pouco previsíveis ainda, relacionados ao aumento das temperaturas, mudanças climáticas em geral e poluição industrial.

Do lado oposto, na Região Serrana, a expansão urbana nas maiores cidades (Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo) já vem mostrando os dramáticos impactos que a redução das florestas sobre encostas íngremes e rochosas em clima chuvoso podem causar.

Com um refinamento das informações já obtidas para este relatório, integrando-as com outras informações e análises de outros estudos de diagnóstico para o PERHI, será possível definir áreas e ações prioritárias, no sentido de contribuir para a prevenção e o controle dos deslizamentos, repercutindo favoravelmente também na redução dos impactos com as inundações.

5.4. Vulnerabilidade a Inundações

5.4.1. Fontes de Dados e Informações

Para a identificação e o mapeamento dos locais vulneráveis a inundações foram utilizadas três fontes distintas de dados e informações, a saber:

- Informações extraídas de estudos sobre inundações já realizados e/ou em fase de elaboração, entre os quais merecem destaque o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paraíba do Sul, realizado pela Fundação COPPETEC e concluído no ano de 2000 e o Plano Diretor de Drenagem Urbana, ainda em desenvolvimento pela Prefeitura do Estado do Rio de Janeiro, através da Fundação Rio-Águas;
- Avaliação de criticidade dos municípios quanto às ocorrências de inundações registradas pela Defesa Civil entre 2000 e 2012. Nesta avaliação, apresentada no item 2.4.7 deste relatório, os níveis de criticidade variam de 1 a 8 e resultam da análise integrada do número de ocorrências e de danos humanos diretos - pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas) e mortes;
- Indicações de rios/bacias hidrográficas mais problemáticas, dadas por técnicos das Superintendências Regionais do Inea nas Regiões Hidrográficas.

Sobre os dados da Defesa Civil, cabe ressaltar que as ocorrências identificadas como inundações são aquelas classificadas como "enchentes ou inundações graduais", "enxurradas ou inundações bruscas", "alagamentos" e "trombas d'água" (ver Anexo I). Neste relatório, esses desastres foram agrupados como "Inundações" quando não incluem ocorrências simultâneas de escorregamentos ou deslizamentos, de corridas de massa e/ou de rastejos, que foram agrupadas como "Inundações e Deslizamentos".

As ocorrências mistas, do grupo "Inundações e Deslizamentos", refletem um problema na base de dados da Defesa Civil, que é a subnotificação de deslizamentos em diversas ocorrências registradas somente como inundações, o que pode dar um peso indevido às inundações na magnitude dos desastres, tendo em vista que não é possível separar os dados sobre os danos causados pelas inundações daqueles causados pelos deslizamentos, no mesmo evento crítico de chuva.

Um dos exemplos deste problema se observa no município de Niterói, no qual o maior desastre do período 2000-2012, ocorrido na primeira semana de abril/2010, foi classificado como "enxurradas e inundações bruscas", porém, na verdade, os maiores danos deste desastre em Niterói não foram causados por inundações e sim por deslizamentos, com destaque para o mais grave, ocorrido no Morro do Bumba, no bairro de Viçoso Jardim, que causou 47 mortes e deixou 450 famílias sem casa.

Portanto, os resultados da avaliação de criticidade, feita com os dados da Defesa Civil, devem ser vistos com ressalvas. Por outro lado, essa é uma constatação que corrobora no sentido de alertar, tanto a Defesa Civil quanto as Superintendências Regionais do Inea, sobre a necessidade de aprimoramento da notificação e do registro dos desastres naturais, com relatórios das ocorrências por tipo de desastre e a identificação dos locais, dos corpos hídricos e encostas e das populações afetadas em cada local.

5.4.2. Resultados

No total, foram identificados **152 locais críticos**, de alta vulnerabilidade a inundações no estado do Rio de Janeiro. A tabela 5.4.2.1 relaciona as bacias identificadas como mais críticas em cada Região Hidrográfica, bem como o total de locais críticos em cada uma delas.

A **RH-V** é a que possui o maior número de locais críticos (49 locais identificados). Destacam-se também a **RH-VI** e a **RH-IX**, ambas com 20 locais críticos identificados. A **RH-II** apresenta 14 locais críticos, seguida da **RH-III**, com 13, da **RH-IV**, com 12, e da **RH-VII**, com 11. A **RH-I** e a **RH-VIII** são as que apresentam menor número de locais críticos identificados, com 7 e 6, respectivamente.

Tabela 5.4.2.1 – Totalização dos locais críticos, mais vulneráveis a inundações.

Região Hidrográfica	Bacia	Número de Locais Críticos
RH-I (Baía da Ilha Grande)	Baía da Ilha Grande	7
RH-II (Guandu)	Baía de Mangaratiba	2
	Rio Guandu	6
	Baía de Sepetiba (rios menores)	5
	Rio Pirai	1
RH-III (Médio Paraíba do Sul)	Médio Paraíba do Sul	13
RH-IV (Piabanha)	Rio Piabanha	11
	Rio Paqueta 2	1
RH-V (Baía de Guanabara)	Canal do Mangue	5
	Rio Iguçu/Sarapuí	17
	Rio Estrela	2
	Baía de Guanabara (rios menores)	23
	Lagoa de Maricá	2
RH-VI (Lagos São João)	Região Litorânea	3
	Lagoa de Saquarema	2
	Lagoa de Jacarepiá	1
	Lagoa de Araruama	11
	Rio São João	3
RH-VII (Rio Dois Rios)	Rio Grande	8
	Rio Negro	3
RH-VIII (Macaé e das Ostras)	Rio São João	1
	Rio das Ostras	3
	Rio Macaé	1
	Canal Campos-Macaé	1
RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana)	Lagoa Feia	2
	Canal da Flecha	3
	Baixo Paraíba do Sul	3
	Rio Pomba	3
	Rio Muriaé	7
	Rio Itabapoana	2

Fonte: Relatório do PERHI-RJ RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos.

A figura 5.4.2.1 mostra a participação de cada RH no número total identificado. Apenas três RHs - **V, VI e IX** - reúnem mais de 50% de todos os locais críticos identificados quanto à ocorrência de inundações no Estado do Rio de Janeiro.

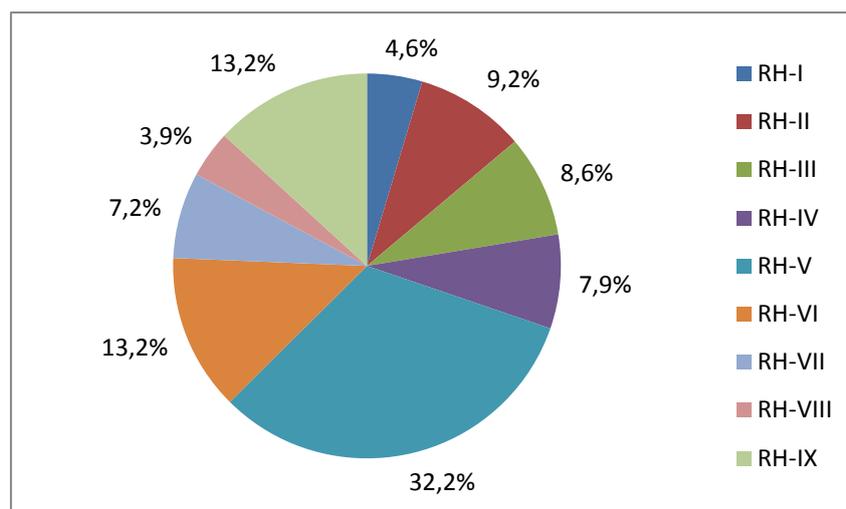


Figura 5.4.2.1 – Locais críticos por Região Hidrográfica, em percentuais

No item 4 do relatório original (RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos) encontra-se uma descrição completa de cada local/bacia, identificados em mapas por RH.

Os dados da avaliação de criticidade quanto às ocorrências de inundações registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 estão resumidos, por RH, na tabela 5.4.2.2, a seguir. Observa-se que a RH-IX sofreu o maior número de ocorrências e maiores danos humanos em número de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas) em ambos os grupos de desastres - "Inundações" e "Inundações e Deslizamentos". No entanto, o valor médio de criticidade, que considera o número de municípios em cada RH, mostra a RH-I como mais crítica, seguida pela RH-IV.

Tabela 5.4.2.2 – Indicadores de criticidade, quanto aos desastres de 2000 a 2012

Região Hidrográfica	Inundações				Inundações e Deslizamentos			
	ocorr.	fora de casa	mortes	média critic.	ocorr.	fora de casa	mortes	média critic.
I	14	3.987	0	4,0	3	3.439	35	4,0
II	21	12.383	0	1,7	14	4.579	5	1,7
III	34	18.087	0	1,56	26	14.857	7	1,75
IV	18	1.704	5	1,86	17	26.089	187	3,86
V	51	15.872	54	2,25	28	92.277	217	2,7
VI	13	5.143	0	1,2	7	1.502	1	1,2
VII	12	3.209	0	1,09	21	37.648	467	2,5
VIII	10	640	0	2,0	1	166	0	1,0
IX	76	101.097	0	3,05	51	135.159	17	3,11
TOTAL	249	162.122	59	2,08	168	315.716	936	2,42

Fonte: Dados da Defesa Civil analisados no item 2.4 deste relatório.

O número de mortes é sempre mais elevado nos desastres com deslizamentos e o número de 54 mortes no grupo Inundações na RH-V pode também estar relacionado com deslizamentos em ocorrências classificadas como inundações no município do Rio de Janeiro, cuja fonte dos dados não esclarece essa possibilidade.

5.4.3. Conclusões

A vulnerabilidade a inundações tem uma relação direta e estreita com os problemas de ocupação em áreas de alta suscetibilidade natural às inundações, tais como as margens de rios e lagoas. Enquanto não forem respeitadas as restrições à ocupação e uso do solo nessas áreas, as ocorrências de inundações tendem ao agravamento.

Nesse sentido, ressalta-se que é necessário melhorar o nível de conhecimento sobre as áreas de risco e as condições de ocupação, que determinam o grau de vulnerabilidade das populações urbanas e rurais, inclusive para que se conheça o número de pessoas expostas a esse risco.

Em relação às fontes de informação disponíveis para este relatório, no que tange à necessidade de melhoria do nível de conhecimento sobre as áreas vulneráveis, cabem as seguintes observações e recomendações:

➤ Quanto aos registros da Defesa Civil:

Os registros da Defesa Civil (banco de dados dos relatórios Avadan e Nopred) constituíram importante fonte de informação, por relatar as ocorrências de forma qualitativa, possibilitando avaliar a grandeza do desastre ambiental e efetuar uma análise de criticidade dos eventos no período 2000-2012.

No entanto, nos diversos registros de ocorrências mistas (de inundações e deslizamentos no mesmo evento crítico de chuva) não é possível identificar os danos relacionados somente às inundações.

É fundamental que a Defesa Civil faça os registros separados desses desastres e também que registre, nos relatórios de danos, as coordenadas para localização cartográfica de cada área atingida por tipo de desastre.

➤ Quanto às Informações provenientes das Superintendências Regionais do Inea:

Em relação às Superintendências Regionais do Inea, foram incluídas, neste estudo, as contribuições por elas fornecidas referentes às bacias consideradas mais críticas quanto à ocorrência de inundações.

Ressalta-se, no entanto, que, para a avaliação dos impactos dos eventos, outras informações, tais como a identificação dos cursos d'água que transbordam, das alturas de níveis d'água atingidas nas áreas afetadas e das dimensões aproximadas dos perímetros inundados, são essenciais para a classificação dos impactos.

Por esse motivo, torna-se importante a atuação de uma equipe do Inea junto à Defesa Civil para efetuar, durante os eventos, o registro de tais informações, visando incorporá-las ao banco de dados do órgão, contribuindo dessa forma para subsidiar a elaboração de estudos futuros de vulnerabilidade.

5.5. Vulnerabilidade a Estiagens

A vulnerabilidade a estiagens foi avaliada no âmbito do PERHI com base nos totais anuais de chuva extraídos do mapa constante da “Análise Regional de Frequência de Eventos de Chuvas Intensas”, estudo realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM para o estado do Rio de Janeiro, publicado em novembro de 2001.

Além disso, foi realizada uma série de balanços hídricos climatológicos. O balanço hídrico climatológico baseia-se em uma série de dados meteorológicos de chuva e de evapotranspiração para a previsão das condições hídricas de uma dada região. Os dados de chuva média são calculados a partir das séries de dados de estações meteorológicas selecionadas no estudo. A evapotranspiração potencial (ET_0) foi calculada pelo método de Thornthwaite, a partir dos dados de temperatura média do ar das séries históricas das estações do INMET utilizadas nos cálculos.

A inclusão dos balanços hídricos é importante por eles mostrarem a dinâmica do clima de uma região ao longo de um período, o que ajuda a melhor caracterizá-la. Buscou-se ainda, a análise de dois períodos diferentes de dados para melhor caracterização (o primeiro entre 1961 a 1990 e o segundo posterior a 1990 com duração variável).

Em relação aos dados considerados nos balanços, cabem aqui os seguintes esclarecimentos:

- Para o período de 30 anos de dados, que se estende de 1961 a 1990 (normais climatológicas), foram utilizados os dados mensais de 26 estações da rede do estado do Rio de Janeiro, de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- Posteriormente, foram selecionadas dentre as 26 estações, aquelas consideradas mais representativas de cada Região Hidrográfica, além disso, foram inseridas novas estações consideradas importantes e instaladas após o período 1961-1990. Para essas estações, foram obtidos dados referentes ao período posterior ao ano de 1990 junto à instituição via o sítio na internet do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP);
- Em algumas regiões do Rio de Janeiro, há certa ausência de dados climatológicos, assim, para melhor caracterizá-las, foram extraídos balanços hídricos do estudo elaborado pela Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Estado do Rio de Janeiro (FIDERJ), no ano de 1978, intitulado, “Plano Básico para o Desenvolvimento da Silvicultura Sustentável nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro”. Tal estudo apresenta uma climatologia da precipitação, temperatura e ventos no estado do Rio de Janeiro, para o período de 1931 a 1975. Para a sua realização foram utilizadas 59 estações localizadas no estado, sendo 7 delas no município

5.5.1. Análise das Isoietas

Com base nos mapas das isoietas médias anuais gerados pela CPRM (figura 5.5.1.1), foram calculadas as precipitações médias anuais em cada uma das 9 Regiões Hidrográficas do estado. As médias anuais em cada RH foram calculadas através de ponderação das áreas entre isoietas. Os valores resultantes estão apresentados na tabela 5.5.1.1.

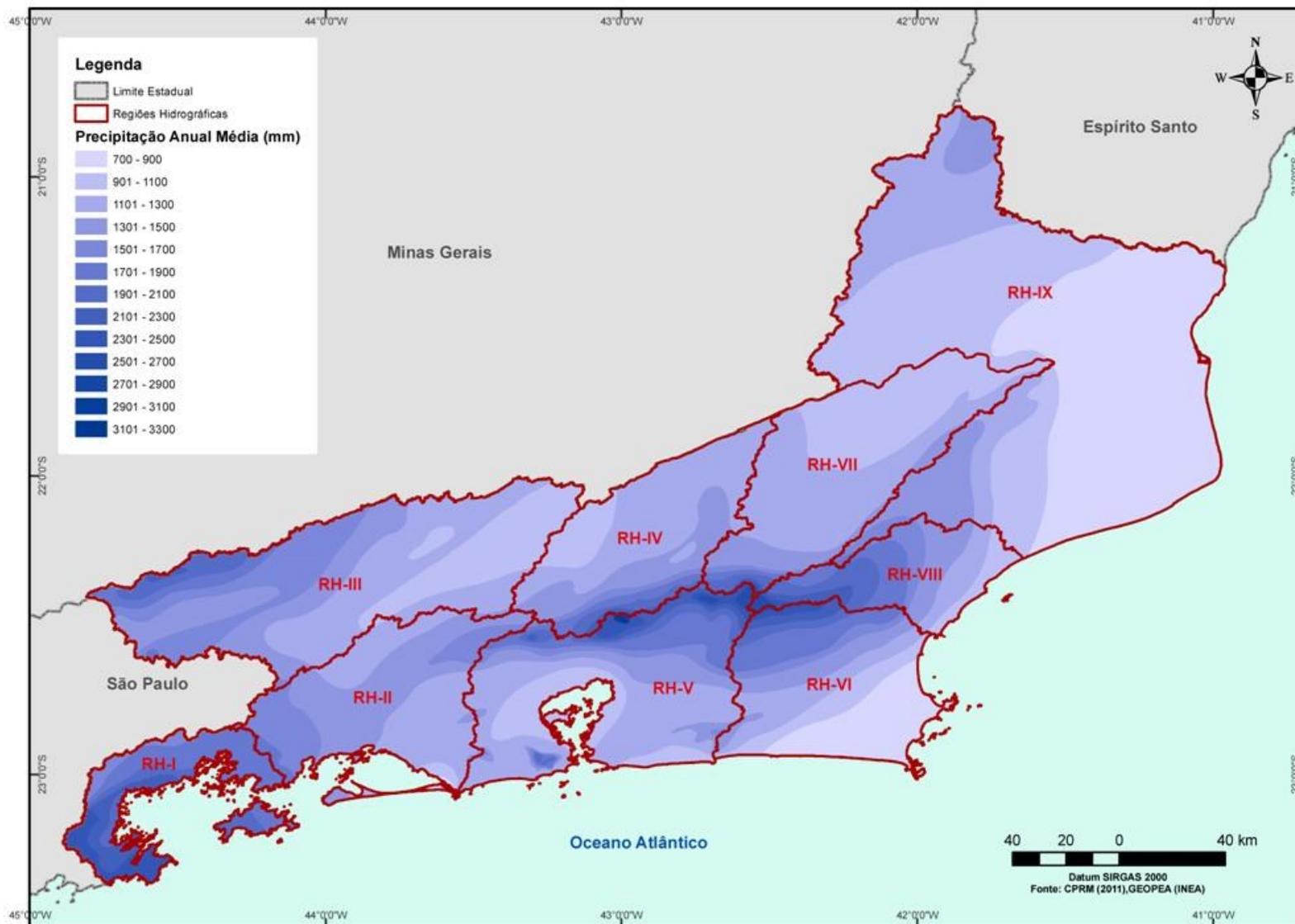


Figura 5.5.1.1 – Precipitação Anual e Regiões Hidrográficas

Tabela 5.5.1.1 – Precipitações Médias Anuais

Região Hidrográfica	Médias Anuais (mm)
I - Baía da Ilha Grande	2090
II - Guandu	1452
III - Médio Paraíba do Sul	1433
IV - Piabanha	1422
V - Baía de Guanabara	1513
VI - Lagos São João	1343
VII - Dois Rios	1284
VIII - Macaé e das Ostras	1675
IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	1102

A região da RH-I (Baía da Ilha Grande) se destaca como aquela que apresenta o índice pluviométrico médio anual mais elevado, ou seja, 2090 mm, o que pode ser explicado pela grande aproximação que se dá entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico em toda a extensão da RH.

A região serrana do estado pertencente às RHs IV, V, VI, VII e VIII, tem seus pontos mais altos na Serra do Mar, onde são registrados os maiores índices pluviométricos médios anuais, na faixa de 2650 a 3150 mm. Em contrapartida, em correspondência com as baixadas litorâneas das RHs V, VI, VIII, IX, os índices anuais se reduzem para uma faixa que varia de 1300 a menos de 900 mm anuais.

5.5.2. Análise dos Balanços Hídricos Climatológicos

Em relação aos balanços hídricos realizados, o clima foi caracterizado por meio da classificação de *Thorntwaite* segundo o índice de umidade (I_u), uma variável estimada com base na evapotranspiração potencial, no excesso hídrico, e no déficit hídrico (tabela 5.5.2.1):

Tabela 5.5.2.1 – Índice de Umidade (Thorntwaite)

Tipo Climático	Limites de I_u
A - superúmido	$I_u \geq 100$
B4 - úmido	$80 \leq I_u < 100$
B3 - úmido	$60 \leq I_u < 80$
B2 - úmido	$40 \leq I_u < 60$
B1 - úmido	$20 \leq I_u < 40$
C2 - subúmido	$0 \leq I_u < 20$
C1 - subúmido seco	$-20 \leq I_u < 0$
D - semiárido	$-40 \leq I_u < -20$
E - árido	$-60 \leq I_u < -40$

Os resultados dos balanços hídricos climatológicos encontram-se condensados nas tabelas 5.5.2.2 e 5.5.2.3.

Tabela 5.5.2.2 – Índices de Umidade -Balanços Hídricos Climatológicos (1961-1990)

Região Hidrográfica	Estações Climatológicas	Latitude	Longitude	Período de 1961 à 1990		
				P	ET0	Índice de Umidade (Thorntwaite)
				mm	mm	
RH-I	Angra dos Reis	23°01'S	44°19'W	1883,70	1173,80	60,50
RH-II	Ecologia Agrícola	22°48'S	43°41'W	1274,50	1179,40	9,60
	Ilha Guaíba	23°00'S	44°02'W	1436,00	1192,20	20,80
	Piraí	22°38'S	43°54'W	1240,80	984,10	27,20
RH-III	Resende	22°27'S	44°26'W	1552,40	999,80	56,80
	Barreirinha	22°27'S	44°50'W	1630,00	868,10	88,10
	Pinheiral	22°31'S	44°00'W	1399,70	993,50	43,10
	Vassouras	22°24'S	43°40'W	1329,90	977,00	37,70
RH-IV	Araras	22°31'S	43°11'W	1666,00	847,00	97,00
	Carmo	21°56'S	42°36'W	1514,90	953,80	40,91
	Teresópolis (P Nacional)	22°27'S	42°56'W	2774,40	807,20	243,70
RH-V	Alto da Boa Vista	22°57'S	43°16'W	2235,70	990,20	125,80
	Bangu	22°52'S	43°27'W	1228,00	1261,70	-1,23
	Engenho de Dentro	22°53'S	43°18'W	1165,30	1272,80	-5,15
	Jacarepaguá	22°59'S	43°22'W	1306,10	1229,20	6,90
	Penha	22°49'S	43°13'W	1154,00	1301,60	-6,90
	Rio de Janeiro	22°53'S	43°11'W	1069,20	1238,40	-8,30
	Santa Teresa	22°55'S	43°11'W	1452,10	967,07	30,70
	S. Bento (Duque de Caxias)	22°44'S	43°18'W	1269,18	1176,50	9,20
	Tinguá	22°35'S	43°21'W	2000,20	1085,70	84,20
RH-VI	Cabo Frio (Ácalis)	22°59'S	42°02'W	784,60	1151,00	-19,40
RH-VII	Cordeiro	22°01'S	42°21'W	1300,70	962,10	36,20
	Nova Friburgo	22°15'S	42°31'W	1279,80	824,10	56,10
	Santa Maria Madalena	21°57'S	42°00'W	1388,30	927,70	49,70
RH-IX	Campos	21°45'S	41°20'W	1055,30	1236,10	-8,30
	Itaperuna	21°12'S	41°54'W	1135,00	1194,70	0,30

Considerações em relação a cada RH são descritas abaixo:

- **RH-I:**

Os resultados do balanço evidenciam que, mesmo no período seco, que se estende basicamente de maio a setembro, existe um considerável excedente hídrico na região;

- **RH-II:**

Em relação à parte baixa da RH-II, observa-se uma modificação no comportamento do balanço hídrico no período posterior a 1990 (tabela 5.5.2.3). A evapotranspiração real se elevou nos primeiros meses do ano, aumentando a utilização da água no solo. O índice de umidade sofreu redução, passando de 9,60 para 0,30. Entretanto, deve-se frisar que os dois períodos remetem a duas estações diferentes, embora próximas. Ressalta-se ainda que o período mais recente de dados (2002-2010), possui apenas 8 anos de observações, contra 30 anos do período anterior (1961-1990), o que, de certa forma, prejudica afirmativas seguras sobre as tendências de evolução do clima regional. Somente a extensão do histórico das observações e a incorporação de novos dados à

série levarão à conclusões mais precisas. Quanto à parte alta da RH-II, os resultados indicam que tal região não apresenta vulnerabilidade à estiagens.

Tabela 5.5.2.3 – Índices de Umidade obtidos dos Balanços Hídricos Climatológicos (período posterior a 1990)

Região Hidro-gráfica	Estações Climatológicas	Latitude	Longitude	Período posterior à 1990*		
				P	ET0	Índice de Umidade (Thorntwaite)
				mm	mm	
RH-II	Santa Cruz	22°55'S	43°41'W	1376,28	1384,21	0,30
RH-III	Resende	22°27'S	44°26'W	1633,16	1016,01	62,03
RH-IV	Teresópolis	22°27'S	42°56'W	1739,58	947,13	84,13
RH-V	Alto da Boa Vista	22°57'S	43°16'W	2523,59	1094,14	130,65
	Realengo	22°52'S	43°25'W	1126,91	1427,17	-12,83
	Rio de Janeiro	22°53'S	43°11'W	1295,29	1455,81	-6,73
RH-VI	Iguaba Grande	22°50'S	42°11'W	899,85	1268,21	-17,72
RH-VII	Cordeiro	22°01'S	42°21'W	1404,57	986,26	45,36
RH-IX	Campos	21°45'S	41°20'W	1043,99	1326,95	-12,93
	Itaperuna	21°12'S	41°54'W	1231,27	1280,05	1,80
	Santo Antônio de Pádua	21°32'S	42°10'W	1259,40	1223,70	7,44

*As séries utilizadas nos balanços hídricos a partir de 1990 possuem períodos de análise, diferentes.

- **RH-III:**

Em relação aos dois períodos analisados para a estação representativa da RH-III (Resende), os resultados mostraram grande similaridade entre os mesmos com pequenas modificações de comportamento no período mais seco do ano no que tange à utilização da água do solo. Os índices de umidade nos 2 períodos analisados se alteraram muito pouco, mantendo-se na faixa de clima subúmido. Os déficits hídricos são reduzidos em ambos os períodos e os excedentes hídricos nos períodos úmidos são consideráveis.

- **RH-IV:**

Os balanços hídricos realizados para as estações climatológicas inseridas na RH-IV não revelaram qualquer problema relacionado com vulnerabilidade à estiagens na região. Para o período 1961-1990 todas as estações forneceram índices de umidade elevados. A estação utilizada para avaliar o período posterior a 1990 indica um pequeno déficit hídrico nos meses mais secos, entretanto, o curto período analisado não permite análises mais conclusivas.

Na região de influência da estação Carmo, obteve-se para o período 1961-1990, único do qual se dispõe de dados, um panorama ainda positivo no que se refere ao índice de umidade (quais sejam, um pequeno déficit hídrico, no período que vai de maio a setembro, quando comparado ao excedente hídrico).

- **RH-V:**

É a região que apresenta o maior número de estações do INMET, em sua maioria distribuídas pelos bairros da zonas norte e oeste do município do Rio de Janeiro. Pode-se dividir tais estações em dois grupos distintos: os integrantes do primeiro grupo apresentam altos índices de umidade por se situarem em áreas altas e florestadas, onde

a pluviosidade média anual atinge valores elevados e a evapotranspiração potencial; o outro grupo reúne as estações situadas nas áreas intensamente urbanizadas do município do Rio, localizadas no nível do mar, em geral expostas a uma forte insolação, a elevados índices de evaporação e a índices de pluviosidade relativamente baixos.

Focando-se nesse segundo grupo, a estação escolhida (Rio de Janeiro), que representa melhor as condições climatológicas da maior parte da área ocupada da RH-V, indicou uma redução no índice de umidade, com o mesmo passando de -8,30 para -6,70 (ambos se enquadrando na faixa de clima subúmido seco), entretanto, é necessário levar em conta que o balanço mais atual foi realizado para um período de apenas 9 anos de observações (2003-2011), contra 30 anos do período anterior.

Constatou-se uma mudança no comportamento anual médio em relação aos dois períodos. Surgiram períodos de maior utilização de água do solo distribuídos nos primeiros meses do ano, assim como nos meses mais secos, o que, entretanto, foi compensado por um aumento da pluviosidade média anual. O déficit hídrico sofreu ligeira redução.

- **RH-VI:**

Os índices de umidades registrados nas estações da baixada litorânea da RH-VI atingiram valores muito baixos e são enquadrados no tipo de clima subúmido seco, mas, que se situam quase na passagem para o tipo de clima semiárido.

Em todos os meses do ano a evapotranspiração supera a precipitação na citada região da RH-VI, sendo única exceção o mês de outubro na estação Cabo Frio, onde esses valores praticamente se igualam. Os resultados de ambos os períodos mostram que há necessidade de irrigação durante todos os meses do ano.

- **RH-VII:**

Os índices de umidade para tal região se mostraram elevados. Nos meses de abril a setembro/outubro foi constatado a utilização da água no solo comum pequeno déficit hídrico. Por outro lado os meses chuvosos são capazes de gerar um excedente hídrico anual.

- **RH-VIII:**

A estação meteorológica automática Macaé do INMET iniciou a operação no ano de 2006. O período de operação é curto e o histórico das medições não está disponibilizado no site da instituição. Dessa forma, foram utilizados dados, já citados aqui, presente em um estudo da FIDERJ, 1978. O índice de umidade foi calculado e resultou em 6,3.

O índice de umidade da RH-VIII é bem superior ao das baixadas das RHs VI e IX. No período analisado até o ano de 1975, a relação anual entre P e ET_0 na estação Macaé, é positiva. Foram identificados poucos períodos onde ocorrem déficits hídricos e podem ser considerados como de pequena intensidade.

- **RH-IX:**

Devido a grande extensão, a RH-IX necessita ser discutida por regiões para um melhor entendimento quanto à estiagem.

A baixada campista, apresenta balanço negativo na maior parte do ano. A relação entre P e ET_0 é positiva somente nos meses de outubro a dezembro. Analisando-se o comportamento dos dois períodos, observa-se uma grande similaridade entre eles. O déficit hídrico se estende praticamente de janeiro a outubro, quando passa a ocorrer uma reposição de água no solo até o final de dezembro. Apesar da similaridade mencionada, o índice de umidade alterou-se, de - 8,30 no período de 1961-1990, para -12,93 no período mais recente (2000-2011), o que representa uma redução expressiva do índice e uma tendência de evolução para a faixa do tipo de clima semiárido.

O outro extremo da RH-IX (região de Itaperuna) foi avaliado através do balanço hídrico climatológico da estação Itaperuna. Tal região apresenta um índice de umidade superior, igual a 0,30, o que lhe caracteriza como subúmido. A comparação entre os dois períodos analisados não sugeriu uma tendência de mudança na classificação do tipo de clima da região.

A região intermediária (Cardoso Moreira) mostra um déficit hídrico considerável ao longo de quase todo o ano, e período de reposição, de meados de outubro ao início de janeiro. O clima da região foi caracterizado como clima subúmido seco.

O extremo norte fluminense, na região do rio Itabapoana, é uma das regiões do estado carentes de estações meteorológicas. As informações utilizadas na análise da região, dizem respeito ao estudo já referido (FIDERJ,1978), que produziu o balanço hidrológico da estação São Francisco de Itabapoana referente ao período 1935-1975.

O balanço hídrico climatológico mostra uma relação anual negativa entre a precipitação e a evapotranspiração para tal região. O déficit hídrico anual é alto e não ocorre excedente hídrico em nenhum dos meses do ano (clima subúmido seco).

5.5.3. Conclusões

Os resultados dos balanços hídricos climatológicos possibilitam algumas conclusões no que diz respeito à vulnerabilidade do estado do Rio de Janeiro a estiagens. As análises que se seguem visam caracterizar, sobretudo, as regiões mais vulneráveis do estado, que, ao longo dos anos, vêm sofrendo com a redução dos índices de chuva e déficits hídricos, revelando tendências negativas de mudança do tipo climático.

De uma maneira geral, as áreas altas do estado apresentam índices pluviométricos e de umidade elevados ao longo do ano, que garantem a não ocorrência de déficit hídrico nessas regiões. Em situação oposta se encontram as áreas baixas dos municípios fluminenses, sobretudo aquelas pertencentes à região da baixada litorânea do estado. A situação se agrava à medida que se caminha para a região norte-noroeste do estado.

A região do município do Rio de Janeiro (RH-V) e adjacências, representada pelos resultados do balanço hídrico da estação de mesmo nome, apresenta um déficit hídrico anual significativo. O valor mais baixo atingido pelo índice de umidade foi igual a - 8,30, situando-se na faixa de tipo de clima subúmido seco. A RH-V só não apresenta problemas de escassez hídrica pelo fato do suprimento de água ser oriundo da transposição Paraíba do Sul - Guandu.

Avançando em direção ao norte fluminense, atingindo-se a região Lagos - São João (RH-VI), observa-se uma redução do índice de umidade para -19,40, praticamente atingindo a faixa de tipo de clima semiárido. Na região de Macaé (RH-VIII), o índice de umidade se eleva para 6,30, situando a região na classe de clima subúmido. Ao atingir a região das

baixadas de Campos dos Goytacazes e Itabapoana (RH-IX), observa-se uma acentuada redução do índice de umidade no período 2000-2010, chegando a atingir o valor -12,80.

Os seguintes valores foram encontrados para o índice de umidade em Campos dos Goytacazes, oriundos de balanços hídricos climatológicos desenvolvidos em FIDERJ, 2008 e no âmbito do PERHI:

FIDERJ -1978 (período 1931-1975): - 4,6

PERHI - 2013 (período 1961-1990): - 8,30

PERHI - 2013 (período 2000-2010): -12,80

Ainda que os períodos analisados apresentem superposições e descontinuidades, as variações dos índices de umidade apontam para valores cada vez mais negativos, que poderão evoluir para a faixa de clima semiárido.

Na Baixada compreendida entre os rios Paraíba do Sul e Itabapoana, de acordo com o balanço hídrico da estação São Francisco de Itabapoana, que abrangeu o período 1931-1975 (FIDERJ 2008), o índice de umidade, àquela época, já resultou muito baixo, igual a -11,80. Desse mesmo estudo resultou, para a Região de Cardoso Moreira, o índice de umidade de -12,60.

Em relação à parte mais ao noroeste da RH-IX, a estação de Itaperuna apresentou, para o balanço hídrico do período 1993-2011 (19 anos), um índice de umidade igual a 1,80. A tabela 5.5.2.3, construída com base nos balanços hídricos apresentados em FIDERJ (2008) para o período 1931-1975, indica um índice de umidade igual a 4,1, demonstrando um agravamento do quadro, evoluindo para o tipo de clima subúmido seco.

A consolidação de todas essas informações permitiu identificar dentre as regiões hidrográficas do estado, aquelas que ao longo dos anos vêm apresentando um agravamento do quadro de estiagens, ocasionando um déficit hídrico sistemático, com grande influência sobre o abastecimento d'água dos contingentes populacionais e sobre as atividades produtivas locais. Em relação, por exemplo, ao consumo humano, diversas localidades das RHs VI e IX se utilizam das águas de superfície, bem como dos mananciais subterrâneos para o abastecimento d'água. No que tange à agricultura, desenvolvida em algumas regiões da baixada oceânica, sobretudo na baixada campista, os efeitos da estiagem se fazem sentir, ano após ano, na vida dos agricultores.

Vale citar como exemplo dos efeitos da estiagem prolongada, a situação que vive hoje o município de Campos dos Goytacazes. A ETA Coroa, principal estação de tratamento da cidade, que responde pelo abastecimento de cerca de 70% da população, está operando com redução de 30% de produção e distribuição de água potável. Isso se deve à estiagem que vem ocorrendo na região e o rebaixamento do nível do rio Paraíba do Sul. A redução da produção da ETA-Coróa influencia o abastecimento em Guarus e na margem direita do rio Paraíba do Sul, onde estão localizados os bairros entre o Parque Nova Brasília e o Jóquei Clube.

Para mitigação dos problemas decorrentes do déficit hídrico, algumas medidas de caráter permanente devem ser implementadas envolvendo ações integradas da União, do Estado e municípios, estabelecendo programas permanentes de planejamento da irrigação, investindo em soluções técnicas voltadas para: armazenamento da água em açudes, cisternas, barragens, etc; práticas de manejo e cultivo, considerando-se aí a

substituição de culturas por outras de menor consumo de água e, por fim, a gestão do agronegócio.

Uma medida importante é a instalação de novas estações meteorológicas em locais onde existam vazios regionais de informação, aumentando a cobertura do monitoramento das condições climáticas, sobretudo nas regiões VI, IX que já apresentam hoje um quadro de vulnerabilidade a estiagens bem configurado.

5.6. Transporte de Produtos Perigosos

5.6.1. Modais Rodoviário e Ferroviário

No estudo para o relatório RT-03 também foi discutida a questão do transporte de produtos perigosos em diferentes modais do estado do Rio de Janeiro. Os modais estudados foram rodoviário, ferroviário, aquaviário e dutoviário.

A metodologia utilizada na análise do transporte rodoviário teve início com a seleção de quais rodovias deveriam ser estudadas. Foram selecionadas rodovias que, conhecidamente, apresentam um grande fluxo de cargas e/ou estão em áreas sensíveis ambientalmente (tabela 5.6.1.1 e figura 5.6.1.1).

Tabela 5.6.1.1 – Trechos das rodovias estudadas

Rodovia	Município Inicial	Município Final	Km Inicial	Km Final
BR-116 (rodovia Presidente Dutra)	Rio de Janeiro	Resende	163	333
BR-040 (Rio-Juiz de Fora)	Comendador Levy Gasparian	Rio de Janeiro	0	125
BR-393 (rodovia Lúcio Meira)	Sapucaia	Barra Mansa	101	297
RJ-124 (Via Lagos)	Rio Bonito	São Pedro da Aldeia	0	56
BR-101 (Rio-Campos)	Campos dos Goytacazes	Niterói	0	320
BR-116 (Rio-Teresópolis)	Sapucaia	Duque de Caxias	0	144

Em relação às ferrovias, o enfoque foi dado nas duas principais ferrovias de carga do Rio de Janeiro: a MRS e a FCA (figura 5.6.1.2).

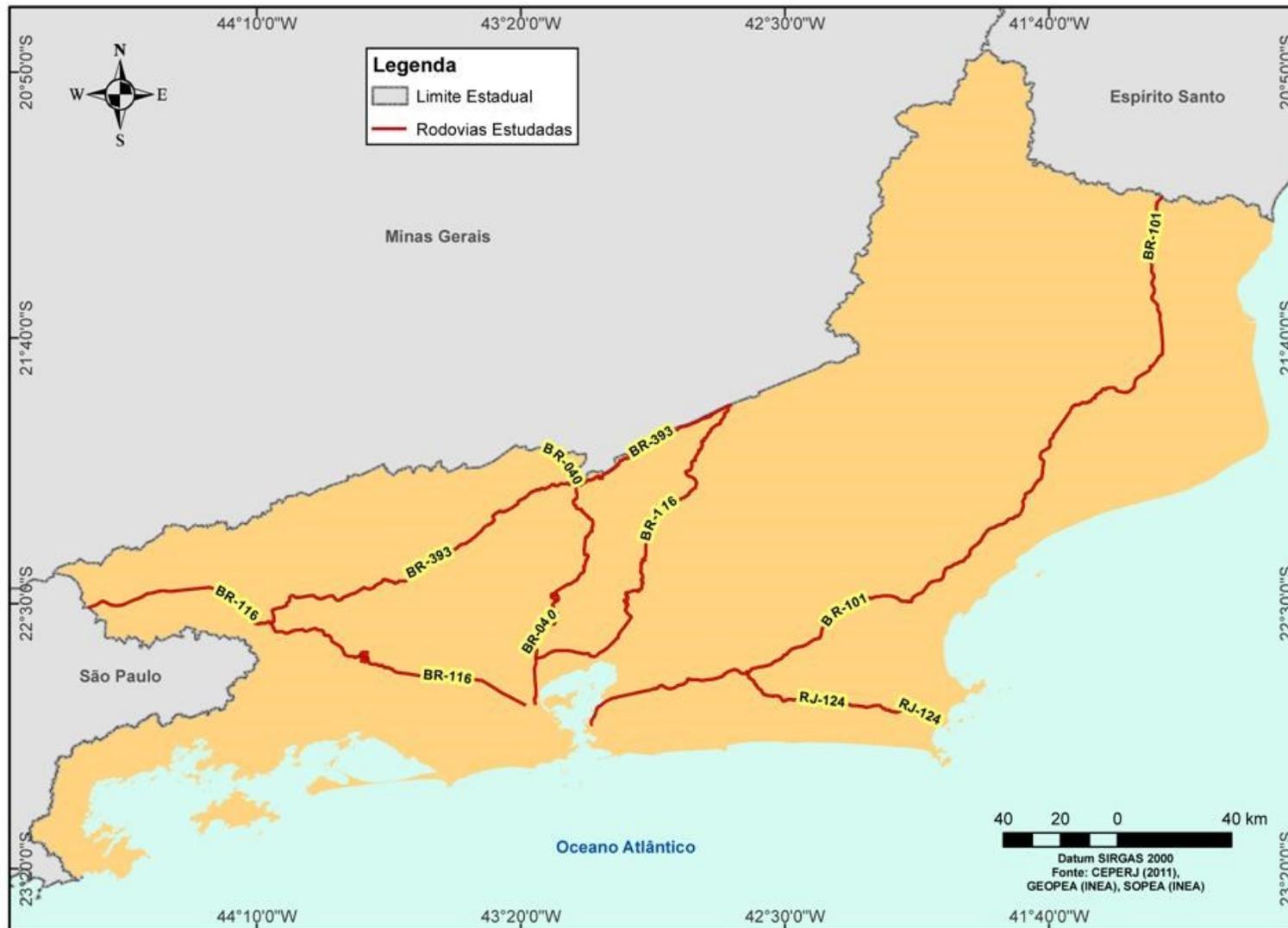


Figura 5.6.1.1 – Rodovias estudadas

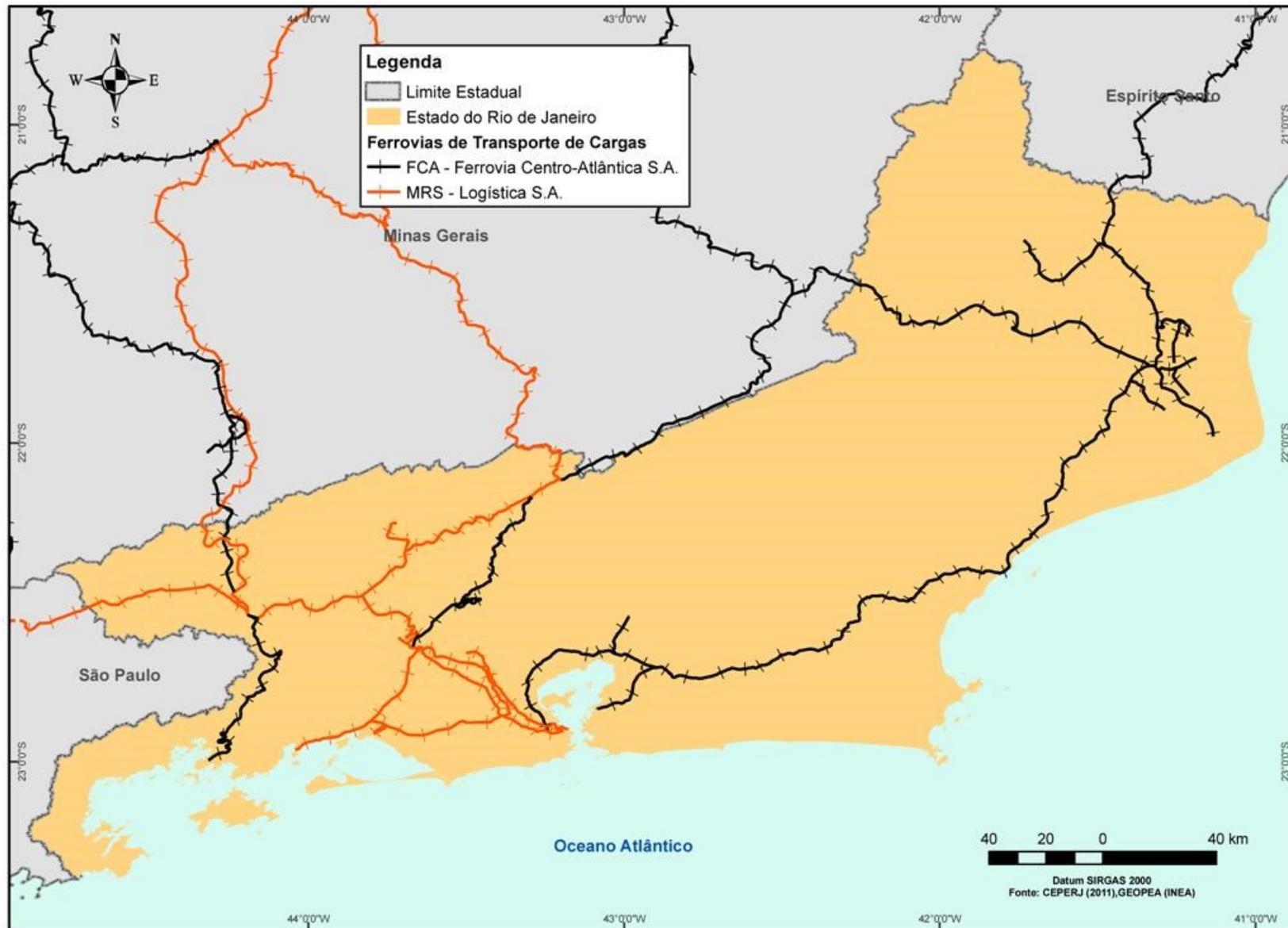


Figura 5.6.1.2 – Ferrovias estudadas

Com as rodovias selecionadas, foi realizado um levantamento dos históricos de acidentes em tais rodovias que envolvessem o transporte de produtos perigosos. Os acidentes rodoviários dos anos de 1983 a 2003 foram levantados com base nos dados do extinto SCPA (Serviço de Controle da Poluição Acidental) vinculado à, também extinta, Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (Feema), disponibilizados por STRAUCH (2004). Tais dados foram complementados até 2009 com base no histórico de acidentes do Sopea – Serviço de Operações de Emergências Ambientais (do Inea).

A partir do levantamento de dados realizado, que considerou o número de acidentes por km no período de estudo, foi feita a identificação dos trechos críticos de acidentes rodoviários, por rodovia. Ressalta-se que não foi possível a identificação dos trechos críticos na rodovia RJ-124 pelo fato das ocorrências de acidentes não serem repassadas ao órgão ambiental do Estado.

Em relação ao modal ferroviário, os dados disponíveis (foi utilizada a mesma base de dados para o modal rodoviário) não foram suficientes para a identificação de trechos com maior propensão a acidentes. Mesmo assim, os acidentes foram apresentados em tabela no relatório completo (RT-03 – Vulnerabilidade a Eventos Críticos).

Além dos registros de acidentes, foram realizadas as seguintes caracterizações para as rodovias e ferrovias abrangidas pelo estudo:

- a tipologia das cargas perigosas transportadas nas rodovias e ferrovias;
- o levantamento dos principais corpos hídricos passíveis de contaminação;
- a identificação dos municípios atravessados pelas rodovias e ferrovias em estudo;
- a identificação de pontos de captação de água para abastecimento humano vulneráveis a acidentes rodoviários (dados relativos a pontos de abastecimento urbano previamente trabalhados em estudo do Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, 2012);
- a identificação de Unidades de Conservação passíveis de efeito adverso de acidentes rodoviários e ferroviários.

A partir daí, pode-se tecer uma série de conclusões a respeito da relação entre transporte rodoviário e ferroviário de produtos perigosos e recursos hídricos. Em primeiro lugar, constata-se que a rodovia Presidente Dutra constitui um risco permanente para os recursos hídricos. Isso se dá, basicamente, por dois motivos:

- grande fluxo de cargas e alto índice de acidentes;
- presença de várias indústrias em seu trajeto, o que leva a um volume significativo de tráfego de produtos perigosos e uma diversidade de tipologias transportadas.

Ressalta-se ainda a grande quantidade de corpos hídricos com possibilidade de serem contaminados por materiais perigosos, a presença dos rios Paraíba do Sul e Guandu (ambos cortados pelo BR-116), que são os dois mananciais de maior importância para o abastecimento d'água da população fluminense. A contaminação de algum rio afluente ao rio Guandu a montante da captação da Cedae pode levar ao desabastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A questão da possibilidade de contaminação do rio Guandu é tão importante que ganhou um item à parte para sua discussão no RT-03 – Vulnerabilidade a Eventos Críticos, incorporando-se uma série de rodovias de menor fluxo que percorrem a sua bacia.

Merece destaque o fato de que o trecho identificado com o maior número de acidentes está localizado na Dutra, mais precisamente na Serra das Araras. Tal trecho está inserido dentro da APA Guandu e o Ribeirão das Lages (formador do Rio Guandu), assim como um de seus afluentes, o Córrego da Floresta, estão inseridos na região.

Entre os ambientes lênticos com possibilidade de contaminação, ressaltam-se: represa de Funil, em Resende; o reservatório de Vigário e o reservatório de Santana, ambos em Piraí. Ambientes lênticos merecem destaque, pois não apresentam condições favoráveis à dispersão dos poluentes.

Quanto à rodovia BR-040, resalta-se a sua relação com o rio Piabanha uma vez que a rodovia margeia este rio em grande parte de sua extensão. Além disso, a BR-040 corta um grande número de afluentes do Piabanha. Ressalta-se o trecho compreendido no município de Areal, devido à maior incidência de acidentes identificada ali. Sendo o rio Piabanha um afluente do rio Paraíba do Sul, um possível acidente com contaminação nesta bacia poderia levar prejuízos às regiões bem distantes do acidente ocorrido.

Ainda em relação à BR-040, pode-se destacar a região da serra de Petrópolis, pelo alto índice de acidentes, além do fato que acidentes ali podem afetar o sistema de abastecimento de água da região.

A BR-393 merece destaque, pois, em grande parte de sua extensão, corre paralelamente ao rio Paraíba do Sul. Além de vários afluentes, o próprio Paraíba do Sul é cortado pela rodovia em questão. O trecho com maior taxa de acidentes na BR-393 se encontra entre Volta Redonda e Barra do Piraí, o que se constitui em agravante, pelo fato de que uma contaminação das águas do rio Paraíba do Sul nessa região colocaria em risco a população dos municípios de jusante, bem como de grande parte da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, pela contaminação das águas transpostas para o rio Guandu.

Como dito anteriormente, devido à ausência de registros, não foi possível identificar os trechos com maiores riscos de acidentes na RJ-124. Entretanto, considerando apenas o percurso, pode-se concluir que tal rodovia apresenta um grande risco ambiental, já que atravessa uma área ambientalmente sensível e vários corpos hídricos que alimentam ambientes lênticos, que podem servir, inclusive, para abastecimento humano, como a lagoa de Juturnaíba.

A BR-101 Norte possui uma grande extensão (a maior rodovia entre as estudadas) e devido a isso, apresenta chances de afetar grande parte do estado do Rio de Janeiro. Além de cortar um grande número de bacias, a rodovia apresenta um tráfego intenso de materiais perigosos, uma vez que faz a ligação entre o Rio de Janeiro e Campos dos Goytacazes (polo de exploração de óleo e gás).

O trecho da BR-101 entre Itaboraí e Casimiro de Abreu apresenta uma taxa de acidentes levemente superior ao restante da rodovia, e, além disso, está inserido numa região com alta sensibilidade ambiental, uma vez que atravessa uma região com importantes áreas protegidas - a APA do Rio São João/Mico Leão Dourado e as Reservas Biológicas Poço das Antas e União - merecendo, portanto, atenção especial.

Novamente, em relação aos ambientes lênticos com possibilidades de contaminação indireta por acidentes com materiais perigosos, na BR-101 Norte destacam-se as lagoas Feia e de Juturnaíba (esta usada para abastecimento humano, como dito acima).

Já sobre a rodovia BR-116 (Rio-Teresópolis), a última analisada neste estudo, é importante destacar que ela apresenta intenso tráfego de materiais perigosos pelo fato do transporte de tais produtos serem proibidos na ponte Rio-Niterói. Dessa forma, ela serve como acesso ao Rio de Janeiro por Magé e Duque de Caxias.

Um trecho do percurso da Rio-Teresópolis atravessa uma área ambientalmente sensível, intimamente ligada à bacia do rio Macacu, trecho esse, que apresenta uma taxa de acidentes elevada. Além disso, a Rio-Teresópolis também apresenta influência sobre a bacia do rio Paraíba do Sul. O trecho com maior taxa de acidentes se encontra próximo ao rio São Francisco, afluente de margem direita do Paraíba do Sul no município de Sapucaia.

A respeito das ferrovias, em parte do seu trajeto, a ferrovia MRS atravessa a bacia do rio Guandu, rio de grande importância para o abastecimento da cidade do Rio de Janeiro e região metropolitana. Além disso, em grande parte do seu trajeto, a ferrovia MRS segue paralela ao rio Paraíba do Sul, outro rio de grande importância para o estado fluminense. Destaca-se também que os rios Sacra-Família e Piraí estão na área de influência da MRS por longos trechos.

A ferrovia FCA corta a maioria dos principais rios do estado do Rio de Janeiro. Em grande parte do seu percurso, ela segue paralela ao rio Paraíba do Sul. É importante destacar o grande número de Unidades de Conservação que a ferrovia FCA atravessa.

5.6.2. Modais Aquaviário e Dutoviário

Quanto ao modal aquaviário, o mesmo é praticamente inexistente no Rio de Janeiro. Apesar do rio Paraíba do Sul estar incluído no Plano Nacional de Viação, aprovado pela lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973, modificada pela lei nº 6630 de 16 de abril de 1979, o mesmo não apresenta condições adequadas para a navegação em escala comercial.

A utilização do Paraíba do Sul como hidrovía exigiria grandes modificações, que passam até pela construção de eclusas, de modo a tornar compatíveis os usos atuais de suas águas com o da nova finalidade. Outros rios, tais como o Macaé, o Paraibuna e o Pomba, têm navegação praticamente inexpressiva.

Devido a sua grande produção de óleo, o estado do Rio de Janeiro possui uma extensa malha dutoviária (figura 5.6.2.1), que se conecta à dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. A malha dutoviária inclui, inclusive, o transporte entre a Refinaria Duque de Caxias – Reduc e a Ilha d'Água, na Baía da Guanabara, e para o Terminal da Baía da Ilha Grande – TEBIG. Destacam-se ainda oleodutos de grande extensão como OSRIO, OSDUC I e II e ORBEL. Entre gasodutos de grande relevância, tem-se: GASCAV, GASBEL I e II, GASDUC I, II, e III, GASPAL e GASCAR.

Ressalta-se que apenas a RH-VII (Rio Dois Rios) não possui nenhum trecho de duto em sua extensão. As regiões V (Baía de Guanabara) e VIII (Macaé e das Ostras) possuem a maior rede de dutos, pelo fato de serem os principais polos petrolíferos.

Destaca-se, ainda, que a malha dutoviária fluminense está em grande expansão, inclusive com a construção de um mineroduto (Minas-Rio) que se estende de Alvorada de Minas/MG a São João da Barra/RJ.

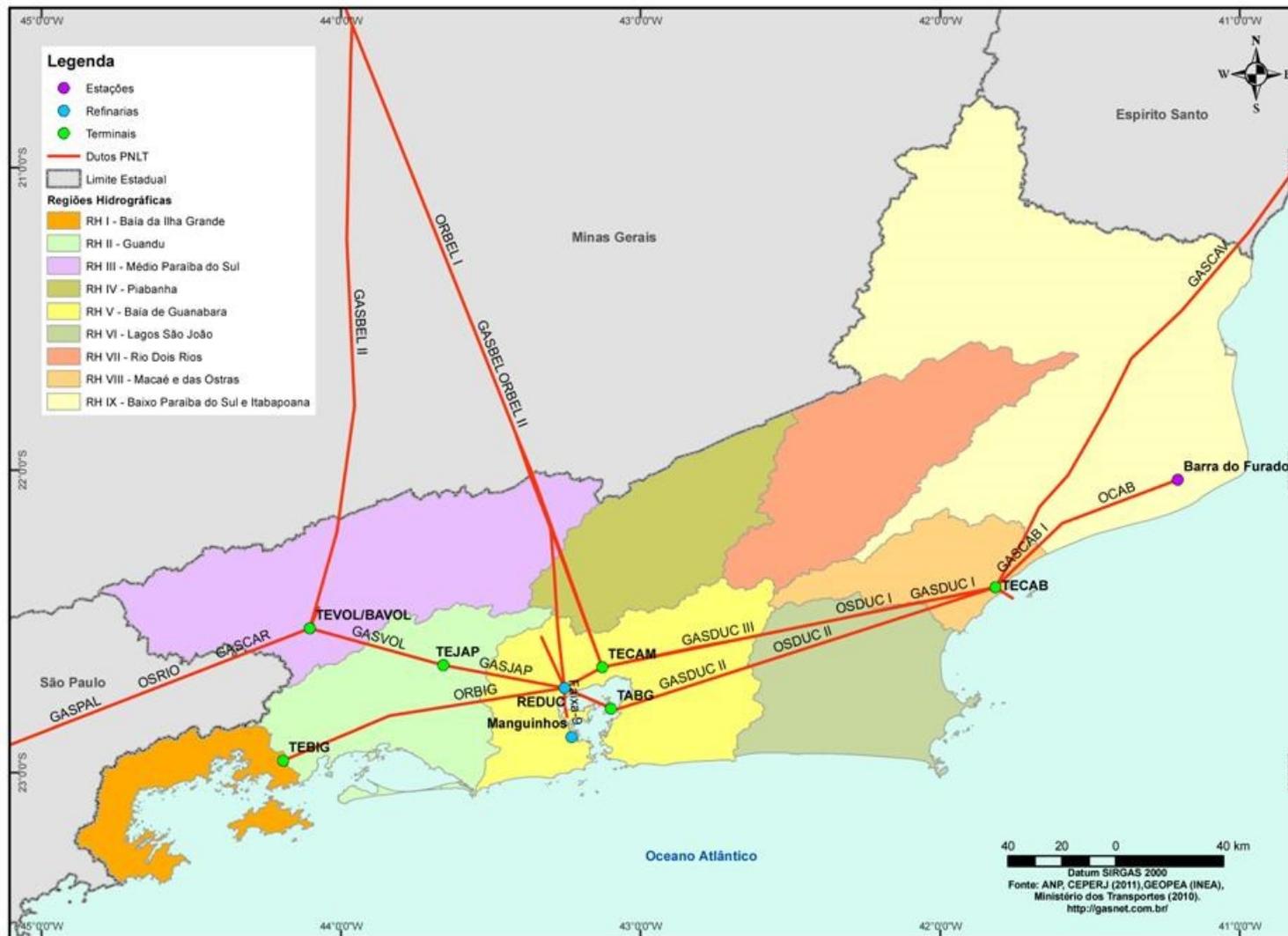


Figura 5.6.2.1 – Principais redes de dutos do estado do Rio de Janeiro

5.6.3. Conclusões

Após a análise dos modais representativos do estado do Rio de Janeiro, pode-se chegar à conclusão de que os corpos hídricos sob maior ameaça de contaminação por acidentes envolvendo o transporte de produtos perigosos são o rio Guandu e o rio Paraíba do Sul, ambos de grande importância para o estado.

Além desses, vários outros corpos hídricos importantes merecem atenção face à vulnerabilidade a acidentes que também apresentam. Merecem destaque, por exemplo, o rio Piabanha, a lagoa de Juturnaíba e o rio Macacu.

Sendo assim, as relações dos corpos hídricos citados com o transporte de produtos perigosos poderiam ser alvos prioritários de estudos mais aprofundados visando possibilidades de melhorias nos modais para adequada conservação dos recursos hídricos.

Em relação aos dados disponíveis para a análise dos modais rodoviário e ferroviário, os dados se mostraram satisfatórios na maioria dos casos, porém, com algumas ressalvas, como, por exemplo, em relação à dificuldade de se dispor de uma base vetorial adequada dos percursos das ferrovias. A qualidade desses dados é também imprescindível para um melhor levantamento dos possíveis impactos da malha dutoviária sobre os recursos hídricos.

5.7. Vulnerabilidade a Acidentes Ambientais Gerados por Fontes Fixas de Poluição

Este item aborda a vulnerabilidade das regiões hidrográficas à ocorrência de acidentes ambientais provenientes de fontes fixas, com destaque para aquelas atividades que representam maior risco para os recursos hídricos, quais sejam a atividade industrial e a mineração.

5.7.1. Vulnerabilidade em Polos Industriais

É possível dividir a atividade industrial fluminense em diferentes polos, de acordo com as características produtivas de cada região. Estudos como “O Estado do Ambiente – Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro 2010” (SEA/Inea, 2011) e o intitulado “Polos de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro” (Bueno, 2007) apontam quais seriam as regiões que apresentam certa homogeneidade em sua atividade industrial.

As principais regiões de desenvolvimento e grandes empreendimentos são destacados a seguir:

- **Indústria extrativista no Norte Fluminense (RH-VIII e IX)**

Nas regiões litorâneas de Campos dos Goytacazes (RH-IX) e Macaé - Rio das Ostras (RH-VIII) está estabelecida a cadeia produtiva de petróleo e gás do estado do Rio de Janeiro, devido à existência de jazidas petrolíferas que exigem tal infraestrutura.

O município de Campos dos Goytacazes destaca-se também pelas atividades da indústria sucroalcooleira, da cerâmica vermelha (APL com mais de 120 empresas) e da fruticultura, que conta com a presença de empresas-âncoras e uma malha de pequenos produtores.

Por sua vez, o município de Macaé apresenta-se como um centro petrolífero, área de instalação de, praticamente, todo o complexo produtivo de petróleo e gás.

- **Polo siderúrgico, metalomecânico e automobilístico, na RH-III**

A **RH-III** (Médio Paraíba do Sul) destaca-se por ser uma região altamente industrializada (mais de 50% do PIB composto pela produção industrial) tendo como maior indústria a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). A região destaca-se, ainda, pelo processo de atração de indústrias automobilísticas e de sua cadeia produtiva envolvendo as indústrias de pneus, química, vidros e infraestrutura de logística industrial, como a estação aduaneira (SEA/Inea, 2011).

Nesta RH, estão inseridos três APLs (Arranjos Produtivos Legais):

1. Siderúrgico: presente no Vale do Paraíba do Sul e abrange os municípios de Volta Redonda, Barra Mansa e Barra do Piraí. Tal APL tem como ponto central a CSN;
2. Automotivo: presente nos municípios de Resende e Porto Real. Conta com empresas-âncoras como Volkswagen Caminhões, PSA Peugeot Citroën e em breve a Aliança Renault-Nissan;
3. Metal-Mecânico: presente em Volta Redonda e outros municípios do Médio Paraíba.

- **Polo da Indústria de Confecções, RH-IV e RH-VII**

O município de Petrópolis (RH-IV) exerce centralidade na região devido ao crescimento do setor têxtil e também pelas possibilidades de consolidação de projetos de fomento ao setor de informática e telecomunicações. Ressalta-se também Nova Friburgo (RH-VII) no setor têxtil, pela produção de roupas íntimas.

- **Polo da indústria naval, na RH-I**

Segundo SEA/Inea (2011), sobre Angra dos Reis: “ao longo das décadas, a indústria naval do município foi perdendo importância e, em meados dos anos 2000, foi impulsionada por ações governamentais que incentivaram a criação de plataformas petrolíferas, devolvendo ao setor importância econômica, além da manutenção e ampliação dos empregos na região”.

Ressalta-se também que nesse município estão instaladas as usinas nucleares Angra I e Angra II, e está se preparando para a terceira.

- **Polo do setor de petróleo, petroquímico, químico e de plásticos na RH-V**

Tal polo é centralizado na Reduc, Petroflex e Nitroflex. Envolve a produção de atividades associadas à petroquímica, plásticos, tintas, vernizes e produtos de química fina. A implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) no município de Itaboraí motivará grande expansão de atividades relacionadas ao setor.

SEA/Inea (2011) aponta como destaques na região pela produção industrial:

- ✓ Duque de Caxias: indústria química;
- ✓ São Gonçalo: indústria farmacêutica, produtos alimentares, química, minerais não metálicos;
- ✓ Belford Roxo: indústria química, representada pela Bayer S.A.;

- ✓ Niterói: indústrias de produtos alimentícios, química, gráfica, material de transporte e indústria naval;
- ✓ Nova Iguaçu: tem como destaque o setor industrial moveleiro, de produtos de perfumaria, bebidas e alimentos.

- **Polo do setor siderúrgico, na Região do Porto de Itaguaí, na RH-II**

Segundo SEA/Inea, 2011, “o município de Itaguaí apresenta, atualmente, importante centralidade associada à prestação de serviços do Porto de Itaguaí e, também, investimentos ligados ao setor de siderurgia”.

5.7.2. Vulnerabilidade em Áreas de Extração Mineral

Embora o Rio de Janeiro não seja um estado que se destaque em relação à produção mineral, a análise de tal atividade merece atenção devido a sua grande capacidade de produzir impactos ambientais. Além disso, o Rio de Janeiro é passível de sofrer consequências ambientais devido a acidentes ocorridos em estados vizinhos, uma vez que cursos d'água importantes provenientes de estados como São Paulo e Minas Gerais atravessam diversos municípios do território fluminense.

No Rio de Janeiro existem os chamados Pólos Minerais, onde se concentram as produções de água mineral, rochas carbonáticas e rochas ornamentais. Existe uma grande predominância da extração de areia sobre as demais tipologias minerais, pela necessidade de atendimento à crescente demanda da construção civil na região metropolitana.

5.7.2.1. Extração de Areia

A atividade minerária é praticada em todas as Regiões Hidrográficas do estado, nas modalidades de extração em cava e em leito de rio. As extrações em leito de rio atendem o mercado consumidor das diversas regiões.

O grande polo produtor de extração de areia em cava do estado se concentra na RH-II, nos municípios de Seropédica e Itaguaí, mais precisamente, no denominado “Polígono de Piranema”, situado na bacia do rio da Guarda, vizinha à bacia do rio Guandu. A partir do ano de 2003 ficou proibida a extração no leito do rio Guandu, o manancial de abastecimento d'água da cidade do Rio de Janeiro, onde durante muito tempo a atividade se processou de forma predatória, degradando margens e leito do rio.

Na RH-III (Médio Paraíba do Sul) o processo erosivo assumiu grandes proporções em decorrência dos desmatamentos e crescimento das cidades que se desenvolveram a partir do polo siderúrgico do eixo Barra Mansa-Volta Redonda, o que intensificou o transporte de sedimentos e o assoreamento das vias de drenagem.

Nessa região, o rio Paraíba do Sul tem largura da ordem de 150 m e mostra aptidão para a exploração em leito, que é intensa no trecho entre Resende e Barra Mansa. Nos rios de porte intermediário, como nos casos dos rios, Barra Mansa, Bananal, Turvo, Preto e Pirapetinga, conforme citado no trabalho “Diretrizes Públicas para uma Mineração Sustentável no Estado do Rio de Janeiro” (DRM, 2006), o DRM-RJ constatou, através de campanhas, que a exploração em leito ocorreu de forma mais predatória, impactando as margens pelo uso de equipamentos incompatíveis com as dimensões dos rios.

Na RH-IV (Piabanha), as extrações de areia são realizadas nos leitos dos rios e se desenvolvem nos seguintes trechos: no rio Paraíba do Sul, entre as cidades de Vassouras e Sapucaia; no rio Santana, no município de Miguel Pereira; e no rio Piabanha, entre os municípios de Areal e Três Rios.

Na RH-V (Baía da Guanabara), no município de Duque de Caxias a exploração de areia se intensificou na última década. Na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, mais precisamente, numa extensa área limitada pelos rios Água Preta, Tinguá e Iguaçu, com cerca de 8,0 km², a extração de areia em cava evoluiu e necessita de um acompanhamento mais sistemático por parte dos órgãos ambientais, com a finalidade de disciplinar a atividade, evitar a degradação dos corpos hídricos da região e, sobretudo, delimitar oficialmente os limites da área de extração.

Na Região Serrana do estado (RH-IV e VII), a exploração de areia se dá em menor escala e em estirões menos íngremes que favorecem o acúmulo de material - ao longo do rio Preto, da localidade de Bonsucesso (município de Teresópolis) até Areal; e ao longo do rio Grande, desde a cidade de Bom Jardim até o distrito de Renascença, no município de São Fidélis.

As extrações de areia na RH-VI (Lagos e São João) ocorrem ao longo do litoral, entre o distrito de Itaipuaçu (município de Maricá) e o município de Rio das Ostras, ao longo do rio Bacaxá, nos municípios de Rio Bonito e Silva Jardim, e em Cachoeiras de Macacu, nos rios Guapi-Açu e Macacu.

Outras grandes áreas de produção são os areais do rio São João, paralisados atualmente pelo Ibama, e Unamar em Cabo Frio, paralisada pelo Ministério Público Estadual.

Na RH-IX, região noroeste fluminense, as explorações estão localizadas nos seguintes trechos dos principais cursos d'água: ao longo do rio Muriaé, entre as cidades de Laje de Muriaé e Cardoso Moreira; no rio Carangola, entre as localidades de Natividade e Itaperuna; ao longo do rio Pomba, em Santo Antônio de Pádua; ao longo do rio Paraíba do Sul, nas localidades de Aperibé e Itaocara; no baixo curso do rio Paraíba do Sul, entre as cidades de Cambuci e São João da Barra; ao longo da bacia do rio Macaé, da cabeceira à foz; ao longo do rio Itabapoana, na divisa com o Espírito Santo.

Da mesma forma que em qualquer outra atividade, problemas decorrentes de eventos excepcionais podem vir a se manifestar gerando situações críticas, como por exemplo, a degradação brusca de um corpo hídrico e da qualidade de suas águas ou o seu assoreamento, dando origem a grandes inundações. Quando, entretanto, a atividade é praticada de forma controlada e em consonância com as determinações do órgão ambiental, os riscos de acidente durante eventos pluviométricos extraordinários são significativamente reduzidos.

A extração de areia no leito dos rios pode contribuir positivamente no controle das cheias e redução das inundações de núcleos urbanos e sem gerar prejuízos para o corpo hídrico. Basta, para tal, que o empreendedor a execute respeitando as normas técnicas e legais que disciplinam a atividade. A prática da atividade deve ser avaliada caso a caso, considerando-se a peculiaridade de cada região e os benefícios e danos a ela associados.

5.7.2.2. Extração de Argila

No estado do Rio de Janeiro, as extrações de argila e produção de cerâmicas com maior importância econômica se concentram nos seguintes polos: o do Vale do Paraíba do Sul e Centro Sul Fluminense, o de Campos e o de Itaboraí.

Segundo DRM (2006), o polo do Vale do Paraíba do Sul é o mais avançado tecnologicamente, com quatro cerâmicas da região certificadas pelo programa setorial de qualidade, englobando duas aglomerações de empresas, sendo uma nas imediações das cidades de Resende e Volta Redonda (RH-III) e outra nas planícies do rio Paraíba do Sul, nos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios, limite das RHs III e IV.

A atividade vem enfrentando sérias dificuldades para o licenciamento das jazidas, pelo fato de estarem localizadas nas margens dos rios e próximas de nascentes. A Resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006, define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em área de preservação. Em seu Artigo 5º, § 2º, trata das medidas de caráter compensatório que consistem na efetiva recuperação ou recomposição de APP e que elas deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica e prioritariamente na área de influência do empreendimento ou nas cabeceiras dos rios.

O polo produtor de argila de Itaboraí foi sempre a região produtora mais tradicional, concentrando maior área de exploração na RH-V e abrangendo áreas da RH-VI.

Com a urbanização crescente de Itaboraí, tem ocorrido o fechamento de várias unidades, transformadas em loteamentos. Com a instalação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro – COMPERJ e a conseqüente valorização dos terrenos para os usos industrial e urbano, uma provável erradicação da atividade extrativa deverá ocorrer na região.

De acordo com DRM (2006), o polo de Campos dos Goytacazes é o que reúne o maior número de empresas atuantes, com ampla jazida disponível ao longo da chamada Estrada do Açúcar, rodovia que liga a cidade de Campos ao distrito de Farol de São Tomé. Cita, o referido documento, que os problemas ambientais são reduzidos pela ausência de conflitos com Áreas de Preservação Permanente (APP).

O documento diz ainda que, no ano de 2006 o DRM-RJ participou de estudos para inclusão da região produtora no zoneamento de uso do solo do Plano Diretor do Município de Campos, visando à criação de uma Zona de Produção Mineral que preserve a jazida local. Em 2007 foi assinado convênio, reunindo empresários, Feema, DNPM e DRM-RJ para regularizar a atividade de extração e transformação, no município de Campos, visando agilização do processo de licenciamento ambiental (DRM, 2006).

Com relação aos problemas relacionados aos recursos hídricos, a zona de extração de argila e de produção de cerâmica da baixada campista é aquela que apresenta menor vulnerabilidade a acidentes que possam comprometer os recursos hídricos regionais.

5.7.2.3. Extração de Pedras Ornamentais em Santo Antônio de Pádua

O município de Santo Antônio de Pádua é centro do mais importante polo mineral do estado, concentrando cerca de 150 empresas de extração e beneficiamento, que operam de forma irregular e que atualmente estão funcionando sob Termo de Ajustamento de Conduta.

Novas áreas estão sendo levantadas pelo DRM-RJ na região de Miracema, Porciúncula, Itaperuna (Aré), Cambuci, além de Santo Antônio de Pádua e Bom Jesus do Itabapoana, municípios pertencentes às RHs IX e X. Esta região representa expressivo potencial de rochas.

Segundo o estudo “Problemas Ambientais Decorrentes da Exploração de Rochas Ornamentais no Município de Santo Antônio de Pádua – RJ” (Silvestre *et al.* 2012), existem cerca de 300 microempresas atuando no setor, muitas delas na ilegalidade, o que contribui para os danos ao meio ambiente face ao despejo de rejeitos em locais impróprios, desmatamentos e assoreamento do rio Pomba e afluentes.

O referido artigo cita que existem aproximadamente 100 pedreiras e 40 serrarias registradas, responsáveis pela exploração e beneficiamento das rochas para o mercado consumidor. As serrarias são localizadas próximas aos cursos d’água, pois as máquinas utilizadas no corte das rochas necessitam de grande quantidade de água para refrigeração. Por isso, a implantação dos tanques de decantação foi fundamental para a diminuição da retirada de água do rio Pomba. Depois de passar pelos tanques e receber tratamento químico a água pode ser reaproveitada no beneficiamento das rochas.

O trabalho destaca ainda que duas medidas foram fundamentais para reduzir os problemas ambientais nas áreas extração, quais sejam: o Termo de Ajustamento de Conduta, através do qual, diversas empresas se comprometeram a melhorar suas práticas para garantirem a menor geração de danos ambientais; a construção da fábrica de argamassa (Argamil) que utiliza os rejeitos finos de 82 serrarias cadastradas, como ingrediente principal para a fabricação do produto. Com isso houve redução de despejos de rejeitos finos, que provocam assoreamento e contaminação do rio Pomba.

Diversas empresas ainda não colaboram com esse processo impedindo melhores resultados, pois continuam a lançar rejeitos nos canais fluviais e a retirar água destes de forma indiscriminada, comprometendo os recursos regionais e agravando os impactos ambientais.

O processo de extração de rochas ornamentais ou de revestimento não representa risco iminente de acidentes graves decorrentes de um evento extraordinário, face à inexistência de barramentos para contenção de rejeitos da extração, o que é feito abaixo do nível do solo. A influência da atividade sobre os corpos hídricos regionais poderá ocorrer de forma gradual caso não sejam respeitadas as determinações do TAC em vigor. Essa observação é válida para as extrações em rocha que se expandem por todo o polo da RH-IX.

5.7.3. Uma Ameaça Constante aos Recursos Hídricos

A extração de minerais no trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul, especialmente da bauxita, é analisada neste item, em decorrência dos grandes desastres ambientais ocorridos na década passada, que atingiram violentamente as bacias dos rios Muriaé, Pomba e Pirapetinga e que afetaram diretamente a vida dos habitantes dos municípios mineiros e fluminenses situados nessas bacias à jusante dos locais dos acidentes.

Na região de Minas Gerais abrangida pela bacia do rio Paraíba do Sul, o SIGMINE do DNPM registra o total de 1.790 processos minerários, sendo que mais da metade desses processos se refere às fases ainda iniciais de exploração mineral - requerimento e autorização de pesquisa.

A bauxita é a substância com maior número de processos em fase de autorização de pesquisa e também a principal substância em fase de concessão de lavra, na qual a atividade efetiva de extração mineral já está acontecendo ou iniciando. Entre os 1.790 processos minerários citados, 160 estão em fase de concessão de lavra, sendo que 68 são para bauxita e 39 para alumínio.

Na figura 5.7.3.1, apresentada em seguida, observa-se a extensa região abrangida pelos processos de concessão de lavra para alumínio e bauxita. Esta região atravessa o curso superior da bacia do rio Muriaé e o curso médio da bacia do rio Pomba, representando, portanto, uma região com potencial ameaça de ocorrência de acidentes por ruptura das barragens de rejeito, com impactos ao longo dos percursos desses rios no território fluminense.

A figura 5.7.3.1 mostra também a localização das poucas barragens de rejeito de mineração situadas na bacia do rio Paraíba do Sul (MG) e que constam da planilha anexa ao relatório mais recente do Inventário Estadual de Barragens do Estado de Minas Gerais, realizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, em 2012. Este Inventário reporta o total de 746 barragens cadastradas no estado, das quais 16 estão na bacia do rio Paraíba do Sul e apenas 4 dessas 16 são barragens de rejeito de mineração. Todas as 16 barragens têm "estabilidade garantida pelo auditor".

Embora sejam poucas, as dimensões dessas barragens de rejeito são grandes o suficiente para causar graves e extensos impactos, em caso de acidente. Além disso, deve-se levar em conta a possibilidade de que novas barragens sejam construídas a curto ou médio prazo, tendo em vista os dados dos processos minerários no DNPM, especialmente o monopólio da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA na região, com um total de 100 processos no DNPM, dos quais 86 estão em fase de concessão de lavra (53 para bauxita, 32 para alumínio e 1 para argila). A CBA é responsável por quatro barragens do cadastro da FEAM-MG (2012) no trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul, entre as quais duas de captação de água e duas de rejeito de bauxita, a maior delas com 52 m de altura e volume de aproximadamente 5,0 milhões m³.

De acordo com o relatório, a FEAM visa adequar seus critérios de gestão de barragens ao contexto das recentes normas federais instituídas a partir da Lei Federal nº 12.334, de 20/09/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH emitiu, em 10/07/2012, duas normas de regulamentação da Lei nº 12.334, que são: a Resolução nº 143, que define os critérios gerais para classificação de barragens por categoria de risco e dano potencial associado; e a Resolução nº 144, que estabelece diretrizes para a implementação da PNSB, entre as quais a definição dos itens mínimos do Plano de Segurança da Barragem (que todo empreendedor deve elaborar) e do Relatório de Segurança de Barragens, a ser elaborado pela Agência Nacional de Águas - ANA com apoio dos órgãos fiscalizadores.

Conforme determina a Res. CNRH nº 144/2012, o Relatório de Segurança de Barragens deve ser emitido anualmente e deve conter, entre outras, as informações dos cadastros de barragens, enviadas pelos empreendedores até 31 de outubro de cada ano. Na mesma Res. nº 144, o CNRH define diretrizes para o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, também de responsabilidade direta da ANA. O SNISB deverá dar acesso às informações sobre as barragens com risco potencial de danos ambientais e sociais, facilitando o monitoramento das mesmas pelas instituições interessadas e pela própria sociedade civil.

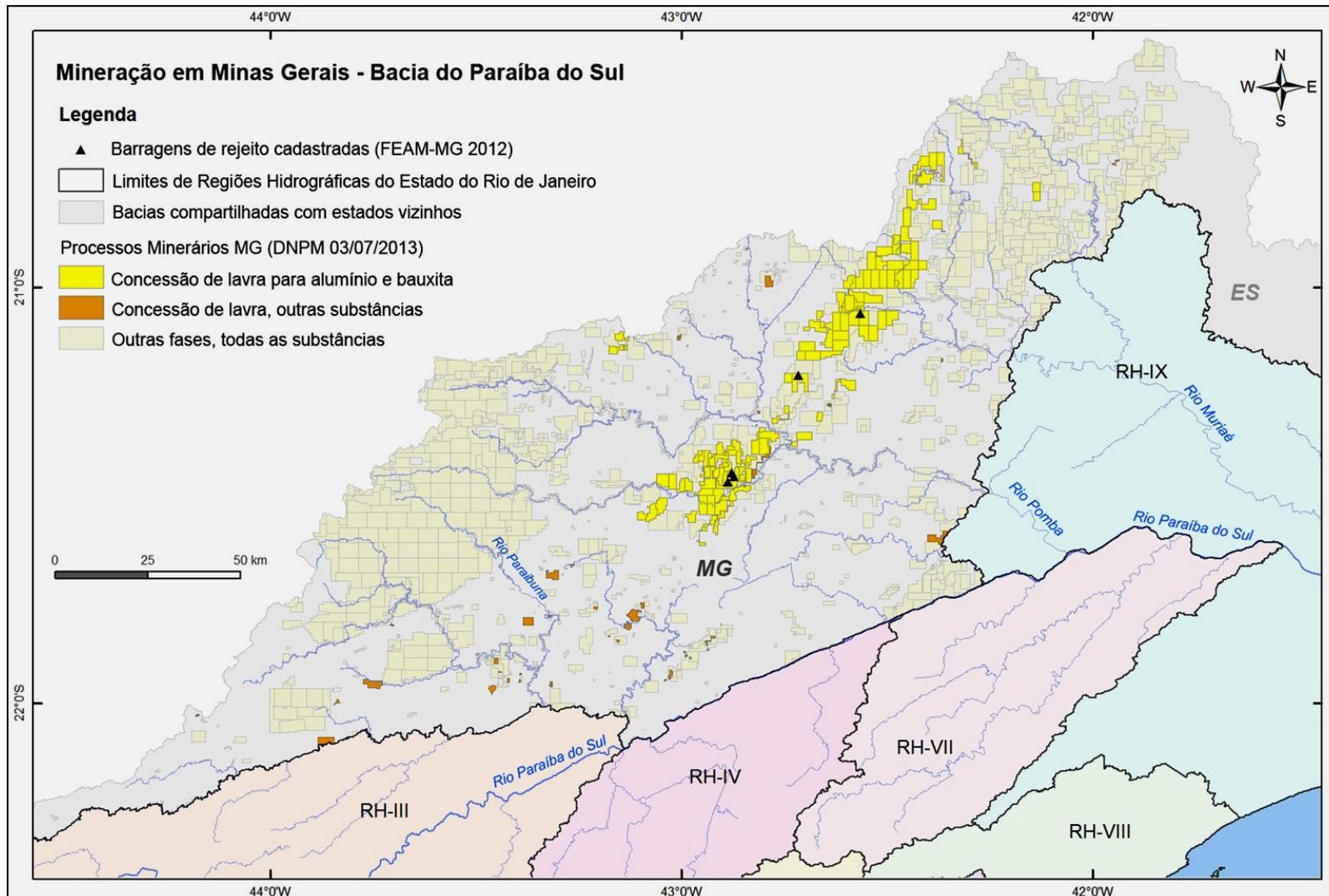


Figura 5.7.3.1 – Processos minerários e barragens de rejeito cadastradas na bacia do rio Paraíba do Sul - MG (Fonte: DNPM e FEAM)

5.7.4. Conclusões

Neste item do Diagnóstico, foram apresentados os principais polos de desenvolvimento industrial do estado do Rio de Janeiro, os principais polos de exploração mineral e a situação dos mesmos frente à questão ambiental pertinente.

Ressalta-se a importância desse diagnóstico devido ao histórico de acidentes ambientais no estado, como o vazamento de Endosulfan da empresa SERVATIS em 2008 no rio Paraíba do Sul e o vazamento da barragem de rejeito de metais pesados da Companhia Mercantil e Industrial Ingá em 1996 na baía de Sepetiba. O Rio de Janeiro, através do Inea, apresentou recentemente um avanço na questão dos passivos ambientais no ato da publicação, em 2013, do relatório intitulado “Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas”.

Na atividade mineral, verificou-se que o potencial de impactos para os rios do estado fluminense são maiores no cenário das barragens de rejeito de extração de bauxita e alumínio no trecho mineiro da bacia do Paraíba do Sul, tendo em vista o histórico de acidentes ocorridos nos últimos anos nessa região, que atingiram diversos municípios fluminenses a jusante.

No contexto dos avanços normativos de monitoramento e controle de barragens, espera-se que seja cada vez melhor o controle dos riscos envolvidos na mineração de bauxita e de outras substâncias minerais cuja extração e processamento, além de degradarem a vegetação, os solos e as águas nas frentes de lavra, utilizam grandes barragens de rejeito.

No entanto, diante do alto potencial de danos ambientais e sociais das minerações em atividade e previstas na região mineira da bacia do rio Paraíba do Sul, em especial nas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé, é importante que o Inea, em parceria com outros órgãos públicos, o Ceivap e os Comitês das sub-bacias potencialmente afetadas, realizem um acompanhamento periódico dos estudos e do trabalho da FEAM e demais órgãos envolvidos no licenciamento ambiental e na outorga de uso dos recursos hídricos para a atividade de mineração nessa região do estado de Minas Gerais.

Este acompanhamento deve se estender aos estudos e manifestações públicas das universidades e organizações sociais que estão mobilizadas na Zona da Mata Mineira, especialmente quanto ao avanço da mineração de bauxita para a zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (bacia do Muriaé), onde a agricultura familiar e o ecoturismo têm garantido o sustento de muitas famílias e a qualidade socioambiental de uma região que pode ser drasticamente prejudicada pela mineração (ROTHMAN, 2008; MAFFIA, 2011; e MAFFIA et al, 2013).

Também é recomendável a realização de um estudo das áreas do estado (RJ) atingidas pelos acidentes já ocorridos com as barragens em MG, visando avaliar os impactos, a situação atual dessas áreas e definir ações preventivas e corretivas.

6. FONTES ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMENTO COM ÊNFASE NA RMRJ

6.1. Introdução

O Diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água existentes é apresentado por Região Hidrográfica, destacando-se a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e os principais sistemas isolados, como o Sistema Guandu/Lajes/Acari e o Sistema Imunana/Laranjal.

O diagnóstico de abastecimento de água resume as informações apresentadas no Relatório RT-04 - Avaliação de Fontes Alternativas para o Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, consolidando-as por Região Hidrográfica, apresentando;

- Populações urbanas atuais das sedes fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Populações futuras das sedes calculadas no âmbito do PERHI;
- Informações complementares prestadas pelas Concessionárias de serviços de água e esgotos: Cedae, Rio Águas, Águas de Juturnaíba, Prolagos e Águas de Niterói;
- Índices de atendimento ou abrangência dos sistemas de abastecimento urbano e índices de perdas físicas de água para os diversos sistemas informados pelo SNIS/2010 – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento;
- Vazões disponíveis para o abastecimento público disponibilizadas pelo Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA);
- Demandas atuais e futuras calculadas no âmbito deste Plano;
- Situação atual da capacidade de atendimento dos sistemas existentes, indicando:
 - Produção suficiente, quando atende até o final do plano (2030),
 - Produção insuficiente, quando requer ampliação imediata, e
 - Produção parcialmente suficiente, quando requer ampliação ao longo do tempo.
- Gráficos ilustrativos da eficiência dos sistemas por Região Hidrográfica e RMERJ;
- Figura apresentando os níveis de atendimento dos sistemas de abastecimento de água por Regiões Hidrográficas.

O desenho a seguir apresenta a planta do estado do Rio de Janeiro com a localização por coordenadas das Captações e Estações de Tratamento de Água existentes.

6.2. Sistemas Isolados de Abastecimento de Água das Sedes Municipais

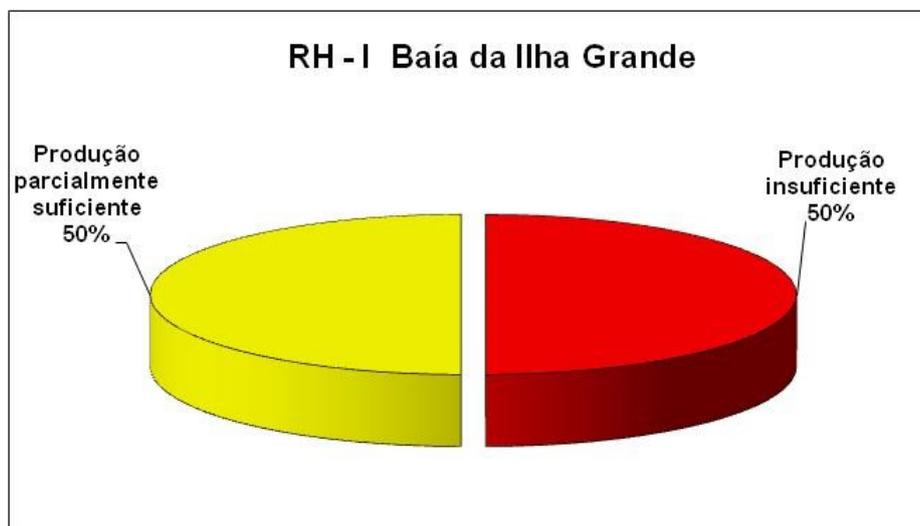
6.2.1. RH-I - Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande

Sedes Municipais: Paraty e Angra dos Reis

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-I		2
População urbana das sedes (2010)		90.761
Índice ponderado de atendimento atual (%)		92,0
População urbana futura das sedes (2030)		135.761
Demandas (l/s)	Atual - 2010	317,74
	Futura - 2030	632,98
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		671,98
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		31,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	0,0
	Insuficientes	50,0
	Parcialmente suficientes	50,0

- Abrangência dos Sistemas**



6.2.2. RH-II - Região Hidrográfica Guandu

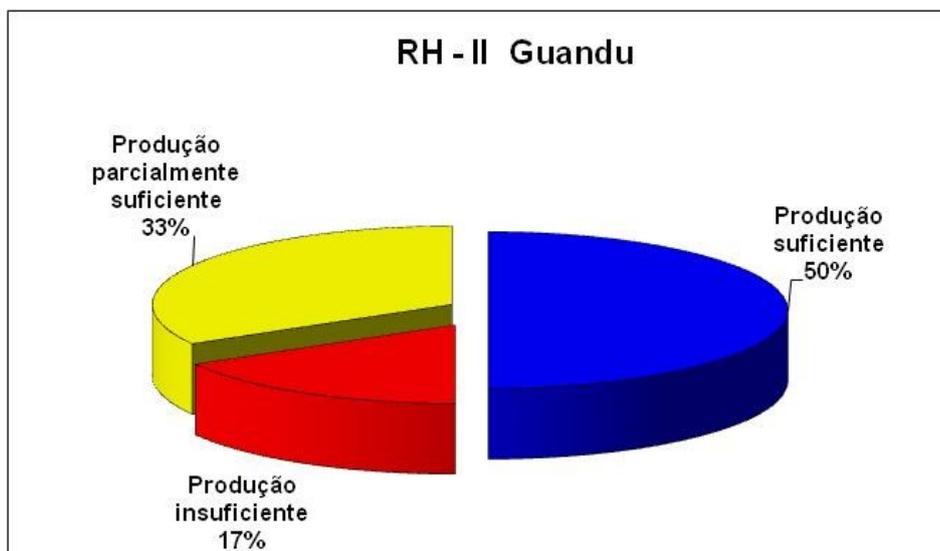
Sedes Municipais: Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri, Paracambi, Mendes, Piraí, Rio Claro, Barra do Piraí (50%) e Rio de Janeiro (17,3%).

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-II		12
População urbana das sedes (2010)		1.629.689
Índice ponderado de atendimento atual (%)		87,0
População urbana futura das sedes (2030)		1.996.661
Demandas (l/s)	Atual - 2010	7.684,05
	Futura - 2030	10.363,63
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		7.742,72
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		40,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	50,0
	Insuficientes	17,0
	Parcialmente suficientes	33,0

Nota: O Rio de Janeiro possui 17,3% da população urbana na RH – II e 82,7% na RH - V
Barra do Piraí 50% da população urbana na RH – II e 50% na RH - III

- Abrangência dos Sistemas**



6.2.3. RH-III - Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul

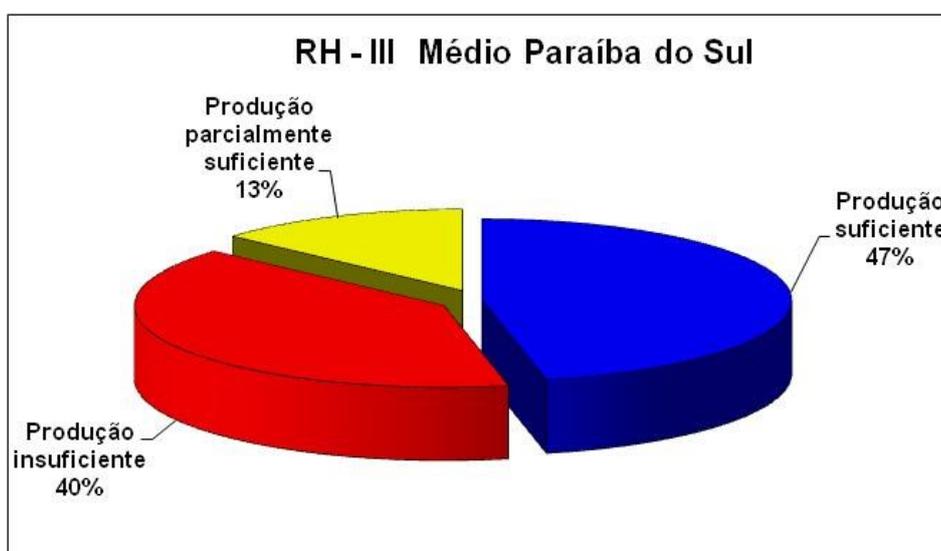
Sedes Municipais: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian, Barra do Pirai (50%), Miguel Pereira, Vassouras, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-III		16
População urbana das sedes (2010)		824.221
Índice ponderado de atendimento atual (%)		97,0
População urbana futura das sedes (2030)		1.118.726
Demandas (l/s)	Atual - 2010	3.927,53
	Futura - 2030	4.780,91
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		4.567,01
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		41,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	47,0
	Insuficientes	40,0
	Parcialmente suficientes	13,0

Nota: Barra do Pirai 50% da população urbana na RH – II e 50% na RH - III

- Abrangência dos Sistemas**



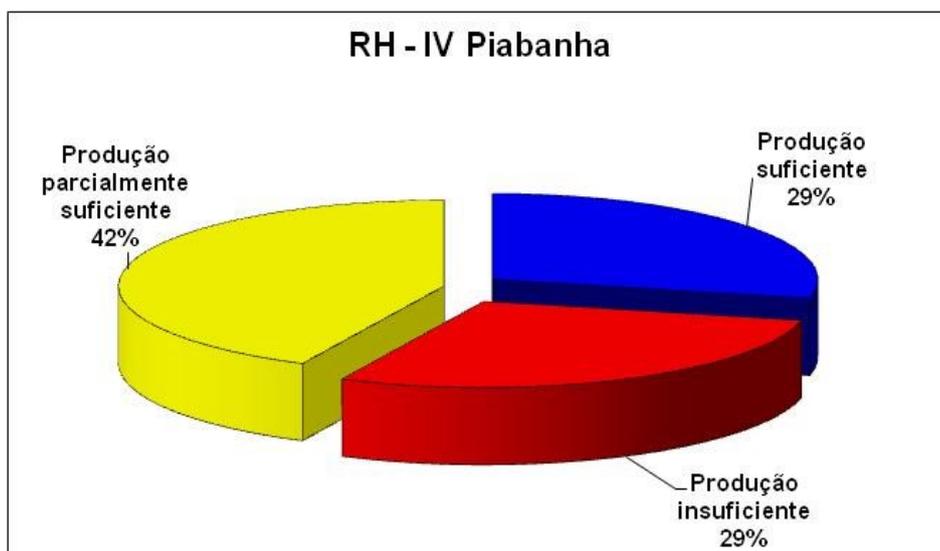
6.2.4. RH-IV - Região Hidrográfica Piabanha

Sedes Municipais: Areal, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro, Carmo, Sapucaia e Petrópolis.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-IV		7
População urbana das sedes (2010)		360.807
Índice ponderado de atendimento atual (%)		88,0
População urbana futura das sedes (2030)		461.496
Demandas (l/s)	Atual - 2010	1.449,86
	Futura - 2030	2.005,28
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		1.894,39
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		31,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	29,0
	Insuficientes	29,0
	Parcialmente suficientes	42,0

- Abrangência dos Sistemas**



6.2.5. RH-V - Região Hidrográfica Baía de Guanabara

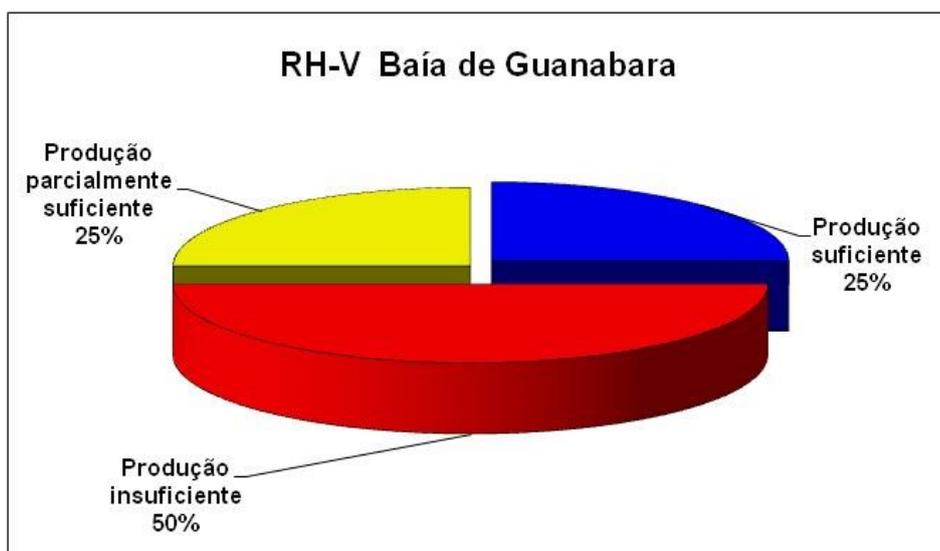
Sedes Municipais: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro (82,7%).

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-V		16
População urbana das sedes (2010)		10.047.803
Índice ponderado de atendimento atual (%)		89,0
População urbana futura das sedes (2030)		12.401.521
Demandas (l/s)	Atual - 2010	50.624,89
	Futura - 2030	70.072,28
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		48.545,80
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		34,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	25,0
	Insuficientes	50,0
	Parcialmente suficientes	25,0

Nota: O Rio de Janeiro possui 17,3% da população urbana na RH – II e 82,7% na RH - V

- Abrangência dos Sistemas**



6.2.6. RH-VI - Região Hidrográfica Lagos São João

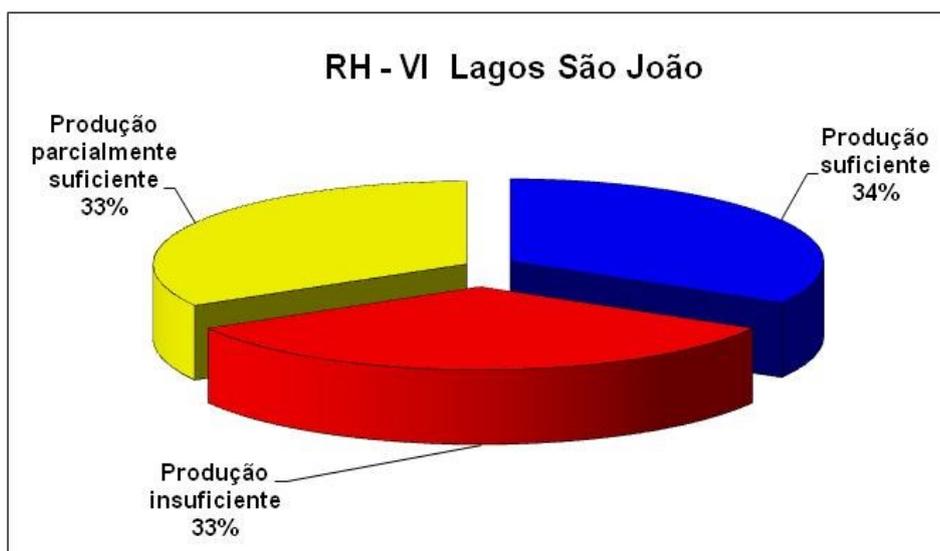
Sedes Municipais: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo, Rio das Ostras (30%) e Casemiro de Abreu.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-VI		10
População urbana das sedes (2010)		465.676
Índice ponderado de atendimento atual (%)		96,0
População urbana futura das sedes (2030)		664.227
Demandas (l/s)	Atual - 2010	1.849,70
	Futura - 2030	2.465,85
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		2.294,40
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		38,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	34,0
	Insuficientes	33,0
	Parcialmente suficientes	33,0

Nota: Rio das Ostras possui 30% da população urbana na RH – VI e 70% na RH – VIII.

- Abrangência dos Sistemas**



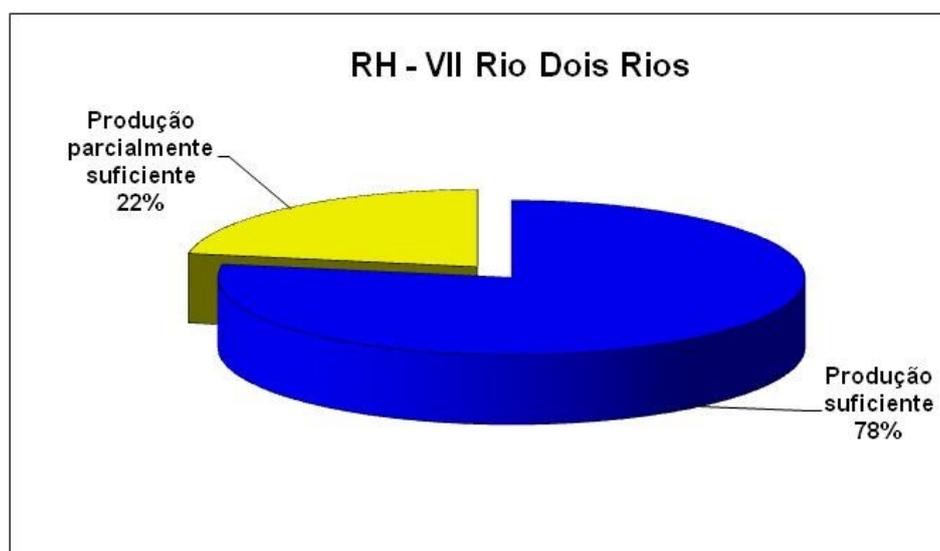
6.2.7. RH-VII - Região Hidrográfica Rio Dois Rios

Sedes Municipais: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, Itaocara, São Sebastião do Alto, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena e São Fidélis.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-VII		9
População urbana das sedes (2010)		205.185
Índice ponderado de atendimento atual (%)		85,0
População urbana futura das sedes (2030)		255.051
Demandas (l/s)	Atual - 2010	745,13
	Futura - 2030	970,73
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		1.110,87
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		36,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	78,0
	Insuficientes	0,0
	Parcialmente suficientes	22,0

- Abrangência dos Sistemas**



6.2.8. RH-VIII - Região Hidrográfica Macaé e das Ostras

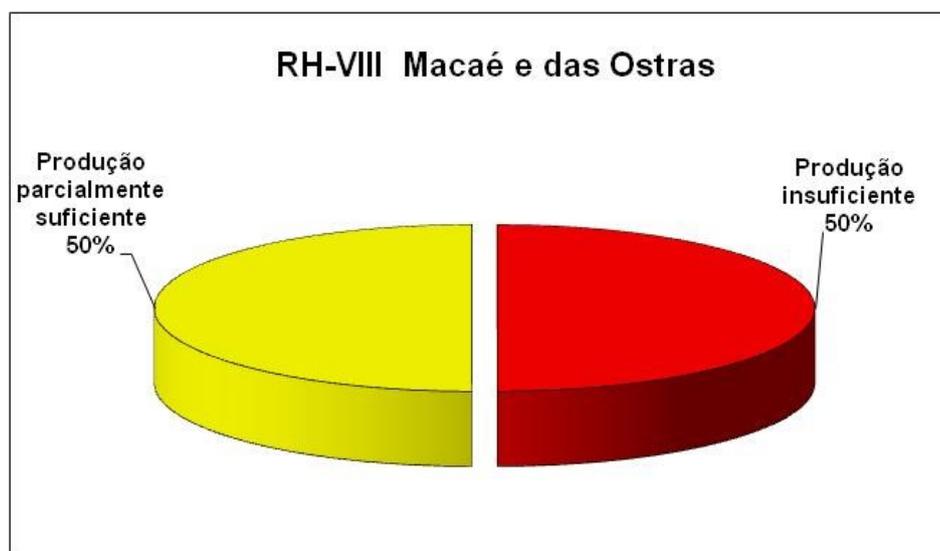
Sedes Municipais: Rio das Ostras (70%) e Macaé.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-VIII		2
População urbana das sedes (2010)		264.645
Índice ponderado de atendimento atual (%)		87,0
População urbana futura das sedes (2030)		338.811
Demandas (l/s)	Atual - 2010	1.036,27
	Futura - 2030	1.784,75
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		980,00
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		20,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	0,0
	Insuficientes	50,0
	Parcialmente suficientes	50,0

Nota: Rio das Ostras possui 30% da população urbana na RH – VI e 70% na RH - VIII

- Abrangência dos Sistemas**



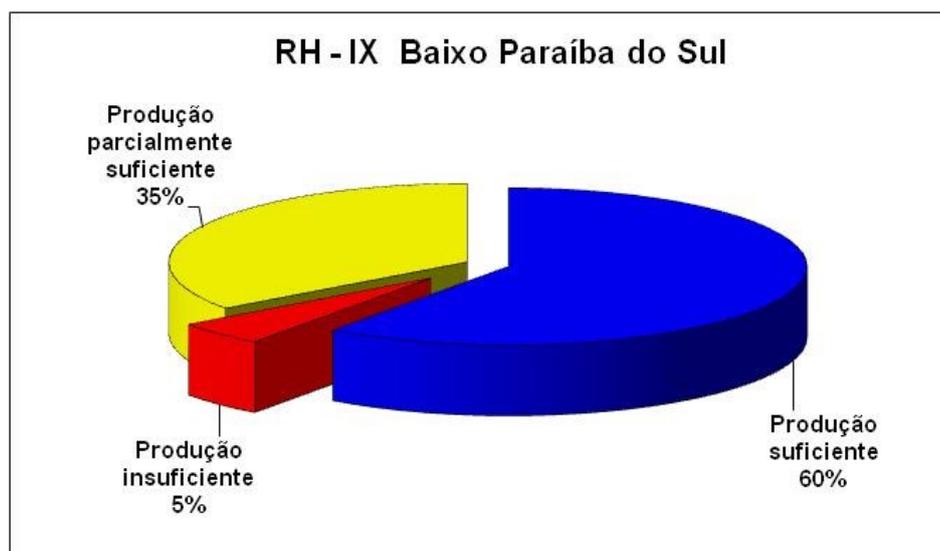
6.2.9. RH-IX: Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Sedes Municipais: Quissamã, São João da Barra, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracema, Laje do Muriaé, Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Campos dos Goytacazes, São Francisco de Itabapoana, Porciúncula, Bom Jesus do Itabapoana e Varre-Sai.

- **Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-IX		20
População urbana das sedes (2010)		656.742
Índice ponderado de atendimento atual (%)		92,0
População urbana futura das sedes (2030)		936.543
Demandas (l/s)	Atual - 2010	2.731,91
	Futura - 2030	4.056,64
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		3.101,50
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		38,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	60,0
	Insuficientes	5,0
	Parcialmente suficientes	35,0

- **Abrangência dos Sistemas**



6.3. Principais Sistemas Integrados de Abastecimento de Água das Sedes Municipais

6.3.1. Sistema Guandu/Lajes/Acari

Sedes Municipais na RH-II: Itaguaí, Seropédica, Queimados, Japeri, e Rio de Janeiro (17,3%).

Sedes Municipais na RH-V: Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro (82,7%).

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-I		12
População urbana das sedes (2010)		9.657.570
Índice ponderado de atendimento atual (%)		86,0
População urbana futura das sedes (2030)		11.564.902
Demandas (l/s)	Atual - 2010	50.269,80
	Futura - 2030	67.089,12
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		49.500,00
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		44,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	0,0
	Insuficientes	100,0
	Parcialmente suficientes	0,0

- Abrangência dos Sistemas**



6.3.2. Sistema Imunana - Laranjal

Sedes Municipais: Niterói, São Gonçalo e Itaboraí.

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-I		3
População urbana das sedes (2010)		1.701.973
Índice ponderado de atendimento atual (%)		89,0
População urbana futura das sedes (2030)		2.154.313
Demandas (l/s)	Atual - 2010	7.658,63
	Futura - 2030	12.172,16
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		5.500,00
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		25,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	0,0
	Insuficientes	100,00
	Parcialmente suficientes	0,0

- Abrangência dos Sistemas**



6.3.3. Região Metropolitana do Rio de Janeiro

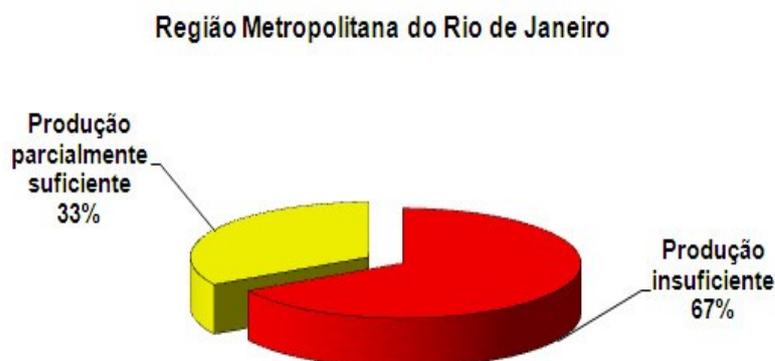
Sedes Municipais da RH-II: Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi e Rio de Janeiro (17,3%).

Sedes Municipais da RH-V: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belfordo Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Maricá, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro (82,7%).

- Dados operacionais**

Nº de sedes municipais na RH-I		19
População urbana das sedes (2010)		11.427.349
Índice ponderado de atendimento atual (%)		90,0
População urbana futura das sedes (2030)		14.013.767
Demandas (l/s)	Atual - 2010	58.338,59
	Futura - 2030	80.238,10
Vazão dos sistemas de produção (l/s)		55.305,80
Perdas físicas na produção e distribuição (%)		39,0
Capacidades dos sistemas de produção (%)	Suficiente	0,0
	Insuficientes	67,0
	Parcialmente suficientes	33,0

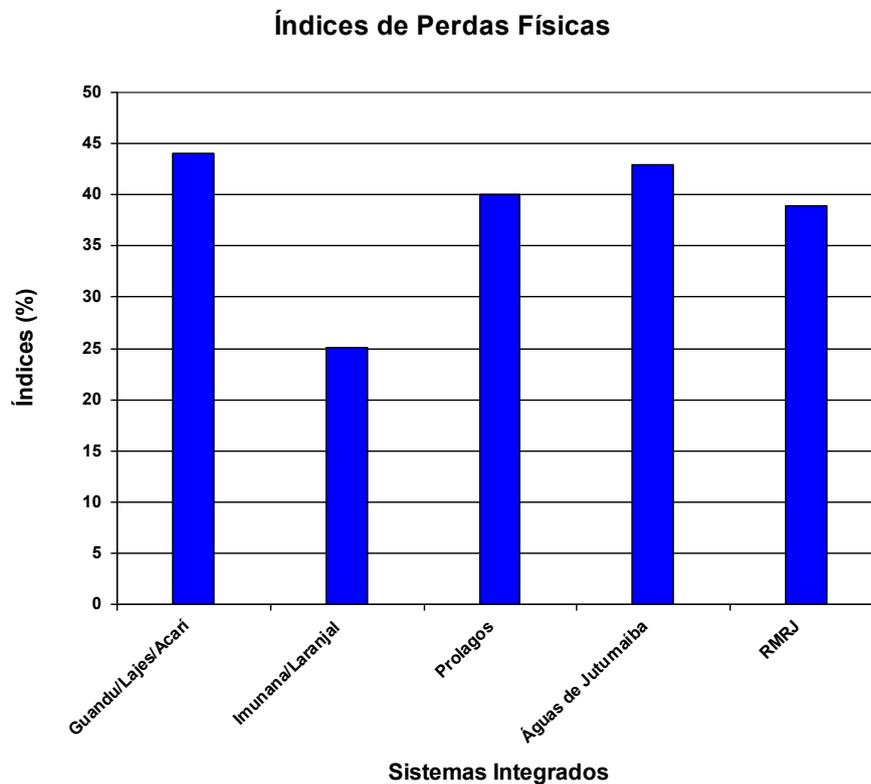
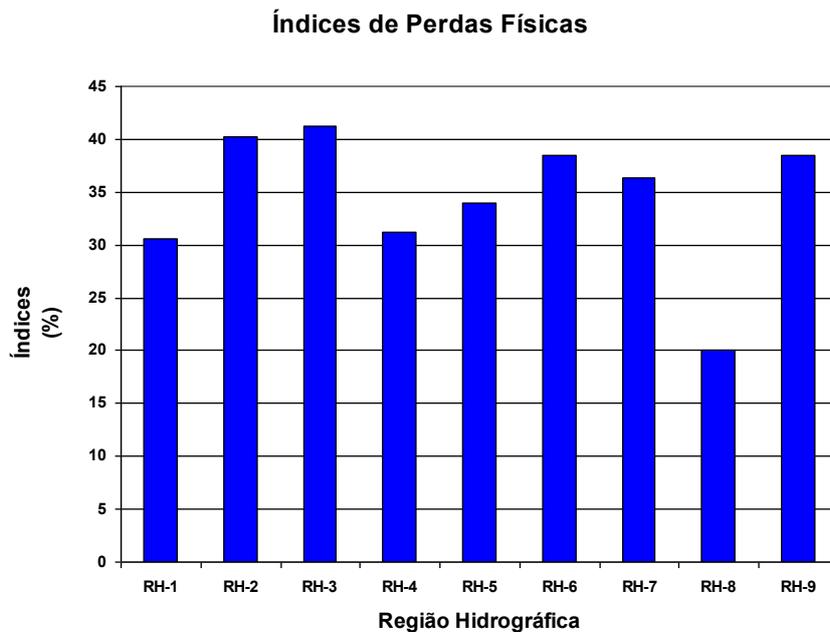
- Abrangência dos Sistemas**



6.4. Índices de Abrangência e Eficiência por Região Hidrográfica e por Sistemas Integrado

- Índices de Perdas Físicas

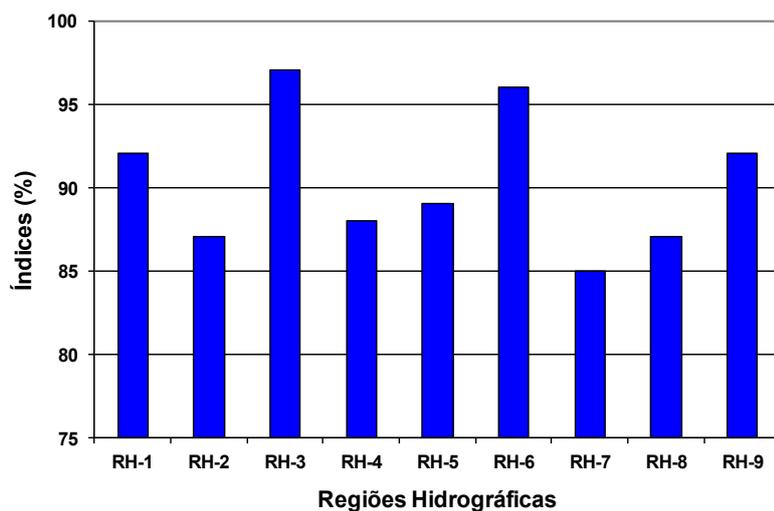
As figuras apresentadas a seguir mostram os índices de perdas físicas por Região Hidrográfica e por Sistema Integrado.



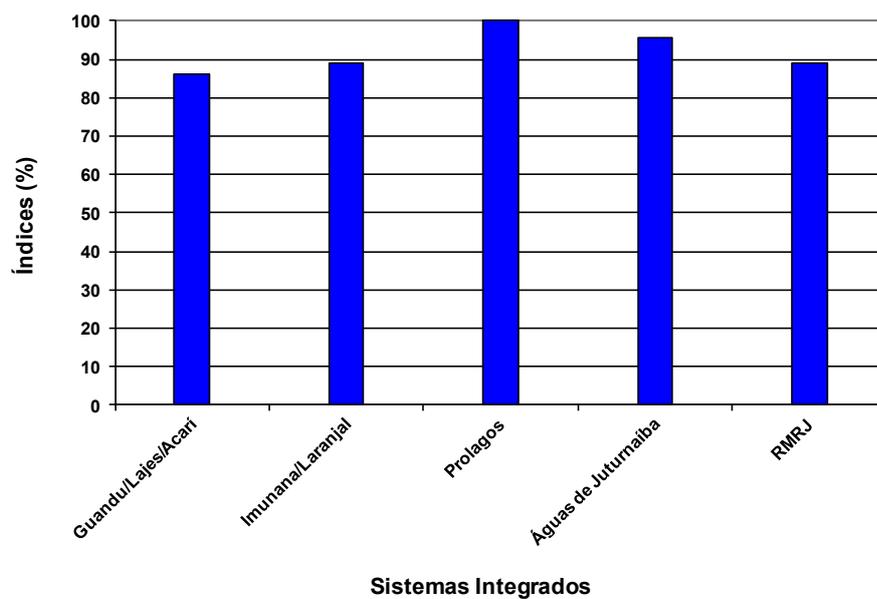
- **Índices de Atendimento**

As figuras apresentadas a seguir mostram os índices de atendimento em abastecimento de água por Região Hidrográfica e por Sistema Integrado.

Índice de Atendimento



Índice Atendimento



- **Resumo:**
 - Índice Médio Ponderado de Atendimento da População Urbana das Sedes Municipais no ERJ = 89,25%
 - Índice Médio Ponderado de Atendimento da População Urbana das Sedes Municipais no Sistema Guandu/Lajes/Acarí = 89,35%
 - Índice Médio Ponderado de Atendimento da População Urbana das Sedes Municipais na RMERJ = 88,89%
 - Índice Médio Ponderado de Atendimento da População Urbana das Sedes Municipais nos Sistemas Integrados = 89,63%

6.5. Abrangência e Eficiência dos Sistemas de Abastecimento de Água nas Regiões Hidrográficas

A figura 6.5.1 mostra a média da eficiência e do atendimento dos sistemas de abastecimento de água nas regiões hidrográficas do Estado.

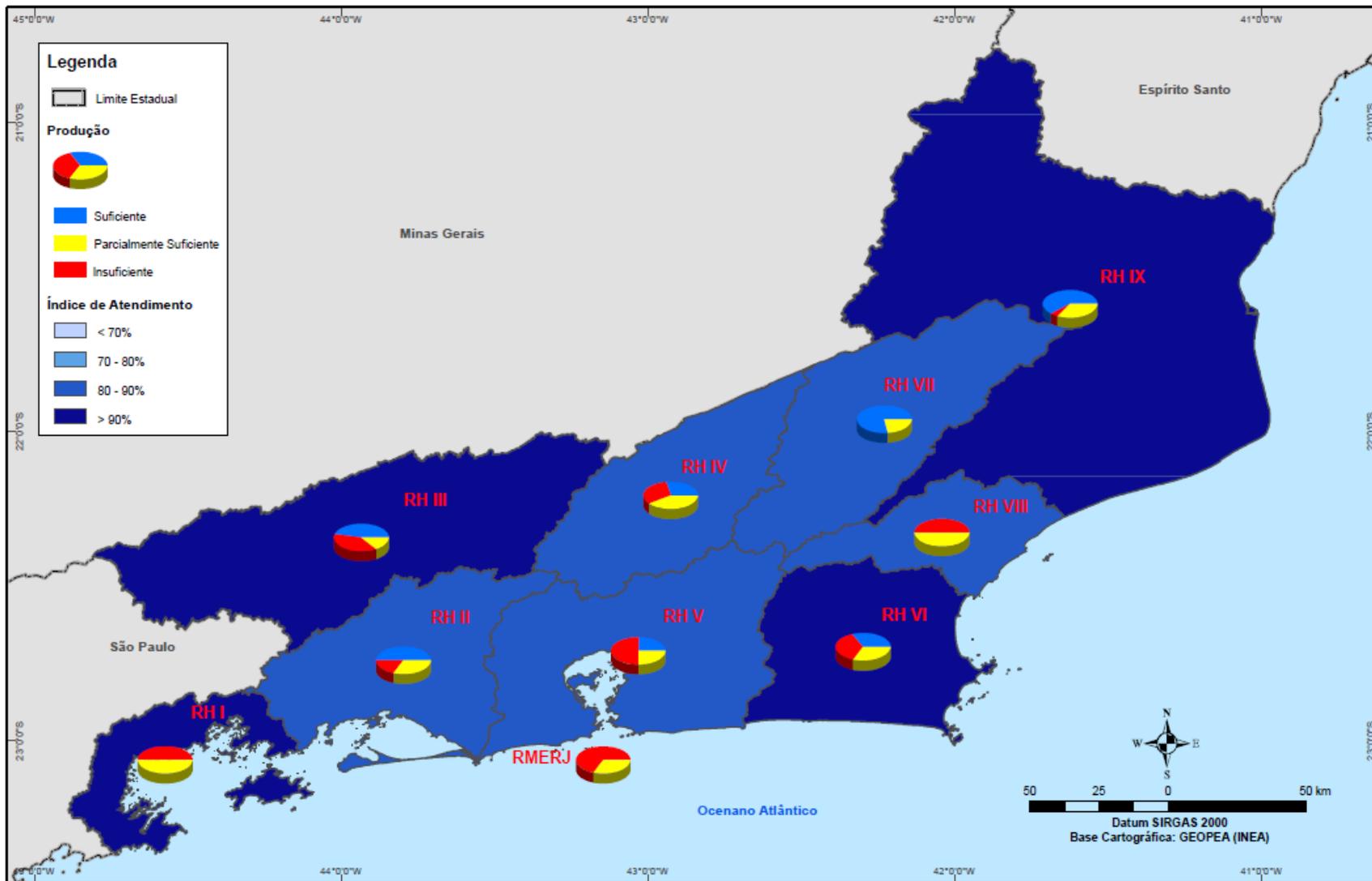


Figura 6.5.1 – Eficiência e níveis de atendimento em abastecimento de água nas Regiões Hidrográficas

7. IMPACTOS DE NOVAS TRANSPOSIÇÕES NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

7.1. Introdução

A bacia do rio Paraíba do Sul é de grande importância econômica e social, haja vista os decretos e portarias do Governo Federal que regulamentam o uso dos seus recursos hídricos com o objetivo de atender às necessidades de geração de energia elétrica, o abastecimento d'água das cidades ao longo do seu curso e as demais demandas hídricas, inclusive o controle de cheias como mais um aspecto dentro dos múltiplos usos da água que deve ser considerado no planejamento e operação dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia.

Além disso, a bacia possui um sistema complexo de aproveitamentos, compreendendo usinas com reservatório de acumulação, usinas a fio d'água, usinas elevatórias, bem como um sistema para transposição de águas com o objetivo original de geração de energia elétrica, mas que garante o abastecimento de grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (Sistema Guandu).

Nesse contexto, convém registrar que o rio Paraíba do Sul é responsável diretamente pelo abastecimento de água de 11,3 milhões de habitantes, o que corresponde a aproximadamente 63% da população urbana fluminense, assim como, sustenta parcela expressiva da atividade econômica do estado do Rio de Janeiro.

Na realidade, por se constituir em praticamente o único manancial, a bacia do rio Paraíba do Sul é de fundamental importância, especialmente, para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), tornando o estado completamente dependente das águas dessa bacia hidrográfica, cujos limites envolvem, além do Estado Rio de Janeiro, os Estados de São Paulo e Minas Gerais.

Assim, o objetivo deste documento é apresentar algumas questões relevantes relacionadas à transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, bem como, os possíveis impactos dos diversos arranjos alternativos em estudo envolvendo transposições da bacia do rio Paraíba do Sul para a Macrometrópole Paulista.

Nesse sentido, é oportuno registrar que o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, em elaboração pela empresa Cobrape para o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), desde 2008, apresenta 12 arranjos alternativos envolvendo transposições entre bacias hidrográficas. Em seis desses arranjos são contempladas alternativas de transposições da bacia do rio Paraíba do Sul para a Região Metropolitana de São Paulo. A tabela 7.1.1 apresenta os 12 arranjos alternativos estudados pela Cobrape¹.

Entre as questões relevantes a serem consideradas no âmbito do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro destacam-se:

¹Cobrape. Elaboração do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista. RI 2 – Relatório Intermediário 2, janeiro de 2010.

- A influência das regras operativas das usinas hidrelétricas na garantia de disponibilidade hídrica para o Estado, com ênfase na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).
- Os conflitos potenciais pelos usos dos recursos hídricos decorrentes dos arranjos alternativos de transposições da bacia do rio Paraíba do Sul para a Macrometrópole Paulista que podem impactar na disponibilidade hídrica da bacia do rio Paraíba do Sul, limitando o desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro.
- As ações governamentais e de gestão dos recursos hídricos necessárias para assegurar a disponibilidade hídrica nos trechos fluminenses da bacia do rio Paraíba do Sul compatíveis com o desenvolvimento futuro do estado do Rio de Janeiro.

Nos itens seguintes é apresentada a base de dados e de informações utilizadas nas análises realizadas, os aspectos históricos e legais, a avaliação das regras operativas dos reservatórios e a análise das disponibilidades hídricas considerando os arranjos alternativos de transposição para a Macrometrópole Paulista em estudo, além das conclusões e recomendações dos estudos realizados.

Desta forma, será possível obter um arcabouço técnico consistente, necessário em negociações futuras nos fóruns competentes de recursos hídricos e de política governamental, visando garantir os recursos hídricos necessários ao desenvolvimento futuro do estado do Rio de Janeiro.

Tabela 7.1.1 - Arranjos Alternativos de Transposição de vazões para a Macrometrópole Paulista (Fonte: Cobrape/DAEE (2010)).

Regiões	Alternativa	Arranjo 1	Arranjo 1-A	Arranjo 2	Arranjo 3	Arranjo 4	Arranjo 5	Arranjo 5-A	Arranjo 6	Arranjo 7	Arranjo 8	Arranjo 9	Arranjo 10	Arranjo 11	Arranjo 12
		Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê	Ribeira de Iguape (Variante São Lourencinho -Mambu); PCJ; Alto Tietê	Médio Tietê/Alto Paranapanema; PCJ; Ribeira de Iguape; Alto Tietê	Médio Tietê/Alto Paranapanema; PCJ; Vertente Marítima	Médio Tietê/Alto Paranapanema; PCJ	Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ	Ribeira de Iguape (Variante São Lourencinho -Mambu); PCJ	Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Vertente Marítima; Médio Tietê; Alto Tietê	Paraíba do Sul; Vertente Marítima; Médio Tietê/Alto Paranapanema	Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Médio Tietê; Alto Tietê	Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Médio Tietê	Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; PCJ	Paraíba do Sul; Médio Tietê/Alto Paranapanema	Médio Tietê/Alto Paranapanema; PCJ; Ribeira de Iguape; Alto Tietê (sem Guarapiranga)
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Itatinga – Itapanhaú				4,90				4,90	4,90					
	Braço Pequeno Billings	2,20	2,20	2,20					2,20		2,20				2,20
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (São Lourenço / Juquiá)	São Lourencinho - Mambu		15,00					19,00							
	Alto Juquiá	15,00						19,00							
	São Lourenço			4,70					4,70		4,70	4,70	4,70		4,70
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Jaguari-Atibainha								5,00	5,00	11,00	10,00	11,50	5,00	
	Guararema - Biritiba											4,00	4,00	5,00	
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	Barragem Junduvira	0,80	0,80	0,80			0,80	0,80							0,80
	Barragem Campo Limpo	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20							1,20
	Barragem Pirai	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33					1,33		1,33
	Barragem Duas Pontes	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84							2,84
	Barragem Pedreira	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92							3,92
	Barragem Capivari-Mirim	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32					0,32	0,32
Bacias Hidrográficas do Médio Tietê (Sorocaba / Sarapu) e do Alto Paranapanema	Jurumirim – Sorocaba			6,50	7,00	13,00				5,00				6,50	20,00
	Sarapu – Sorocaba			4,00	4,00	4,00			2,00	4,00	4,00	2,00		4,00	4,00
Total (m³/s)		27,61	27,61	27,81	25,51	26,61	29,41	29,41	18,80	18,90	21,90	20,70	21,85	20,50	41,31

7.2. Base de Dados e de Informações

Na análise das questões relevantes relacionadas à transposição das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu, bem como às questões relativas às transposições do rio Paraíba do Sul para a Macrometrópole Paulista, foram utilizadas informações e dados obtidos em diversas entidades públicas e privadas relacionadas à gestão dos recursos hídricos dessas bacias hidrográficas.

Assim sendo, para obtenção de dados e informações necessárias houve, inicialmente, articulação do Instituto Estadual do Ambiente (Inea) do estado do Rio de Janeiro com a Agência Nacional de Águas (ANA), o Operador Nacional do Sistema Elétrico Interligado Nacional (ONS), o Comitê para Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul (Ceivap) e o Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.

A articulação realizada pelo Inea propiciou a realização de algumas reuniões técnicas e a obtenção de diversos estudos específicos e, conseqüentemente, dados e informações fundamentais para realização da análise aqui apresentada. Entre os estudos obtidos destacam-se os seguintes:

- Avaliação dos Impactos de Novas Transposições de Vazão no Rio Paraíba do Sul, R6: Modelagem dos Sistemas de Transposições, versão 03, elaborado pela empresa PSR para a Agevap, Rio de Janeiro, fevereiro de 2013.
- Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais na Bacia do rio Paraíba do Sul, Relatório Final, Rev. 2, Elaborado pela empresa Hicon – Engenharia de Recursos Hídricos para o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Rio de Janeiro, fevereiro de 2012.
- Estudos de Consistência e Reconstituição de Séries de Vazões Naturais na Bacia do rio Paraíba do Sul, Relatório Final, Rev. 3, Elaborado pela empresa Hicon – Engenharia de Recursos Hídricos para o ONS, Rio de Janeiro, março de 2012.
- Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos, RE 3/0105/2012, Revisão 1, Elaborado pelo ONS, Rio de Janeiro, 2012.
- Plano Anual de Prevenção de Cheias, Ciclo 2011/2012, RE 3/186/201, Revisão 1, Elaborado pelo ONS, Rio de Janeiro, 2011.
- Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Relatório Intermediário RI-2, Janeiro de 2010, Elaborado pela empresa Cobrape, para o DAEE, São Paulo, janeiro de 2010.
- Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Relatório Intermediário RI-1, Relatório Síntese, Setembro de 2009, Elaborado pela empresa Cobrape, para o DAEE, São Paulo, setembro de 2009.
- Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Relatório Intermediário RI-1, TOMO I, Julho de 2009, Elaborado pela empresa Cobrape, para o DAEE, São Paulo, setembro de 2009.
- Plano Estratégico de Recursos Hídricos das bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, Relatório Final, Elaborado pela empresa Sondotécnica para a Agência Nacional de Águas (ANA), com participação do Comitê Guandu, Rio de Janeiro, 2006.

Ressalta-se, ainda, que outros dados e informações foram obtidos através de contato direto com as entidades e órgãos gestores de recursos hídricos, em trabalhos técnicos e em consultas às páginas eletrônicas das principais entidades públicas e privadas relacionadas ao tema em análise.

7.3. Aspectos Históricos e Legais

O rio Paraíba do Sul tem longo histórico de intervenções governamentais, cuja meta sempre foi a utilização racional dos recursos hídricos. As primeiras ações voltadas para a gestão da bacia hidrográfica desse rio começaram no estado de São Paulo. O Serviço de Melhoramentos do Vale do Paraíba constituiu uma iniciativa pioneira no ano de 1939 que pretendia integrar vários usos da água no trecho paulista do rio Paraíba do Sul. Por motivos diversos, contudo, a iniciativa não prosperou.

Outra ação ocorreu, em 1950, com a criação do Serviço do Vale do Paraíba, órgão subordinado ao Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). Ao contrário da primeira, essa segunda experiência foi bem sucedida e resultou, por exemplo, nos estudos para a construção de barragens reguladoras situadas na cabeceira da bacia do rio Paraíba do Sul.

Por outro lado, a primeira tentativa da União para institucionalizar sistemas de planejamento integrado de recursos hídricos ocorreu com a criação, em 1939, do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), que não conseguiu, porém, estabelecer uma estrutura de gestão das bacias hidrográficas e foi extinto em 1969. Novo esforço foi envidado pela União mediante o Decreto nº 63.794/68, que criou a Comissão do Vale do Paraíba (COVAP), pouco antes da extinção do CNAEE.

Essa segunda tentativa também fracassou em face dos entraves institucionais surgidos entre órgãos e entidades do estado de São Paulo e da União.

Em decorrência dessas dificuldades, a União, por meio do Decreto nº 68.324/71, criou a Comissão do Plano de Regularização do Rio Paraíba do Sul e estabeleceu um plano de obras para esse fim, fixando a derivação máxima na usina elevatória de Santa Cecília em 160 m³/s, sujeita à manutenção de uma vazão mínima para jusante de 90 m³/s. Esse valor foi estimado em razão da não aprovação do projeto da usina de Caraguatatuba, no estado de São Paulo, que previa uma transposição de 50 m³/s da bacia do rio Paraíba para a vertente atlântica.

Em datas mais recentes, avanços jurídicos relevantes foram dados pela área de recursos hídricos e foram responsáveis por grandes transformações institucionais, como:

- A instituição do Comitê para integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), por meio do Decreto nº 1.842, de 22 de março de 1996.
- A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a partir da promulgação da Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a “Lei das Águas”.
- A criação, pela Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, da ANA, entidade federal responsável pela implementação e coordenação da Política e do Sistema Nacional de Gerenciamento.
- O reconhecimento e qualificação pelo Decreto Estadual 31.178, de 03 de abril de 2002, do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim.

Focando no aproveitamento das águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu para a geração de energia elétrica, destaca-se que sua autorização foi concedida à Light Serviços de Eletricidade S.A. por meio de vários instrumentos legais, entre os quais:

- Decreto-Lei nº 7.542, de 11/05/1945, que autorizou a derivação das águas do ribeirão Vigário, do rio Pirai e do rio Paraíba do Sul (até o limite de 160m³/s) para utilizá-las na ampliação da usina de Ribeirão das Lajes.
- Decreto nº 18.588, de 11/05/1945, modificado pelo Decreto nº 20.657, de 26/02/1946, confirmado pelo Decreto nº 68.324, de 09/03/1971, que dispõe sobre o mesmo tema.

Além disso, o Decreto nº 68.324, de 09/03/1971 atribuiu ao DNAEE a incumbência de propor as normas de operação dos reservatórios integrantes do plano de regularização, ouvidos os governos dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Como resultado dessa ação foi editada a Portaria DNAEE nº 022, em 24/02/1977, estabelecendo as regras de operação da cascata de reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul até o reservatório de Santa Cecília.

Essas regras visavam assegurar uma afluência ao reservatório de Santa Cecília compatível com a derivação para o Complexo Hidrelétrico de Lajes e com a restrição de defluência mínima para jusante de 90 m³/s. É oportuno salientar que essa portaria prevê que, em períodos hidrológicamente desfavoráveis, a afluência a Santa Cecília pode ser reduzida de 250 m³/s para 190 m³/s, mantida a restrição mínima para jusante, de 90 m³/s.

Ao longo do tempo essa operação foi agregando novas regras sobre condições hidrológicas extremas, bem como de ordem ambiental, originando o Decreto nº 81.436/78, que estabelece que, sob condições hidrológicas de afluências críticas, o DNAEE poderá, a seu critério, arbitrar uma defluência mínima em Santa Cecília de até 71 m³/s.

A origem desse valor resulta das simulações realizadas na época com séries históricas de vazões médias mensais que indicaram que somente com a demanda de 231 m³/s era possível haver o atendimento em 100% do tempo. O valor de 71 m³/s, decorre, assim, da subtração de 231 m³/s dos 160 m³/s previstos para serem desviados para o Complexo Hidroelétrico de Lajes.

Assim, nessas condições, o bombeamento de águas do rio Paraíba do Sul na Usina Elevatória de Santa Cecília para o sistema do Complexo Hidrelétrico de Lajes fica limitado a 119 m³/s. Enquanto que a vazão mínima instantânea estabelecida a jusante da UHE Pereira Passos, na bacia do rio Guandu, é de 120 m³/s, correspondendo a disponibilidade hídrica para atender todos os usuários desta bacia, inclusive a Estação de Tratamento de Água do Guandu.

É importante registrar que a ANA, em 2003, como novo órgão gestor dos recursos hídricos, desde 2000, assumindo o lugar do DNAEE, estabeleceu a Resolução nº 211, de 26/05/2003, em substituição à Portaria DNAEE nº 022.

Além disso, durante a estiagem crítica de 2003 e tendo em vista o nível crítico de armazenamento dos reservatórios regularizadores das vazões do rio Paraíba do Sul, que indicavam a possibilidade de racionamento, inclusive, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, a ANA estabeleceu a Resolução nº 282, de 04/08/2003 e a Resolução nº 408, de 18/11/2003, que reduziram, inicialmente, a vazão afluente à barragem de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, de forma gradativa, de 190 m³/s para 160 m³/s.

Esses dispositivos normativos tiveram como resultados a redução de 20 m³/s para o trecho imediatamente à jusante de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, e de 10 m³/s na derivação para o Complexo de Lajes, na Usina Elevatória de Santa Cecília e trecho do rio Guandu a jusante da UHE Pereira Passos. Este arranjo resultou em 51 m³/s como defluência mínima em Santa Cecília para o trecho de jusante do rio Paraíba do Sul e 109

m³/s como a vazão de bombeamento para o Complexo de Lajes e para atender os usuários de recursos hídricos na bacia do Guandu.

A redução dessas vazões, associada às ações, bem sucedidas, de racionalização do uso da água e de redução da poluição, contou com a participação da ANA, ONS, Ceivap, Serla, Cedae, DAEE, Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim, Comitê do Paraíba do Sul Trecho Paulista, as entidades reguladoras dos recursos hídricos dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, algumas prefeituras municipais, empresas de geração de energia e de abastecimento de água e os usuários de recursos hídricos. As medidas adotadas permitiram a recuperação gradativa do armazenamento dos reservatórios da cabeceira do Paraíba do Sul e evitaram a implementação de medidas de racionamento para o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). Posteriormente, devido também ao aumento dos índices pluviométricos, a recuperação dos reservatórios foi consolidada, conforme mostra a figura 7.3.1.

Com a recuperação dos níveis dos reservatórios localizados na cabeceira do rio Paraíba do Sul, a ANA emitiu a Resolução 465, de 20/09/2004, restabelecendo as disposições da Resolução nº 211, de 26/05/2003, que apresenta, entre outras, as seguintes disposições:

- Estabelecimento da descarga mínima instantânea defluente da UHE Pereira Passos igual a 120 m³/s.
- Limite mínimo igual a 119 m³/s para a vazão média de bombeamento em Santa Cecília.
- Vazão mínima instantânea de 71 m³/s para o trecho do rio Paraíba do Sul imediatamente à jusante de Santa Cecília.

Cumpram-se ressaltar que os demais dispositivos da Resolução 465, de 20/09/2004, são similares aos da antiga Portaria DNAEE nº 022, de 24/02/1977.

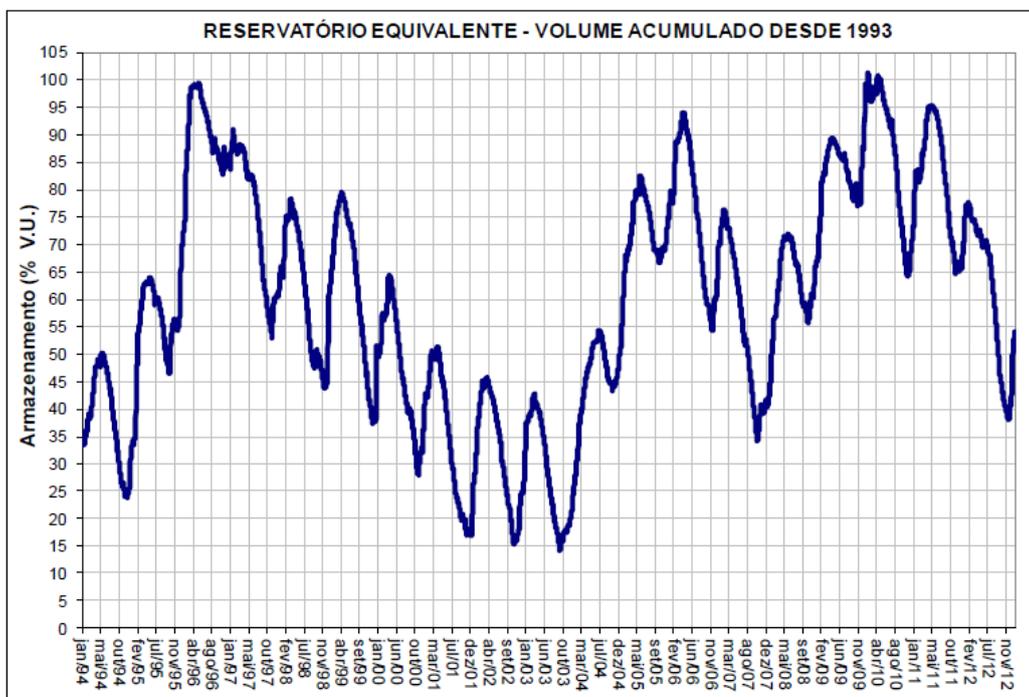


Figura 7.3.1 - Reservatório Equivalente da Bacia do Paraíba do Sul

7.4. Análise da Influência das Regras Operativas das Usinas Hidrelétricas

É oportuno ressaltar que, com o passar dos anos, os dados operativos das usinas da bacia do rio Paraíba do Sul, constantes nos arquivos do Operador Nacional do Sistema Interligado Nacional (ONS), mostram uma redução do valor da garantia de demanda hídrica para a transposição das águas do rio Paraíba do Sul visando à geração de energia no Complexo Hidrelétrico de Lajes e ao atendimento dos demais usos dos recursos hídricos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, bem como para o trecho a jusante de Santa Cecília.

Nesse sentido, a demanda de 231 m³/s, outrora com garantia de 100%, atualmente corresponde ao atendimento em cerca de 70% do tempo, considerando os valores das vazões médias diárias afluentes à Usina Elevatória (UEL) de Santa Cecília, conforme os dados operativos do ONS, referente ao período de 01/01/1980 a 31/01/2011, como mostra a tabela de permanência de vazões médias diárias afluentes a UEL Santa Cecília, apresentada na tabela 7.4.1.

Tabela 7.4.1 - Permanência de Vazões Médias Diárias Afluentes UEL de Santa Cecília-Período 1980 a 2011

Permanência (%)	Vazões (m ³ /s)	Permanência (%)	Vazões (m ³ /s)
0,10	950	45	262
0,33	913	50	256
1	749	55	250
2	682	60	245
5	571	65	240
10	456	70	234
15	391	75	228
20	340	80	222
25	310	85	216
30	290	90	206
35	278	95	196
40	268	100	146

Por outro lado, a vazão diária mínima afluente a UEL Santa Cecília de 190 m³/s prevista nas regras operacionais vigentes corresponde ao atendimento de aproximadamente 96% do tempo, como se pode inferir também da tabela 7.4.1.

Ressalta-se que na definição da tabela de permanência de vazões apresentada não foram consideradas as vazões médias diárias referentes ao período de 04 de agosto de 2003 a 19 de setembro de 2004, correspondente ao período com validade das Resoluções ANA nº 282/2003, nº 408/2003 e nº 98/2004, emitidas especialmente para o período da estiagem crítica de 2003 e também para propiciar a recuperação dos níveis dos reservatórios regularizadores das vazões diárias da bacia do rio Paraíba do Sul.

A consideração do período de 01/01/1980 a 31/01/2011 para definição da tabela de permanência de vazões médias diárias afluentes justifica-se pelas regras operativas similares estabelecidas desde a Portaria DNAEE nº 22, de 14/02/1977 e do Decreto nº 81.436, de 09/03/1978 até na Resolução ANA Nº 465, de 2009/2004, como se observa na tabela 7.4.1.

**Tabela – 7.4.2 - Resumo das Regras Operativas
Sistema Hidráulico da Bacia do Rio Paraíba do Sul²**

Regulamentação das condições de operação do sistema hidráulico da bacia do rio Paraíba do Sul anterior à ANA								
Instrumento	Data	Descarga (m ³ /s)						
		Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília		Pereira Passos
						Bombeamento	Jusante	
Decreto nº 68.324	09/03/1971	-	-	-	-	160 (máx)	90 (min)	-
Portaria DNAEE nº 22	14/02/1977	30 (min)	40 (min)	10 (min)	80 (min)	100 (min)	90 (min)	-
Decreto nº 81.436	09/03/1978	-	-	-	-	-	71 ¹ (min)	-

Resoluções ANA das condições de operação do sistema hidráulico da bacia do rio Paraíba do Sul								
Resoluções	Data	Descargas Mínimas (m ³ /s)						
		Paraibuna	Santa Branca	Jaguari	Funil	Santa Cecília		Pereira Passos
						Bombeamento	Jusante	
211	26/05/2003	30	40	10	80	119	71 ¹ (instantânea)	120 instantânea
282	04/08/2003	-	-	-	-	Suspensão temp. ²	Suspensão temp. ²	Suspensão temp. ²
408	18/11/2003	-	-	-	-	³	³	-
98	02/03/2004	-	34 (temp)	7 (temp)	-	-	-	-
465 ⁴	20/09/2004	30	40	10	80	119	71 (instantânea)	120 instantânea

Notas:

1 – O Decreto nº 81.436/78 reduziu a vazão mínima a jusante de Santa Cecília para 71 m³/s quando em decorrência de condições hidrológicas adversas.

2 – A Resolução 282/2003 reduziu a vazão mínima em Santa Cecília de 190 (119+71) para 160 m³/s, suspendendo temporariamente os valores para bombeamento, jusante e em Pereira Passos.

3 – A Resolução 408/2003 permitiu a redução do valor de 160 m³/s em Santa Cecília, sempre que se usar o reservatório de Lajes para complementar à necessidade da ETA do Guandu.

4 – A Resolução 465/2004 revogou as resoluções 282/2003, 408/2003 e 98/2004, restabelecendo as condições preconizadas na Resolução 211/2003

Portanto, a vazão mínima afluente a UEL de Santa Cecília decorrente da aplicação das regras operativas previstas na Resolução ANA Nº 465, de 20 de setembro de 2004, correspondente a 190 m³/s, referente, para as condições atuais de usos consuntivos na bacia do rio Paraíba do Sul, ao valor de permanência de 96% do tempo. Ou seja, atualmente, em 4% do tempo não é atendida a condição mínima de vazão estabelecida na regra operativa vigente.

Na Resolução ANA Nº 465/2004, também é estabelecida a vazão mínima defluente instantânea da UHE Pereira Passos igual 120 m³/s, para atender aos usuários dos recursos hídricos localizados na bacia do rio Guandu e na RMRJ. Esta vazão corresponde à permanência de 98% do tempo, conforme apresentado no Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim, elaborado por Sondotécnica/ANA, concluído em 2006.

Entretanto, ressalta-se que em períodos de estiagem crítica e de manutenção das bombas da UEL de Santa Cecília esta vazão é complementada com a liberação de vazão adicional do Reservatório de Lajes, que por este aspecto é considerado estratégico para o atendimento da vazão demandada para a RMRJ.

A bacia hidrográfica do ribeirão das Lajes que drena naturalmente para o reservatório da barragem de Lajes é pequena, aproximadamente 305 km², enquanto que o volume útil atual do reservatório é de 445,3 hm³. A vazão natural média de longo termo afluente ao reservatório é da ordem de 5,5 m³/s. Assim, destaca-se que a solução para aumentar as aflúncias ao reservatório, garantindo o engolimento máximo das turbinas da UHE de Fontes Velha em 17 m³/s, foi a construção, em 1913, da barragem de Tocos e a

²Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul, ANA, v.7, n.08, ago. 2012

implantação de seu reservatório, no rio Pirai, no município de Rio Claro, associado à construção de um túnel que pode derivar cerca de 25 m³/s para o reservatório de Lajes.

Assim sendo, atualmente, o reservatório de Lajes regulariza uma vazão em torno de 16,5 m³/s, dos quais 5,5 m³/s são encaminhados, via calha da Cedae, às duas adutoras de Lajes. Os 11 m³/s restantes ficam armazenados no reservatório e são usados tanto na geração de energia elétrica como para atendimento aos demais usuários durante os períodos de manutenção ou de paralisação do conjunto de bombas da UEL de Santa Cecília e também por questões de poluição acidental na calha do rio Paraíba do Sul, e até mesmo em situações emergenciais de estresse hídrico, como ocorreu na estiagem de 2003.

Cabe registrar ainda que, segundo informações do Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos – Revisão 1 de 2012, elaborado pelo ONS, há uma previsão operacional para a reserva estratégica para o abastecimento, no caso de paralisação excepcional do bombeamento da Usina Elevatória Santa Cecília, correspondendo a cerca de 18% do volume útil com capacidade para atender às necessidades mínimas de 5,5 m³/s da calha da Cedae e adutoras de Lajes, derivados através da UHE de Fontes e de 120 m³/s derivados para o rio Guandu por meio das máquinas da UHE Nilo Peçanha. O tempo estimado para o esgotamento dessa reserva é da ordem de 8 dias.

Para entender melhor essa reserva estratégica, cumpre ressaltar alguns detalhes da operação do reservatório de Lajes. Dessa forma, em condições normais, a operação do reservatório consiste em turbinar: (i) a vazão de 5,5 m³/s para atender à calha da Cedae; (ii) a vazão necessária para complementar a vazão bombeada na Usina Elevatória de Santa Cecília, visando atender à defluência mínima da UHE Pereira Passos para o rio Guandu; (iii) a vazão adicional que venha a ser definida pelo Programa Mensal da Operação do ONS, para atender aos requisitos energéticos ou para controle do nível d'água do reservatório no caso de vazões afluentes elevadas, principalmente, nos períodos de cheia.

No item seguinte, é apresentada uma análise da influência dos arranjos alternativos de transposição hídrica previstas no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Cobrape/DAEE, janeiro/2010, na disponibilidade hídrica mínima necessária para o desenvolvimento do estado do Rio de Janeiro, com ênfase na RMRJ.

7.5. Análise dos Impactos para o Estado do Rio de Janeiro decorrentes dos Arranjos Alternativos de Transposição para a Macrometrópole Paulista

A empresa PSR realizou estudos de modelagem hidrológico-hidráulica para a Agevap com o objetivo de relacionar o comportamento do corpo hídrico, a demanda pelos diversos usuários e a qualidade da água, de forma a contemplar o cenário atual e os cenários futuros, nos horizontes de 2025 e 2035, uma vez que são previstas novas transposições na bacia³.

Com base nesse estudo buscou-se demonstrar, nesse item, que os arranjos alternativos de transposições de vazão da bacia do Paraíba do Sul para a Macroetrópole Paulista

³ “Avaliação dos Impactos de Novas Transposições de Vazão no Rio Paraíba do Sul, R6: Modelagem dos Sistemas de Transposições, versão 03, PSR/Agevap, fevereiro/2013”.

poderão comprometer a disponibilidade hídrica mínima necessária para o desenvolvimento socioeconômico do estado do Rio de Janeiro.

Em resumo, o relatório da PSR/Agevap (2013) tratou, principalmente, dos seguintes aspectos:

- Análise da disponibilidade hídrica de forma quantitativa através de modelagem hidrológico-hidráulica para os cenários de 2010, 2025 e 2035, em três locais da bacia do rio Paraíba do Sul, ou seja, no trecho paulista em Jacareí; nos trechos fluminenses junto a captação em Santa Cecília e próximo à cidade de Campos dos Goytacazes. Assim, considerando os seis arranjos alternativos envolvendo as transposições da bacia do rio Paraíba do Sul para a Macrometrópole Paulista, são apresentados na tabela 7.5.1 os resultados obtidos para o local da captação em Santa Cecília.
- Análise da disponibilidade hídrica qualitativa, através de modelagem hidrodinâmica, indicando locais críticos em relação à qualidade da água, para as condições atuais, tanto no trecho paulista quanto no fluminense do rio Paraíba do Sul, sem considerar os arranjos alternativos de transposição para a Macrometrópole Paulista. Ressalta-se que as avaliações finais de qualidade da água, considerando os arranjos alternativos de transposição, serão apresentadas apenas no relatório final PSR/Agevap, não disponível à época da elaboração desse relatório.
- Estimativa de perda energética, para o cenário de 2035, que podem variar, em termos percentuais, de 2,43% a 4,17%, totalizando perdas financeiras entre 10 a 20 milhões de reais anuais para as geradoras de energia elétrica. Ressalta-se que essas avaliações consideraram apenas as usinas hidrelétricas acima 30 MW situadas na bacia do Paraíba do Sul, não levando em conta possíveis perdas nas usinas hidrelétricas do Complexo Hidrelétrico de Lajes, na bacia do ribeirão de Lajes/Guandu.

Tabela 7.5.1 - Arranjos alternativos de transposições de vazão para a Macrometrópole Paulista (referência: Cobrape/DAEE, jan/2010)

Regiões	Alternativas	Vazões Transpostas (m ³ /s)					
		Arranjo 6	Arranjo 7	Arranjo 8	Arranjo 9	Arranjo 10	Arranjo 11
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Itatinga – Itapanhaú	4,90	4,90				
	Braço Pequeno Billings	2,20		2,20			
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira do Iguape (São Lourenço/Juquiá)	Alto Juquiá						
	São Lourenço – Mambu						
	São Lourenço	4,70		4,70	4,70	4,70	
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Jaguarí – Atibainha	5,00	5,00	11,00	10,00	11,50	5,00
	Guararema - Biritiba				4,00	4,00	5,00
Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	Barragem Jundiuvira						
	Barragem Campo Limpo						
	Barragem Pirai					1,33	
	Barragem Duas Pontes						
	Barragem Pedreira						
	Barragem Capivari Mirim					0,32	
Bacias do Médio Tietê (Sorocaba, Sarapuí) e Alto Paranapanema	Jurumirim - Sorocaba		5,00				6,50
	Sarapuí - Sorocaba	2,00	4,00	4,00	2,00		4,00
Total		18,80	18,90	21,90	20,70	21,85	20,50

Analisando com mais detalhes as disponibilidades hídricas quantitativas resultantes das simulações apresentadas no relatório PSR/Agevap (2013) e focando nos resultados obtidos junto à captação em Santa Cecília, foi elaborada a tabela 7.5.2.

É oportuno destacar que a captação em Santa Cecília é o local principal para análise das simulações considerando os arranjos alternativos das transposições para Macrometrópole Paulista para a avaliação das disponibilidades hídricas mínimas para o estado do Rio de Janeiro, pois, neste local, são derivadas as demandas hídricas para geração nas usinas hidrelétrica do Complexo de Lajes e para o abastecimento de aproximadamente 72% da população da RMRJ, aproximadamente 8,3 milhões de habitantes, bem como para o atendimento das cidades e atividades econômicas situadas ao longo do vale do rio Paraíba do Sul.

Observa-se na tabela 7.5.2 que, para cenário de 2035 e a condição de 95% de permanência, os impactos são relevantes em relação à disponibilidade hídrica junto à captação na Usina Elevatória (UEL) de Santa Cecília. Neste cenário, as reduções de vazão considerando os seis arranjos alternativos para a Macrometrópole Paulista quando comparados à situação sem transposição, variam de cerca de 10 m³/s a 30 m³/s, o que representa reduções variando de 8% a 24%.

Tabela 7.5.2 - Disponibilidades hídricas junto à captação da UEL Santa Cecília, considerando os seis arranjos alternativos de transposição para a Macrometrópole Paulista, cenários 2010, 2025 e 2035

Cenário	Arranjos Alternativos	Vazão de Permanência (m ³ /s)		Diferença entre Vazão Permanência 95% cada Arranjo e A0	
		95%	100%	(m ³ /s)	(%)
2010	A0	214,06	74,89	-	-
	A6 & A7	206,81	69,89	-7,25	-3,39
	A8	197,01	63,88	-17,05	-7,97
	A9	185,56	60,88	-28,50	-13,31
	A10	183,75	59,38	-30,31	-14,16
	A11	198,65	64,89	-15,41	-7,20
2025	A0	207,28	70,37	-	-
	A6 & A7	197,62	65,37	-9,66	-7,11
	A8	182,32	59,37	-24,63	-15,63
	A9	178,75	56,37	-28,53	-19,89
	A10	176,56	54,87	-30,72	-22,03
	A11	188,22	60,37	-19,06	-14,21
2035	A0	201,19	66,17	-	-
	A6 & A7	191,24	61,17	-9,95	-7,56
	A8	177,75	55,17	-23,44	-16,62
	A9	173,07	52,17	-28,12	-21,16
	A10	171,33	50,67	-29,86	-23,42
	A11	178,81	56,17	-22,38	-15,11

Obs.: A alternativa A0 não considera transposição no rio Paraíba do Sul

7.6. Conclusões e Recomendações

A análise realizada com base nas referências citadas, envolvendo arranjos alternativos de transposição de vazões da bacia do rio Paraíba do Sul para a Macrometrópole Paulista, ensejam algumas conclusões e recomendações.

Inicialmente, deve ser destacado que os estudos citados, elaborados pela Cobrape/DAEE (2010) e PSR/Agevap (2013), não são estudos apresentados em suas versões finais e não consolidam todos os aspectos referentes aos arranjos alternativos de transposição de vazão para a Macrometrópole Paulista.

Entretanto, isto não invalida a análise realizada no âmbito do PERHI, tendo em vista a importância estratégica das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para o desenvolvimento socioeconômico do estado do Rio de Janeiro.

Cabe ressaltar que ao longo do tempo as regras operacionais dos reservatórios da bacia do rio Paraíba do Sul têm incorporado condições hidrológicas extremas, bem como, de ordem ambiental, com reflexo nos dados operativos das usinas, indicando uma redução do valor da garantia da oferta hídrica para a geração de energia no Complexo Hidrelétrico de Lajes e para o atendimento dos demais usos dos recursos hídricos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e do trecho a jusante de Santa Cecília.

É oportuno citar que o estresse hídrico observado em 2003, que ameaçou o abastecimento da RMRJ, é um exemplo recente que deve ser considerado como um alerta para o estado do Rio de Janeiro, pois novas transposições certamente irão aumentar os riscos de recrudescimento de eventos similares ou até mesmo mais críticos, conforme indicam os estudos realizados.

Nesse contexto, entre as conclusões possíveis e mais relevantes, destacam-se:

- 1) A redução na disponibilidade hídrica atual na captação da UEL Santa Cecília devido aos arranjos alternativos para abastecer a Macrometrópole Paulista variam,

para o cenário de 2035, de 10 m³/s a 30 m³/s, representando uma diminuição percentual da vazão de 8% a 24%.

- 2) Qualquer alternativa de transposição para a Macrometrópole Paulista, mantida as mesmas regras operativas para o atendimento do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul/Lajes, ou seja, garantir a vazão mínima de 190 m³/s em Santa Cecília irá restringir a margem de operação do volume de espera para o controle de cheias na bacia do rio Paraíba do Sul.
- 3) É possível inferir que os riscos e as incertezas para o atendimento da vazão mínima requerida em Santa Cecília ou para o controle de cheias no rio Paraíba do Sul deverão aumentar na proporção da magnitude da vazão derivada pelas transposições a montante.
- 4) As perdas enérgicas para o mesmo cenário correspondem, em termos percentuais, na redução de 2,43% a 4,17% e, em termos financeiros, na perda de 10 a 20 milhões de reais anuais para as geradoras de energia elétrica, dependendo da alternativa, sem considerar as possíveis perdas energéticas nas usinas hidrelétricas do Complexo Hidrelétrico de Lajes, na bacia do ribeirão Lajes/Guandu.
- 5) Os períodos de estresse hídrico no rio Paraíba do Sul tenderão a ocorrer em maior frequência, caso os arranjos alternativos para abastecer a Macrometrópole Paulista sejam implantados, comprometendo os usos na própria bacia e na RMRJ.
- 6) As simulações de qualidade da água do rio Paraíba do Sul, realizadas pela PSR, demonstram que o quadro se agrava em situações de estiagem (baixas vazões), mesmo sem novas transposições. Os trechos próximos a São José dos Campos e Barra do Pirai, nessas condições, apresentam situações críticas de circulação de água, baixa velocidade e piora significativa na qualidade da água. Cenários de vazões ainda mais restritivas tenderão a agravar o quadro diagnosticado.

O conteúdo principal das conclusões apresentadas, ou seja, os impactos de retiradas hídricas à montante da UEL Santa Cecília, através de obras de transposições entre bacias hidrografias para abastecer a Macrometrópole Paulista, ensejam algumas recomendações, a saber:

- 1) Reavaliar as principais conclusões após a emissão final dos relatórios:
 - Avaliação dos Impactos de Novas Transposições de Vazão no Rio Paraíba do Sul, PSR/Agevap.
 - Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, Cobrape/DAEE-SP.
- 2) Realização de estudos abrangentes, com participação da ANA e ONS, visando avaliar, para cada alternativa de transposição, a magnitude da influência nas regras operativas e os respectivos impactos em relação à disponibilidade hídrica mínima necessária para dar suporte ao desenvolvimento socioeconômico do Estado do Rio de Janeiro, bem como, os aspectos relacionados à qualidade da água do rio Paraíba do Sul. Em novos estudos deverão ser considerados cenários além de 2035, tendo em vista a inexistência de alternativas de abastecimento, economicamente viáveis, para atendimento das necessidades hídricas do Estado. Vale lembrar que o rio Paraíba do Sul é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 8,3 milhões de habitantes da RMRJ, assim como, sustenta parcela expressiva da atividade econômica do estado do Rio de Janeiro
- 3) Criação de um fórum de discussão dos governos dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, com participação da ANA, objetivando articular políticas proativas tendo

em vista soluções do tipo “ganha-ganha”. Ou seja, o exame de um amplo leque de alternativas de abastecimento que atendam as demandas atuais e futuras da Macrometrópole Paulista sem comprometer o desenvolvimento socioeconômico do estado do Rio de Janeiro. Conforme apresentado nos estudos da Cobrape/DAEE (2010), apresentado na tabela 7.1 desse relatório, existem vários arranjos alternativos de transposição para o aumento da oferta hídrica da Macrometrópole Paulista, enquanto que o estado do Rio de Janeiro depende substantivamente das águas da bacia do rio Paraíba do Sul para o seu desenvolvimento socioeconômico. Traduzindo em números, o rio Paraíba do Sul abastece 11,3 milhões de cidadãos fluminenses, o que corresponde a aproximadamente 63% da população urbana total do Estado.

- 4) É premente o planejamento de ações de racionalização de usos da água, redução da poluição dos rios Paraíba do Sul e Guandu, assim como, redução de perdas nos sistemas de abastecimento público, como única maneira eficaz de garantir a disponibilidade hídrica quali-quantitativa no longo prazo. Os estudos apresentados no capítulo 6, desse relatório, demonstram que a redução das atuais perdas físicas de água para 30%, apenas no Sistema Guandu até o ano de 2030, permitirá uma economia de aproximadamente 6 m³/s de água, equivalente ao abastecimento de uma população de 1 milhão de habitantes.

8. DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

8.1. Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos

Constata-se que até 2010, segundo informações da Secretaria Estadual do Ambiente, a quase totalidade dos 92 municípios do estado do Rio de Janeiro não dispunha de quaisquer instalações minimamente adequadas à disposição dos resíduos sólidos urbanos. Até pouco tempo o Estado abrigava o maior lixão da América Latina (lixão Jardim Gramacho), localizado às margens da Baía de Guanabara, desativado em 2012.

Visando reverter tal quadro e em atendimento à Lei Federal 12.305, de 02/8/2010, o governo estadual promulgou o Decreto nº 42.930, de 18 de abril de 2011, criando o “Programa Estadual Pacto pelo Saneamento”. Esse Programa é integrado prioritariamente pelo subprograma “RIO+LIMPO” que tem como meta elevar para 80% o índice de atendimento do esgotamento sanitário do Estado até 2018 e o subprograma “LIXÃO ZERO”, tendo como metas a erradicação do uso dos lixões no território estadual até 2014 e remediação até 2016.

As ações envolvidas compreendem o aprimoramento ou ampliação dos serviços de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos, inclusive coleta seletiva, transbordo, triagem e destinação final do lixo, remediação dos lixões, redução e valorização de resíduos.

Como fonte de recursos para a implementação do Programa, o subprograma “LIXÃO ZERO” conta com recursos financeiros a fundo perdido no montante mínimo de 10% do orçamento anual do Fecam, além de outras dotações previstas no orçamento geral do estado.

Somando-se a esses recursos, o Decreto 42.930/11 criou a ação de “Compra de Lixo Tratado” que consiste no repasse de recursos do Estado para os municípios, desde que vinculados à adoção de soluções ambientalmente adequadas de destinação dos resíduos sólidos como, por exemplo, aterros sanitários ou unidades de geração de energia, preferencialmente de forma consorciada. Esses repasses, de montante proporcional à quantidade de resíduos adequadamente dispostos ficam, todavia, limitados a um período não superior a 5 anos.

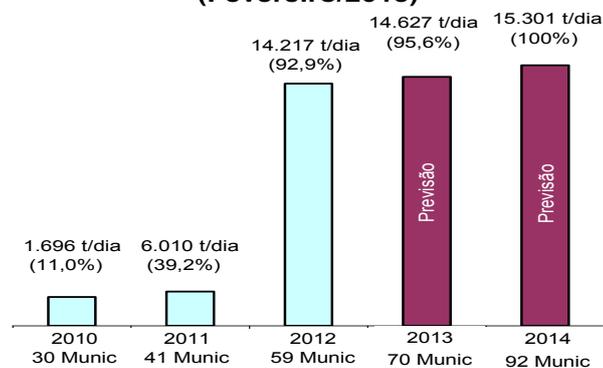
Outra forma de incentivo à eliminação dos lixões foi dada pelo Decreto 41.844, de 4/5/2009 que estabelece definições para a alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS Ecológico ou ICMS Verde como é mais conhecido.

Além dessas providências de incentivo ao adequado manejo do lixo urbano municipal o governo estadual promulgou o Decreto nº 43.153, de 25/08/2011, que dispõe sobre a participação do estado do Rio de Janeiro nos consórcios públicos de direito público para a gestão associada e integrada de resíduos sólidos, visando sua sustentabilidade.

Munida do arcabouço jurídico-institucional acima mencionado e contando com o eventual apoio do Ministério Público Estadual, a SEA e os governos municipais vêm buscando alternativas para a gestão associada dos resíduos sólidos através de negociações e montagens de arranjos intermunicipais para a instalação de aterros sanitários de âmbito regional.

Vale mencionar que no arranjo regionalizado, o município que se dispuser a sediar em seu território o aterro sanitário fica beneficiado com o repasse de um maior quinhão do ICMS Verde. O gráfico abaixo mostra a meta de erradicação dos lixões até o final de 2014.

**DISPOSIÇÃO ADEQUADA DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
(Fevereiro/2013)**



Fonte: SEA

A estruturação dos arranjos intermunicipais na forma de consórcios ou associações não se constitui em tarefa trivial, pois envolve, fundamentalmente, a busca de consenso entre administrações municipais onde nem sempre os interesses envolvidos são convergentes.

Como se constata, a expectativa é que em futuro muito próximo, a má disposição dos resíduos sólidos urbanos deixará de ser um dos itens contribuintes para a degradação ambiental e dos recursos hídricos do estado.

As tabelas 8.1.1 a 8.1.9 a seguir, apresentam, por município e região hidrográfica, dentre outras informações, a configuração atual e os cenários futuros da disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Cabe observar que as soluções indicadas podem ser alteradas.

**Tabela 8.1.1 - Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-I Baía da Ilha Grande**

Município	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Angra dos Reis	135,53	Aterro Sanitário situado em Angra dos reis	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	Lixão remediado
Mangaratiba	22,83	Aterro Sanitário Privado situado em Seropédica	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	Projeto de remediação do lixão em andamento pela Prefeitura
Total	173,49				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.2 - Destinação dos Resíduos sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-II Guandu**

Município	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Itaguaí	83,91	Aterro Sanitário Privado situado em Seropédica	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	-
Mangaratiba	22,83	Aterro Sanitário Privado situado em Seropédica	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	-
Rio de Janeiro	7.993,79	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	-
Seropédica	55,63	Aterro Sanitário em Seropédica	Aterro Sanitário Privado em Seropédica	Inativo	-
Engenheiro Paulo de Frontin	6,67	Lixão de Engenheiro Paulo de Frontin	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Ainda ativo	Consórcio Centro Sul Fluminense I.
Japeri	72,45	Lixão de Japeri	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Ainda ativo	
Mendes	9,90	Lixão de Mendes	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Ativo	

Município	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Paracambi	31,03	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Remediado	Consórcio Centro Sul Fluminense I
Queimados	104,65	Aterro Sanitário controlado em Paracambi	Aterro Sanitário Consorciado em Paracambi	Não Existe	
Rio Claro	9,64	Aterro Sanitário de Pirai (Público)	Aterro privado de Barra Mansa	Inativo	
Pirai	14,70	Aterro Sanitário de Pirai (Público)	Aterro Sanitário de Pirai (Público)	Inativo	-
Total	8.405,20				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.3 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-III - Médio Paraíba do Sul**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Barra do Piraí	71,62	Vazadouro	Aterro Sanitário em Barra Mansa	Ativo	Integra o Consórcio Vale do Café (60%) e o Consórcio Sul Fluminense I (40%)
Barra Mansa	148,21	Lixão em Barra Mansa	Aterro Sanitário Privado em Barra Mansa	Inativo	Integra o Consórcio Sul Fluminense I
Comendador Levy Gasparian	4,10	Lixão de Comendador Levy Gasparian	1a Fase - A. Sanitário de Sapucaia e 2a Fase - A. Sanitário Cons. em Três Rios	Ativo	Integra o Consórcio Serrana II
Itatiaia	17,62	Vazadouro em recuperação em Resende	Aterro Sanitário Consorciado em Resende ou Aterro Sanitário de Barra Mansa	Inativo	Integrao Consórcio Sul Fluminense II
Miguel Pereira	13,85	Lixão de Miguel Pereira	Aterro Sanitário de Miguel Pereira	Ativo	-
Paraíba do Sul	26,95	Lixão de Paraíba do Sul	1a Fase - A. Sanitário de Sapucaia 2a Fase - A. Sanitário Cons. em Três Rios	Ativo	Integra o Consórcio Serrana II

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Paty do Alferes	14,74	Lixão Municipal	Aterro Sanitário de Miguel Pereira	Ativo	
Pinheiral	12,68	Aterro Sanitário de Pirai (Público)	A. Sanitário privado em Barra Mansa	Inativo	Integra o Consórcio Sul Fluminense I
Porto Real	9,36	Vazadouro em recuperação Resende	Aterro Sanitário Consorciado em Resende ou Aterro Sanitário de Barra Mansa	sem lixão	Integra o Consórcio Sul Fluminense II
Quatis	6,52	Lixão de Quatis		Ativo	Integra o Consórcio Sul Fluminense II
Resende	91,75	Vazadouro em recuperação em Resende		Inativo	Integra o Consórcio Sul Fluminense II
Rio das Flores	4,32	Lixão Municipal	Aterro Sanitário Consorciado em Vassouras	Ativo	Integrará o Consórcio Vale do Café
Três Rios	54,64	Lixão de Três Rios	1ª Fase - A. Sanitário de Sapucaia 2ª Fase - A. Sanitário Cons. em Três Rios	Ativo	Integra o Consórcio Serrana II
Valença	50,80	Lixão de Quirino	Aterro Sanitário Consorciado em Vassouras	Inativo	Integrará o Consórcio Vale do Café

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Vassouras	20,91	Vazadouro com operação concomitante	Aterro Sanitário em Vassouras	Remediado	Integrará o Consórcio Vale do Café
Volta Redonda	215,46	Lixão de Volta Redonda	Aterro Sanitário em Barra Mansa.	Inativo	Integra o Consórcio Sul Fluminense I
Total	763,53				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.4 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-IV – Piabanha**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Areal	5,79	Lixão de Três Rios	1ª Fase - A. Sanitário de Sapucaia 2ª Fase - A. Sanitário Cons. em Três Rios	Inativo	Integra o Consórcio Serrana II
Carmo	9,71	Aterro Sanitário de Teresópolis (Público)	Aterro Sanitário Consorciado em Teresópolis	Inativo	Integra o Consórcio Serrana I
Petrópolis	269,08	Vazadouro em recuperação com operação concomitante (Pedro do Rio).	1ª Fase - A. Sanitário de Sapucaia 2ª Fase - A. Sanitário Cons. em Três Rios	Inativo	Integra o Consórcio Serrana II
São José do Vale do Rio Preto	11,19	Aterro Sanitário de Teresópolis (Público)	Aterro Sanitário Consorciado em Teresópolis	Inativo	Integra o Consórcio Serrana I
Sapucaia	9,65	Aterro Sanitário de Sapucaia	1ª Fase - Aterro Sanitário de Sapucaia (exceto Petrópolis) 2ª Fase - Aterro Sanitário Consorciado em Três Rios	Inativo	Integra o Consórcio Serrana II
Sumidouro	7,50	Aterro Sanitário de Teresópolis (Público)	Aterro Sanitário Consorciado em Teresópolis	Inativo	Integra o Consórcio Serrana I
Teresópolis	126,34	Aterro Sanitário de Teresópolis (Público)	Aterro Sanitário Consorciado em Teresópolis	Fisher: Inativo Granja: Ativo	Integra o Consórcio Serrana I
Total	439,26				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.5 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-V - Baía de Guanabara**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Belford Roxo	425,47	Aterro Sanitário Particular	Aterro Sanitário Privado	Inativo	--
Cachoeiras de Macacu	36,20	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Ativo	-
Duque de Caxias	863,01	Aterro Sanitário de Seropédica	Aterro Sanitário privado em Belfort Roxo	Inativo	-
Guapimirim	34,35	Lixão Municipal (Parada Modelo)	Alternativas: Magé ou Itaboraí	Inativo	-
Itaboraí	183,56	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Inativo	-
Magé	191,22	Vazadouro em recuperação com operação concomitante	Aterro Sanitário em Mage	Ativo	-
Maricá	107,58	Lixão de Caixito e Lixão de Itapeba	Aterro Sanitário Privado em Itaboraí	Inativos	-
Mesquita	120,41	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Sem lixão	-
Nilópolis	118,40	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Sem lixão	-

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Niterói	441,10	Vazadouro Morro do Céu e Aterro Sanitário em Itaboraí	A. Sanitário de Niterói Morro do Céu 2 e Aterro. Sanitário Privado em Itaboraí	Morro do Céu Ativo e morro do bumba Inativo	-
Nova Iguaçu	743,54	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Aterro Sanitário Privado Nova Iguaçu	Remediado	-
Rio Bonito	36,51	Lixão de Rio Bonito	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Ativo	-
São Gonçalo	1.010,78	Vazadouro de Itaoca	Aterro Sanitário em São Gonçalo	Inativo	-
São João de Meriti	414,31	Aterro Sanitário de Seropédica	Aterro Sanitário de Nova Iguaçu	Sem lixão	-
Tanguá	17,16	Lixão de Tanguá	Aterro Sanitário Privado Itaboraí	Inativo	
Total	4.743,60				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.6 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-VI - Lagos e São João**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Araruama	88,51	Lixão de Araruama	Aterro Sanitário Consorciado de Saquarema -	Ativo	Integram o Consórcio Lagos I
Saquarema	60,40	Lixão de Saquarema		Ativo	
Arraial do Cabo	19,07	Aterro Sanitário de Dois Arcos (Privado) em São Pedro da Aldeia	Aterro Sanitário de Dois Arcos (Privado) em São Pedro da Aldeia	Inativo	Integram o Consórcio Lagos II
Armação dos Búzios	20,05	Aterro Sanitário de Dois Arcos (Privado) em São Pedro da Aldeia		Ativo	
Cabo Frio	185,20			Ativo	
Casimiro de Abreu	20,18			Inativo	
Iguaba Grande	13,22			Inativo	
São Pedro da Aldeia	71,26	Inativo			
Silva Jardim	11,75	Aterro Sanitário de Dois Arcos (Privado) em São Pedro da Aldeia	Aterro Sanitário Consorciado de Saquarema -	Inativo	Integra o Consórcio Lagos I
Total	489,64				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013

**Tabela 8.1.7 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-VII - Rio Dois Rios**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Bom Jardim	14,12	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense
Cantagalo	10,90	Aterro Sanitário Municipal de pequeno porte	Coprocessamento	Inativo	-
Cordeiro	11,32	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense
Duas Barras	5,50	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense
Macuco	2,65	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense
Nova Friburgo	154,95	Vazadouro em recuperação e operação concomitante	Aterro Sanitário Público de Nova Friburgo	Ativo	-
Santa Maria Madalena	5,15	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense
São Fidélis	24,83	Lixão de São Fidélis	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
São Sebastião do Alto	4,48	Aterro Sanitário Municipal de pequeno porte	Usina de Reciclagem e Compostagem	Inativo	-
Total	233,90				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.8 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-VIII - Macaé e Rio das Ostras**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Macaé	171,34	Aterro Sanitário Municipal (Fazenda São João dos 40)	Aterro Sanitário Municipal (Fazenda São João dos 40)	Inativo	-
Rio das Ostras	89,90	Aterro Sanitário Rio das Ostras (Privado)	Aterro Sanitário Rio das Ostras (Privado)	Inativo	-
Total	261,24				

Fonte: SEA, Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

**Tabela 8.1.9 - Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado
RH-IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana**

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Aperibé	5,22	Lixão de Santo Antônio de Pádua	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Inativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
Cambucí	7,42	Lixão de Cambucí	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Ativo	
Campos dos Goytacazes	422,28	Aterro Sanitário Privado em Campos	Aterro Sanitário Privado em Campos	Inativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense II
Carapebus	6,91	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Quissamã e em S. Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Norte Fluminense I
Cardoso Moreira	6,27	Lixão de Cardoso Moreira	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
Conceição de Macabu	11,79	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Quissamã e em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Norte Fluminense I
Italva	7,08	Lixão de Italva	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Ativo	Integrantes do Consórcio Noroeste Fluminense
Itaocara	12,59	Lixão de Santo Antônio de Pádua	Aterro Sanitário em São Fidélis	Inativo	
Itaperuna	72,59	Lixão de Itaperuna	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Laje do Muriaé	3,72	Lixão de Laje do Muriaé	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	Integrantes do Consórcio Noroeste Fluminense
Miracema	14,74	Lixão de Miracema	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Inativo	
Natividade	7,54	Lixão de Natividade	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	
Prociúncula	9,87	Lixão de Porciúncula	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	
Quissamã	11,5	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Quissamã e em Santa Maria Madalena	Sem lixão	Integra o Consórcio Norte Fluminense I
Santo Antônio de Pádua	26,49	Lixão de Santo Antônio de Pádua	Aterro Sanitário Consorciado em São Fidélis	Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
São Francisco de Itabapoana	24,46	Lixão de São Francisco de Itabapoana	Aterro Sanitário de Campos	Inativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense II
São João da Barra	18,30	Lixão de São João da Barra	Aterro Sanitário de Campos	Inativo	
São José de Ubá	3,53	Lixão de São José de Ubá	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
Trajano de Moraes	5,15	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Aterro Sanitário Privado em Santa Maria Madalena	Inativo	Integra o Consórcio Centro Fluminense

Municípios	Geração de RSU (t/dia)	Destino Anterior (ou atual)	Destino Futuro	Situação do Lixão	Observações
Bom Jesus do Itabapoana	21,33	Lixão de Bom Jesus do Itabapoana	Aterro Sanitário Consorciado em Itaperuna	Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
Varre-Sai	2,89	Lixão de Varre-Sai		Ativo	Integra o Consórcio Noroeste Fluminense
Total	703,61				

Fonte: SEA. Posição da destinação dos resíduos sólidos no estado. Cenário em janeiro/2013.

8.2. Sistemas de Esgotamento Sanitário

8.2.1. Introdução

O Diagnóstico dos sistemas de esgotamento sanitário existentes é apresentado por Região Hidrográfica, contendo os principais parâmetros operacionais dos sistemas, visando fornecer uma visão geral da situação do esgotamento sanitário das sedes municipais, destacando a Região Metropolitana.

Apresenta, resumidamente, as seguintes informações:

- Populações urbanas das sedes municipais, populações desprovidas de atendimento por redes de esgotamento sanitário e índices de atendimento das populações servidas por rede coletora com ou sem tratamento. Os índices utilizados foram obtidos nas tabelas do SNIS/2010, pela relação de municípios cadastrados no ICMS ecológico, pelas informações constantes da publicação denominada “Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro/2010” e complementados com informações prestadas pelas concessionárias de serviços de água e esgotos (Cedae, Águas de Juturnaíba, Prolagos, Rio Águas e Águas de Niterói).
- Vazões de esgotos gerados pelos sistemas atuais e futuros, calculadas no âmbito deste Plano;
- Situação atual da eficiência no atendimento dos sistemas existentes, indicando:
 - Percentual da população desprovida de rede coletora;
 - Percentual da população atendida por rede coletora e tratamento dos esgotos,
 - Percentual da população atendida por rede coletora, sem tratamento dos esgotos.
- Gráficos ilustrativos da eficiência dos sistemas por Região Hidrográfica e RMERJ;
- Figura apresentando os níveis de atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário por Regiões Hidrográficas.
- Localização das principais Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários.

O desenho a seguir apresenta a planta do estado do Rio de Janeiro com a localização por coordenadas das Estações de Tratamento de Esgotos existentes.

8.2.2. Sistemas existentes de esgotamento sanitário

8.2.2.1. RH-I Baía da Ilha Grande

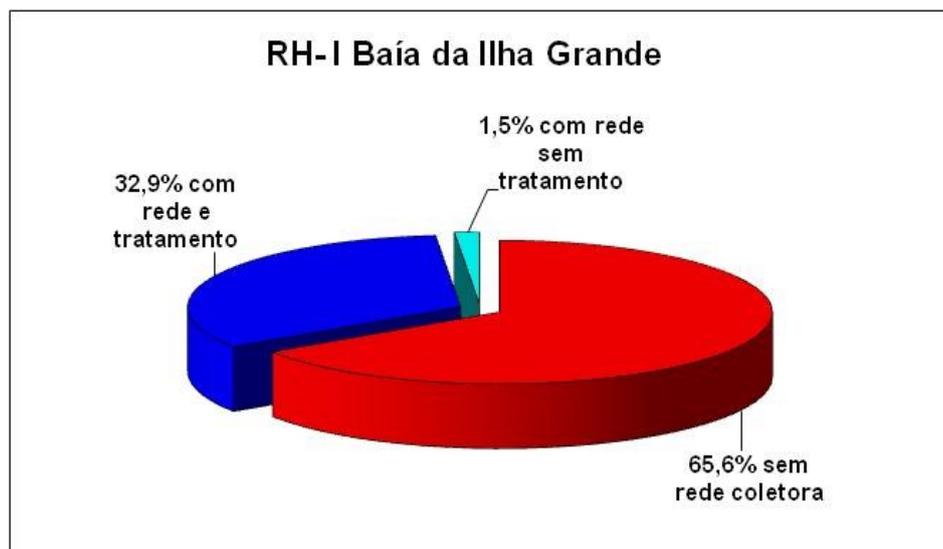
Sedes Municipais: Paraty e Angra dos Reis.

- Dados operacionais**

Nº de Municípios		2
População urbana das sedes municipais		90.761
População sem atendimento por rede coletora (%)		65,6
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		1,5
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		32,9
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	67,38
	Futura – 2030	351,17

Nota: A cidade de Paraty não dispõe de sistema de esgotamento sanitário.

- Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.2. RH-II Guandu

Sedes Municipais: Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri, Paracambi, Mendes, Piraí, Rio Claro, Barra do Piraí (50%) e Rio de Janeiro (17,3%).

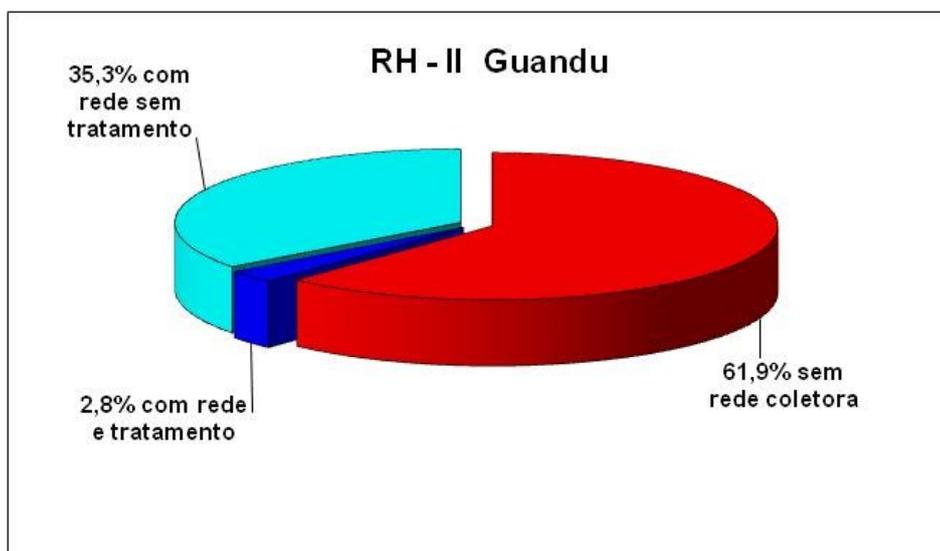
- **Dados operacionais**

Nº de Municípios	12	
População urbana das sedes municipais	1.929.689	
População sem atendimento por rede coletora (%)	61,9	
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)	35,3	
População atendida por rede coletora com tratamento (%)	2,8	
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	1.647,89
	Futura – 2030	5.047,63

Notas:

1. O Rio de Janeiro possui 17,3% da população urbana na RH – I e 82,7% na RH-V.
2. Barra do Piraí possui 50% da população urbana na RH-II e 50% na RH-III.
3. As cidades de Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes e Japeri não dispõem de redes coletoras.

- **Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.3. RH-III Médio Paraíba do Sul

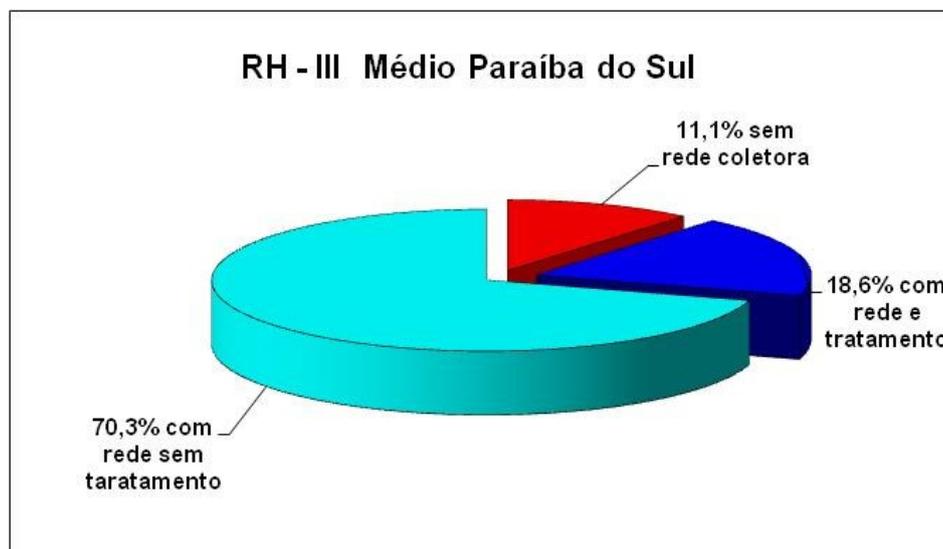
Sedes Municipais: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian, Barra do Piraí (50%), Miguel Pereira, Vassouras, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios.

- Dados operacionais**

Nº de Municípios		16
População urbana das sedes municipais		824.221
População sem atendimento por rede coletora (%)		11,1
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		70,3
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		18,6
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	1.689,03
	Futura – 2030	2.208,99

Nota: Barra do Piraí possui 50% da população urbana na RH-II e 50% na RH-III.

- Abrangência dos Sistemas**



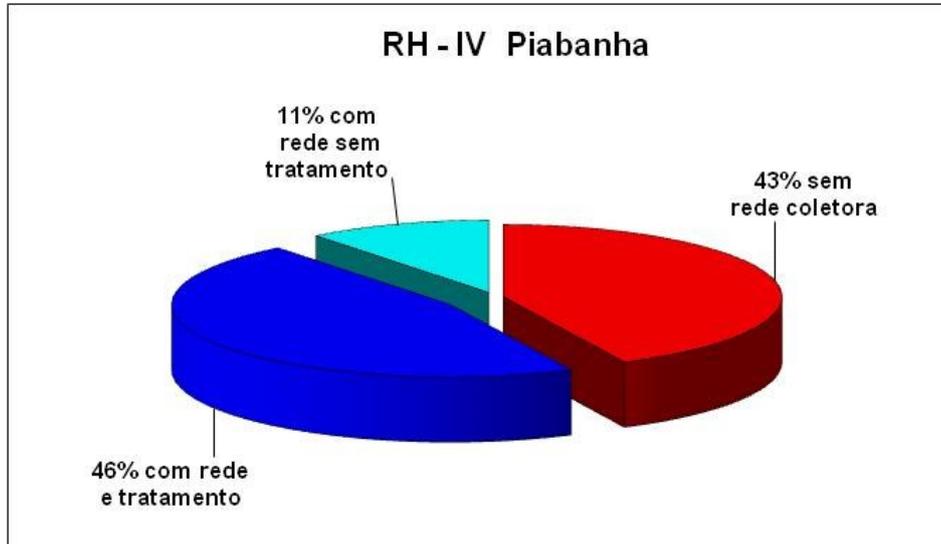
8.2.2.4.RH-IV Piabanha

Sedes Municipais: Areal, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro, Carmo, Sapucaia e Petrópolis.

- Dados operacionais**

Nº de Municípios		7
População urbana das sedes municipais		360.807
População sem atendimento por rede coletora (%)		42,9
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		10,6
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		46,5
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	481,89
	Futura – 2030	1.009,98

- Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.5. RH-V Baía de Guanabara

Sedes Municipais: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro (82,7%).

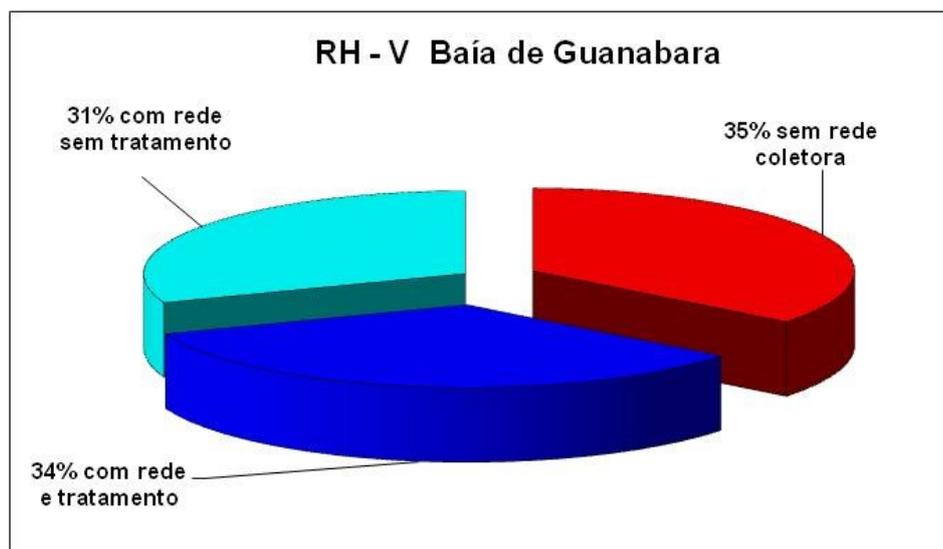
- Dados operacionais**

Nº de Municípios		16
População urbana das sedes municipais		10.047.803
População sem atendimento por rede coletora (%)		35,6
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		30,7
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		33,7
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	19.090,36
	Futura – 2030	34.658,46

Notas:

1. A cidade de Guapimirim não dispõe de rede coletora de esgotos.
2. O Rio de Janeiro possui 82,7% da população urbana na RH – V e 17,3% na RH-II.

- Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.6 RH-VI Lagos São João

Sedes Municipais: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo, Rio das Ostras (30%) e Casemiro de Abreu.

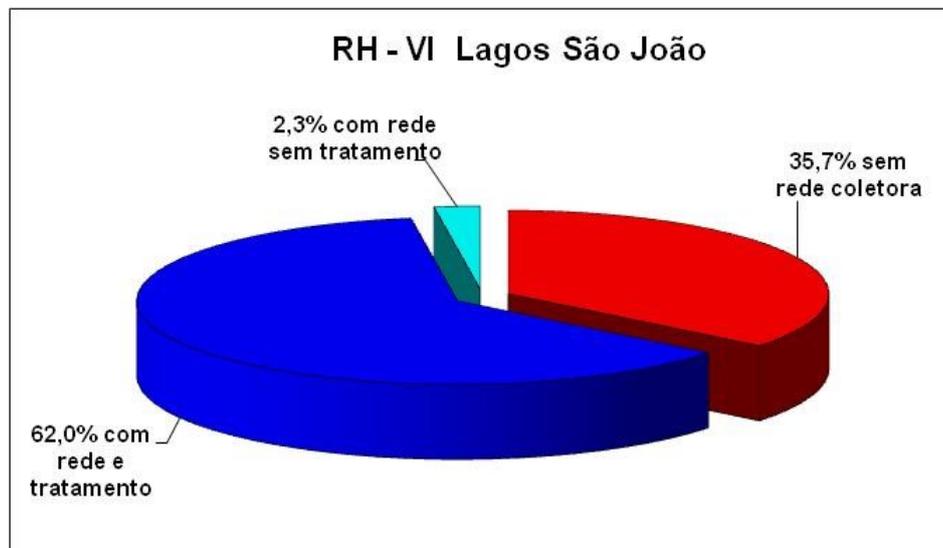
- **Dados operacionais**

Nº de Municípios		10
População urbana das sedes municipais		465.676
População sem atendimento por rede coletora (%)		35,7
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		2,3
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		62,0
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	700,85
	Futura – 2030	1.295,46

Nota:

1. Rio das Ostras possui 30% da população urbana na RH-VII e 70% na RH-VIII.

- **Abrangência dos Sistemas**



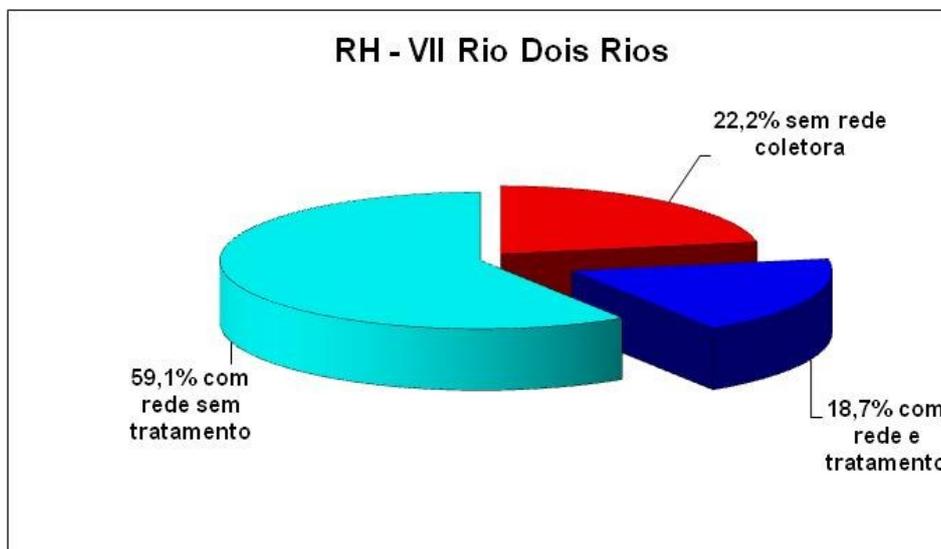
8.2.2.7. RH-VII Rio Dois Rios

Sedes Municipais: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, Itaocara, São Sebastião do Alto, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena e São Fidélis.

- **Dados operacionais**

Nº de Municípios		9
População urbana das sedes municipais		205.185
População sem atendimento por rede coletora (%)		22,2
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		59,1
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		18,7
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	340,31
	Futura – 2030	483,07

- **Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.8. RH-VIII Macaé e das Ostras

Sedes Municipais: Rio das Ostras (70%) e Macaé.

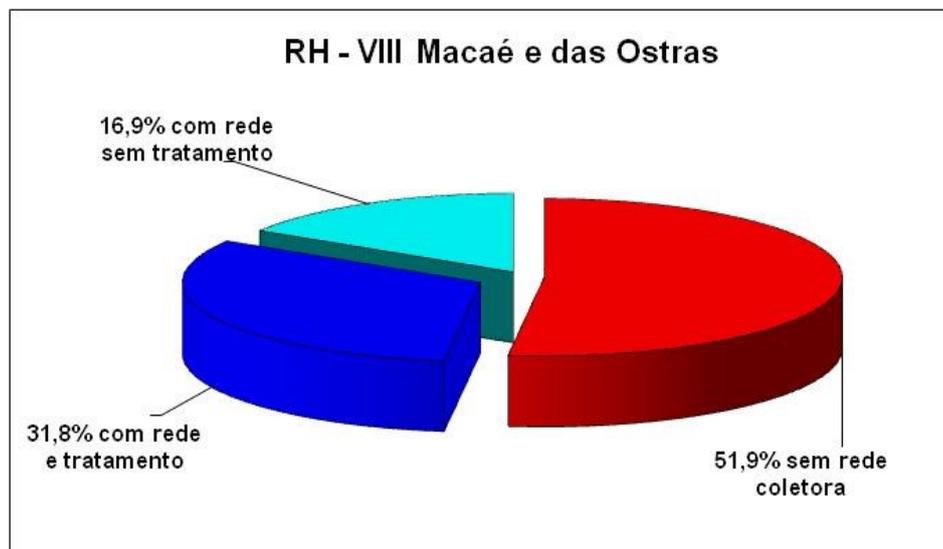
- Dados operacionais**

Nº de Municípios	2	
População urbana das sedes municipais	264.645	
População sem atendimento por rede coletora (%)	51,9	
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)	16,2	
População atendida por rede coletora com tratamento (%)	31,9	
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	289,40
	Futura – 2030	916,94

Nota:

1. Rio das Ostras possui 30% da população urbana na RH-VII e 70% na RH-VIII.

- Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.9. RH-IX Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Sedes Municipais: Quissamã, São João da Barra, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubá, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracema, Laje do Muriaé, Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Campos dos Goytacazes, São Francisco de Itabapoana, Porciúncula, Bom Jesus do Itabapoana e Varre-Sai.

- Dados operacionais Abrangência dos Sistemas**

Nº de Municípios	20	
População urbana das sedes municipais	656.747	
População sem atendimento por rede coletora (%)	46,4	
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)	30,9	
População atendida por rede coletora com tratamento (%)	22,7	
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2010	815,41
	Futura – 2030	2.085,47

Nota: As cidades de Cambuci, São José de Ubá e Trajano de Moraes não dispõem de redes coletoras de esgotos.

- Abrangência dos Sistemas**



8.2.2.10. Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Sedes Municipais da RH-II: Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi e Rio de Janeiro (17,3%).

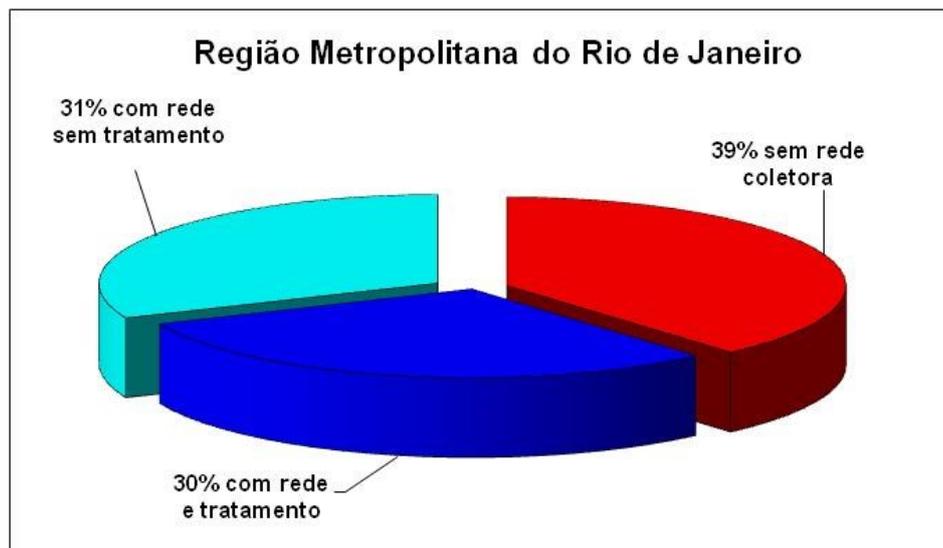
Sedes Municipais da RH-V: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belfordo Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis, Maricá, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro (82,7%).

- **Dados operacionais**

Nº de Municípios		18
População urbana das sedes municipais		11.427.349
População sem atendimento por rede coletora (%)		38,6
População atendida por rede coletora sem tratamento (%)		31,4
População atendida por rede coletora com tratamento (%)		30,0
Vazões de esgotos (l/s)	Atual – 2030	19.594,27
	Futura – 2030	39.344,67

Nota: A cidade de Japeri não dispõe de rede coletora.

- **Abrangência dos Sistemas**

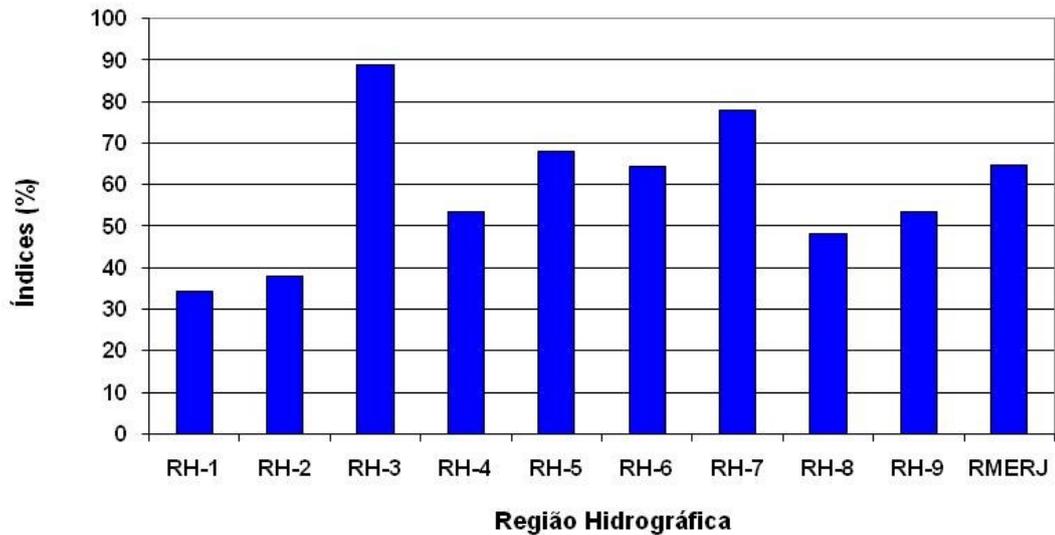


8.2.2.11. Índices de Abrangência e Eficiência por Região Hidrográfica

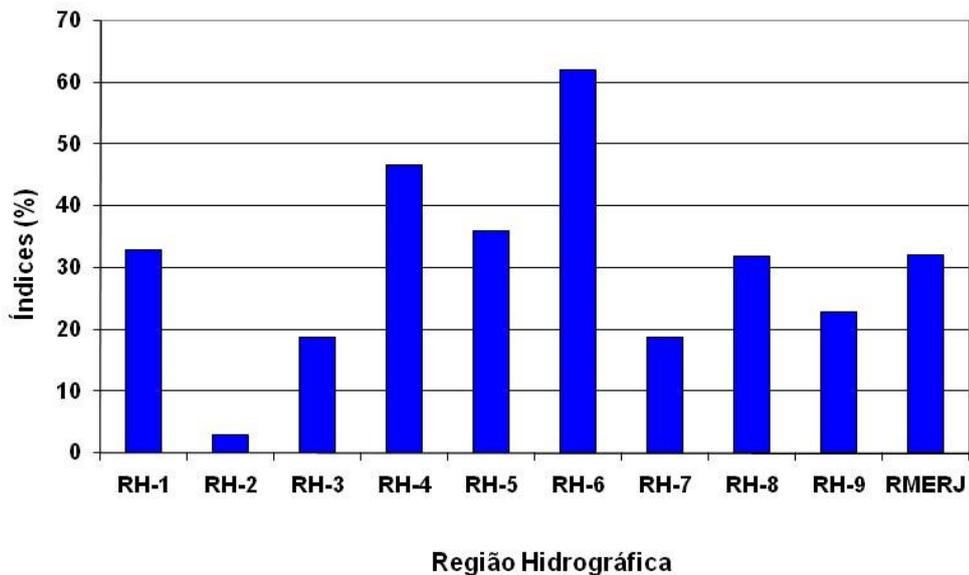
- **Índices de Atendimento**

São apresentados a seguir os índices de atendimento em esgotamento sanitário por rede coletora por Região Hidrográfica.

Atendimento por rede coletora



Atendimento com tratamento



8.2.2.12. Resumo

Apresenta-se a seguir os índices de atendimento em esgotamento sanitário dos sistemas existentes nas sedes municipais, por Região Hidrográfica.

Tabela 8.2.2.12.1 - Índices de atendimento

Região Hidrográfica	Sem rede coletora (%)	Com rede coletora (%)	
		Com tratamento (%)	Sem tratamento (%)
RH - I Baía da Ilha Grande	65,60	32,90	1,50
RH - II Guandu	61,90	2,80	35,30
RH - III Médio Paraíba do Sul	11,10	18,60	70,30
RH-IV Piabanha	42,90	46,50	10,60
RH-V Baía de Guanabara	35,60	33,70	30,70
RH-VI Lagos São João	35,70	62,00	2,30
RH-VII Dois Rios	22,20	18,70	59,10
RH-VIII Macaé e das Ostras	51,90	31,90	16,20
RH-IX Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	46,40	22,70	30,90

Apresenta-se a seguir os índices de atendimento em esgotamento sanitário dos sistemas existentes na RMRJ e no estado do Rio de Janeiro.

- **Região Metropolitana do Rio de Janeiro**

Índice Médio Ponderado de Atendimento por rede coletora de esgotos sanitários da População Urbana das Sedes Municipais na RMRJ = 61,45%, sendo:

- 32,02% atendida por rede coletora com tratamento dos esgotos e,
- 31,43% atendida por rede coletora sem tratamento dos esgotos.

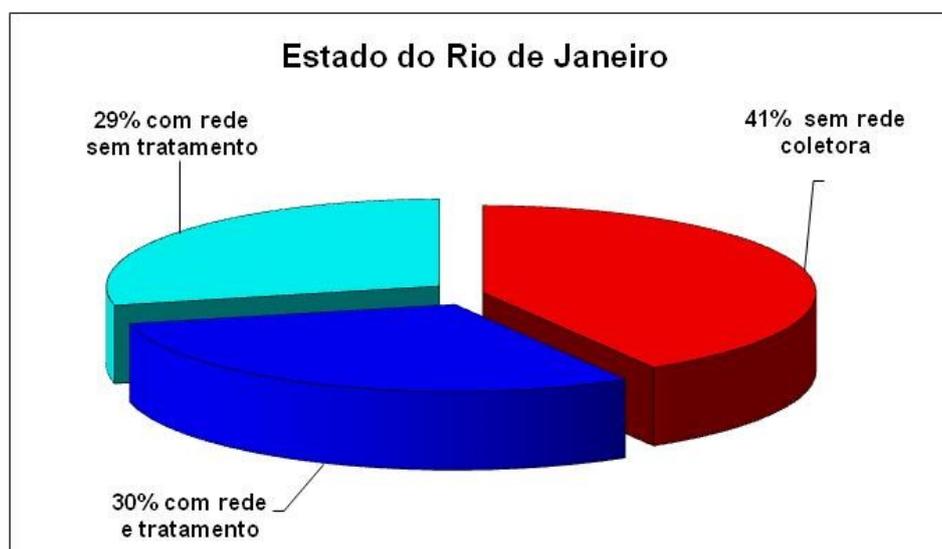
Índice Médio Ponderado da População Urbana das Sedes Municipais na RMRJ sem rede coletora = 38,55%

- **Estado do Rio de Janeiro**

Índice Médio Ponderado de Atendimento por rede coletora de esgotos sanitários da População Urbana das Sedes Municipais no ERJ = 58,53%, sendo:

- 30,00% atendida por rede coletora com tratamento dos esgotos e,
- 28,53% atendida por rede coletora sem tratamento dos esgotos.

Índice Médio Ponderado da População Urbana das Sedes Municipais no ERJ sem rede coletora = 41,47%.



8.2.2.13. Regiões Hidrográficas, características e atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário

A figura 8.2.2.13.1, a seguir apresenta o mapa do estado do Rio de Janeiro mostrando as Regiões Hidrográficas com as características dos sistemas de esgotamento sanitário e os percentuais de atendimento por rede coletora.

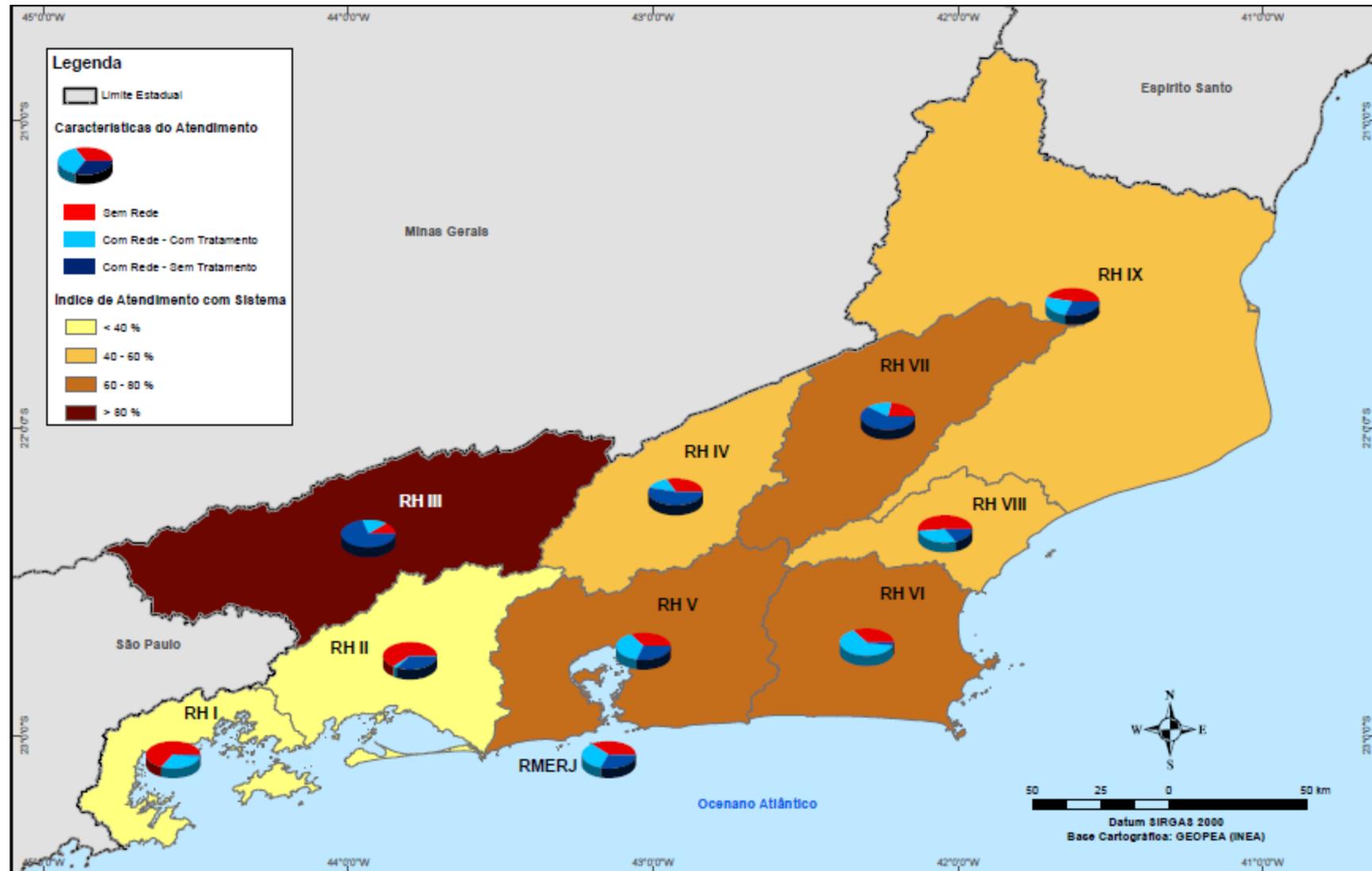


Figura 8.2.2.13.1 - Regiões Hidrográficas com as características e índices de atendimento dos sistemas de esgotamento sanitário no ERJ

8.2.3. Vazões de Esgotos Sanitários

Parâmetros de dimensionamento:

- Coeficientes de consumo “per capita”:

Os mesmos utilizados em abastecimento de água

- Coeficiente referente ao dia de maior consumo: 1,2.
- Coeficiente de retorno: 0,8.
- Os índices de atendimento atuais por rede coletora e por tratamento: Publicados nas tabelas do SNIS/2010. Para os anos seguintes, foram previstos aumento da eficiência dos sistemas visando a universalização dos serviços de saneamento dentro do horizonte do Plano de acordo com Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.
- Coeficiente de Infiltração: 0,05 l/km de rede, considerando 1,5m/hab.

A tabela 8.2.3.1 apresenta as vazões de esgotos produzidas pelos sistemas compostos de rede coletora, estações de tratamento e índices de tratamento e atendimento, evoluindo de 5 em 5 anos com os índices de atendimento variando até o nível de 100%

A tabela 8.2.3.2 apresenta as mesmas informações referentes aos sistemas componentes da RMRJ

A tabela 8.2.3.3 apresenta as características e localização das Estações de Tratamento de Esgotos existentes no Estado do Rio de Janeiro

Tabela 8.2.3.1 - Vazões atuais e futuras de esgotos produzidos por sistema existentes nas sedes municipais

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH - I Baía da Ilha Grande	Paraty	0,00	0,00	29,90	49,39	71,69	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Angra dos Reis	67,38	80,99	150,05	200,82	279,39	0,47	0,47	0,75	0,80	1,00	0,45	0,45	0,75	0,80	1,00
Totais		67,38	80,99	179,95	250,21	351,07										

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-II Guandu	Mangaratiba	3,67	5,02	22,68	40,48	64,04	0,15	0,15	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Itaguaí	102,05	125,28	170,20	276,95	392,06	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Seropédica	54,11	60,32	84,07	135,33	191,40	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Queimados	135,18	148,01	195,50	314,85	447,49	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Eng. Paulo de Frontin	0,00	0,00	4,53	6,82	9,13	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Japerí	0,00	0,00	122,03	186,50	251,82	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Paracambi	28,94	30,27	43,80	68,24	94,25	0,36	0,36	0,50	0,75	1,00	0,05	0,05	0,50	0,75	1,00
	Mendes	0,00	0,00	16,55	29,46	40,87	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Pirai	10,76	11,44	13,06	20,35	27,94	0,46	0,46	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Rio Claro	8,64	9,33	9,99	10,62	11,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Barra do Pirai (50%)	56,80	60,88	68,60	76,60	84,88	0,85	0,85	0,90	0,95	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Rio de Janeiro (17,3%)	1.247,73	1.281,03	1.641,16	2.519,17	3.432,52	0,40	0,40	0,50	0,75	1,00	0,04	0,04	0,75	0,80	1,00
Totais		1.647,89	1.731,58	2.392,17	3.685,38	5.047,63										

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-III Médio Paraíba do Sul	Itaiaia	35,91	40,94	61,47	71,45	81,85	0,67	0,67	0,90	0,95	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Resende	163,18	187,03	204,87	214,79	246,63	0,97	0,97	1,00	1,00	1,00	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00
	Porto Real	26,01	36,22	37,93	40,30	40,43	0,93	0,93	0,95	1,00	1,00	0,33	0,33	0,50	0,75	1,00
	Quatis	13,84	14,92	17,10	21,81	25,60	0,70	0,70	0,75	0,90	1,00	0,67	0,67	0,75	0,85	1,00
	Barra Mansa	401,43	417,20	441,13	455,93	470,16	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00	0,04	0,04	0,50	0,75	1,00
	Volta Redonda	668,72	681,81	698,43	705,54	710,69	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,28	0,28	0,50	0,75	1,00
	Pinheral	36,97	37,76	40,56	40,74	40,81	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Valença	55,90	57,53	75,06	101,73	128,72	0,47	0,47	0,60	0,80	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Rio das Flores	5,01	5,55	6,14	6,64	7,13	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,68	0,68	0,75	0,85	1,00
	Com. Levy Gasparian	9,77	10,65	11,50	12,32	13,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Barra do Pirai (50%)	56,80	60,88	68,60	76,60	84,88	0,85	0,85	0,90	0,95	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Miguel Pereira	7,10	7,85	13,82	23,88	31,99	0,31	0,31	0,50	0,80	1,00	0,31	0,31	0,50	0,75	1,00
	Vassouras	0,00	0,00	22,92	35,66	49,17	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Paty do Alferes	23,64	27,27	30,75	38,74	42,39	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Paraíba do Sul	29,42	37,03	42,16	45,60	48,91	0,96	0,96	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Três Rios	155,33	162,62	173,07	179,92	186,50	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,50	0,75	1,00
	Totais		1.689,03	1.785,28	1.945,53	2.071,65	2.208,99									

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-IV Piabanha	Areal	0,00	0,00	9,63	15,30	21,50	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Teresópolis	67,27	70,98	177,47	278,40	386,83	0,21	0,21	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	S. José V. do Rio Preto	0,00	0,00	8,56	13,49	18,83	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Sumidouro	5,07	5,50	6,41	7,21	8,05	0,83	0,83	0,90	0,95	1,00	0,56	0,56	0,75	0,85	1,00
	Carmo	6,30	6,74	11,95	18,96	26,59	0,30	0,30	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Sapucaia	7,91	8,41	8,89	9,35	9,77	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Petrópolis	395,35	406,38	421,64	526,37	538,40	0,89	0,89	0,90	1,00	1,00	0,89	0,89	0,90	1,00	1,00
Totais		481,89	498,01	644,55	869,09	1.009,98										

continuação

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-V Baía de Guanabara	Niterói	1.188,58	1.698,29	1.872,13	1.918,44	1.965,02	0,93	0,93	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00
	São Gonçalo	1.111,47	1.245,22	1.676,72	2.628,53	3.645,84	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00
	Itaboraí	242,80	368,38	462,05	732,60	1.016,56	0,43	0,43	0,50	0,75	1,00	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00
	Tanguá	19,03	20,60	31,77	51,58	72,89	0,36	0,36	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Guapimirim	0,00	0,00	67,77	111,57	161,49	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Magé	53,16	55,75	62,51	94,27	126,07	0,45	0,45	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Duque de Caxias	1.093,93	1.147,51	1.332,07	2.080,26	2.879,01	0,45	0,45	0,50	0,75	1,00	0,04	0,04	0,50	0,75	1,00
	Belford Roxo	504,41	534,01	685,83	1.078,58	1.501,98	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,10	0,10	0,50	0,75	1,00
	Mesquita	173,03	177,25	210,82	323,01	439,37	0,43	0,43	0,50	0,75	1,00	0,07	0,07	0,50	0,75	1,00
	São João de Meriti	589,14	591,55	605,01	908,67	1.212,43	0,49	0,49	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Nilópolis	376,22	377,39	377,75	378,83	379,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Maricá	10,03	14,90	62,34	99,30	138,06	0,13	0,13	0,50	0,75	1,00	0,11	0,11	0,50	0,75	1,00
	Rio Bonito	13,78	15,00	36,78	58,43	82,10	0,22	0,22	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Cachoeira de Macacu	39,29	40,20	40,74	41,06	41,24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,12	0,12	0,50	0,75	1,00
Nova Iguaçu	1.033,50	2.141,55	2.455,52	2.553,60	2.647,90	0,46	0,91	1,00	1,00	1,00	0,04	0,29	0,50	0,75	1,00	
Rio de Janeiro (82,7%)	11.630,97	12.343,43	14.195,23	15.786,56	18.348,65	0,78	0,78	0,85	0,90	1,00	0,52	0,52	0,75	0,80	1,00	
Totais		18.079,33	20.771,05	24.175,05	28.845,26	34.658,46										

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-VI Lagos São João	Silva Jardim	26,34	29,00	31,56	38,65	41,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Araruama	164,19	171,49	175,73	178,12	179,44	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Cabo Frio	244,71	267,36	311,86	366,23	418,93	0,73	0,73	0,80	0,90	1,00	0,72	0,72	0,85	0,90	1,00
	Armação de Búzios	29,21	32,88	49,63	57,84	78,21	0,55	0,55	0,75	0,80	1,00	0,55	0,55	0,50	0,75	1,00
	Saquarema	15,61	16,39	28,11	42,86	57,68	0,30	0,30	0,50	0,75	1,00	0,30	0,30	0,50	0,75	1,00
	Iguaba Grande	25,98	27,11	40,74	47,33	63,81	0,59	0,55	0,75	0,80	1,00	0,59	0,59	0,75	0,85	1,00
	São Pedro da Aldeia	104,61	114,49	157,59	199,77	266,13	0,59	0,59	0,75	0,80	1,00	0,59	0,59	0,75	0,85	1,00
	Arraial do Cabo	20,56	21,68	29,35	45,47	62,15	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00
	Rio das Ostras (30%)	51,98	58,37	71,67	78,21	84,49	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00
	Casemiro de Abreu	17,68	19,36	24,96	32,49	43,30	0,63	0,63	0,75	0,80	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Totais		700,85	758,13	921,18	1.086,96	1.295,46									

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-VII Rio Dois Rios	Bom Jardim	20,69	22,18	23,60	24,97	26,29	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Duas Barras	1,16	1,21	3,11	5,07	6,41	0,20	0,20	0,50	0,80	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Cordeiro	16,16	19,02	28,44	35,16	41,89	0,48	0,48	0,70	0,85	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Macuco	3,56	3,84	5,86	7,13	9,00	0,53	0,53	0,75	0,85	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	Cantagalo	17,85	18,65	19,41	20,15	20,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,32	0,32	0,50	0,75	1,00
	Itaocara	21,45	22,33	23,08	23,71	24,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	São Sebastião do Alto	3,04	3,29	3,51	3,71	3,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,26	0,26	0,50	0,75	1,00
	Nova Friburgo	245,98	252,75	284,87	291,72	298,30	0,91	0,91	1,00	1,00	1,00	0,29	0,29	0,50	0,75	1,00
	Santa Maria Madalena	7,14	7,28	7,36	7,40	7,43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
	São Fidelis	3,29	3,40	21,78	33,21	44,79	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00
	Totais		340,31	353,94	421,03	452,23	483,07									

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
RH-VIII Macaé e das Ostras	Rio das Ostras (70%)	135,85	152,56	187,31	204,40	244,52	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00
	Macaé	153,56	190,98	312,69	491,09	672,42	0,33	0,33	0,50	0,75	1,00	0,11	0,11	0,50	0,75	1,00
Totais		289,40	343,54	500,00	695,50	916,94										

continuação

Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos					
		2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	
RH-IX Baixo Paraíba do Sul	Quissamã	22,03	27,72	38,64	46,11	53,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	São João da Barra	23,76	43,81	102,94	161,58	256,29	0,48	0,48	0,70	0,85	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Cardoso Moreira	2,41	2,59	6,58	10,46	17,02	0,21	0,21	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Italva	7,29	7,52	9,11	13,80	18,50	0,42	0,42	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Cambuci	0,00	0,00	4,43	6,67	8,91	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Itaperuna	44,98	46,94	89,62	137,40	186,05	0,27	0,27	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	São José de Ubá	0,00	0,00	3,00	5,16	7,88	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Aperibé	1,04	1,11	7,28	12,99	17,61	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00	
	Santo Antônio de Pádua	0,86	0,87	21,65	32,48	43,30	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00	
	Natividade	17,69	18,70	15,74	20,61	21,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00
	Miracema	45,07	45,41	45,58	45,66	45,71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Laje do Muriaé	2,06	2,22	4,75	7,56	10,65	0,25	0,25	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Trajano de Morais	0,00	0,00	2,09	3,29	4,59	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Conceição de Macabu	6,78	6,98	16,19	24,62	33,13	0,22	0,22	0,50	0,75	1,00	0,22	0,22	0,50	0,75	1,00	
	Carapebus	16,80	18,94	21,76	22,81	23,47	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00	0,94	0,94	1,00	1,00	1,00	
	Campos dos Goytacazes	560,87	628,03	824,57	976,94	1.196,20	0,60	0,60	0,75	0,85	1,00	0,34	0,34	0,50	0,75	1,00	
	São Francisco do Itabapoana	0,37	0,40	10,76	17,07	23,81	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Porciúncula	17,16	18,21	20,10	23,45	24,52	0,86	0,86	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
	Bom Jesus do Itabapoana	46,22	58,60	67,31	76,25	81,19	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
Varre-Sai	0,00	0,00	5,35	8,45	11,64	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00		
Totais		815,41	928,05	1.317,46	1.653,36	2.085,47											

Tabela 8.2.3.2 - Vazões atuais e futuras de esgotos produzidos por sistemas existentes nas sedes municipais, componentes da RMRJ

Sistema	Regiões Hidrográficas	Municípios	Vazões de Esgotos					Índice de Atendimento por rede					Índice de Tratamento de esgotos				
			2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030	2010	2015	2020	2025	2030
Região Metropolitana do Rio de Janeiro	RH-II GUANDU	Itaguaí	102,05	125,28	170,20	276,95	392,06	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Seropédica	54,11	60,32	84,07	135,33	191,40	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Queimados	135,18	148,01	195,50	314,85	447,49	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Japeri	0,00	0,00	122,03	186,50	251,82	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Paracambi	28,94	30,27	43,80	68,24	94,25	0,36	0,36	0,50	0,75	1,00	0,05	0,05	0,50	0,75	1,00
		Rio de Janeiro (12,7%)	1.247,73	1.281,03	1.641,16	2.519,17	3.432,52	0,40	0,40	0,50	0,75	1,00	0,04	0,04	0,50	0,75	1,00
		Totais	1.568,02	1.644,91	2.256,77	3.501,04	4.809,54										
	RH-V Baía de Guanabara	Niterói	1.188,58	1.698,29	1.872,13	1.918,44	1.965,02	0,93	0,93	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00
		São Gonçalo	1.111,47	1.245,22	1.676,72	2.628,53	3.645,84	0,39	0,39	0,50	0,75	1,00	0,08	0,08	0,50	0,75	1,00
		Itaboraí	242,80	368,38	462,05	732,60	1.016,56	0,43	0,43	0,50	0,75	1,00	0,02	0,02	0,50	0,75	1,00
		Tanguá	19,03	20,60	31,77	51,58	72,89	0,36	0,36	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Guapimirim	0,00	0,00	67,77	111,57	161,49	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
		Magé	53,16	55,75	62,51	94,27	126,07	0,45	0,45	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00
Duque de Caxias		1.093,93	1.147,51	1.332,07	2.080,26	2.879,01	0,45	0,45	0,50	0,75	1,00	0,04	0,04	0,50	0,75	1,00	
Belford Roxo		504,41	534,01	685,83	1.078,58	1.501,98	0,41	0,41	0,50	0,75	1,00	0,10	0,10	0,50	0,75	1,00	
Mesquita		173,03	177,25	210,82	323,01	439,37	0,43	0,43	0,50	0,75	1,00	0,07	0,07	0,50	0,75	1,00	
São João de Meriti		589,14	591,55	605,01	908,67	1.212,43	0,49	0,49	0,50	0,75	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00	
Nilópolis	376,22	377,39	377,75	378,83	379,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,75	1,00		
Maricá	10,03	14,90	62,34	99,30	138,06	0,13	0,13	0,50	0,75	1,00	0,11	0,11	0,50	0,75	1,00		
Nova Iguaçu	1.033,50	1.082,54	2.455,52	2.553,60	2.647,90	0,46	0,46	1,00	1,00	1,00	0,04	0,29	0,50	0,75	1,00		
Rio de Janeiro (87,3%)	11.630,97	12.343,43	14.195,23	15.786,56	18.348,65	0,78	0,78	0,85	0,90	1,00	0,52	0,52	0,75	0,80	1,00		
Totais	18.026,26	19.656,84	24.097,52	28.745,78	34.535,13												
Total do Sistema		19.594,27	21.301,74	26.354,29	32.246,82	39.344,67											

Tabela 8.2.3.3 – Características e localização por coordenadas das Estações de Tratamento de Esgotos existentes no Estado do Rio de Janeiro

Nº da legenda	Região Hidrográfica	Município	Origem do Efluente	Corpo receptor	Vazão (l/s)	Latitude	Longitude	
1	RH-II	Guandu	Nova Iguaçu	ETE Cabuçu	Rio Ipiranga	12,92	-22,7733	-43,5488
2			Nova Iguaçu	ETE Lagoinha	Bacia do Rio Ipiranga	21,00	-22,7984	-43,5894
3			Rio de Janeiro	ETE Pedra de Guaratiba	Rio Piraquê ou Cabuçu	37,03	-23,0045	-43,6171
4			Rio de Janeiro	ETE Sepetiba	Baía de Sepetiba	74,07	-22,9773	-43,6958
1	RH-III	Médio Paraíba do Sul	Porto Real	ETE Porto Real I	Rio Paraíba do Sul	5,33	-22,4333	-44,2833
2			Porto Real	ETE Porto Real II	Rio Paraíba do Sul	18,92	-22,3833	-44,2833
3			Quatis	ETE Quatis	Rio Paraíba do Sul	6,94	-22,4144	-44,2749
4			Resende	ETE Alegria	Rio Paraíba do Sul	86,11	-22,4693	-44,4871
5			Resende	ETE Contomo	Rio Paraíba do Sul	10,05	-22,4796	-44,5008
6			Resende	ETE Isaac Politi	Rio Pirapitinga	4,31	-22,4594	-44,4089
7			Resende	ETE Monet	Rio Paraíba do Sul	6,00	-22,4598	-44,3740
8			Resende	ETE Nissan	Rio Paraíba do Sul	24,72	-22,4232	-44,3806
9			Volta Redonda	ETE Cidade Nova	Córrego Cafua	2,97	-22,5371	-44,0646
10			Volta Redonda	ETE Padre Cruzino	Córrego Bugio	3,88	-22,5185	-44,1352
11			Volta Redonda	ETE Santa Cruz	Córrego Santa Rita	23,65	-22,4716	-44,0934
12			Volta Redonda	ETE Vila I	Córrego do Curral	18,83	-22,5378	-44,0694
13			Volta Redonda	ETE Vila Rica	Córrego do Poço	8,07	-22,5438	-44,0738
14			Volta Redonda	ETE Volta Grande IV	Rio Paraíba do Sul	13,55	-22,4800	-44,0743
15			Volta Redonda	Fossa Filtro	Ribeirão Brandão	12,50	-22,5136	-44,1019
1	RH-IV	Piabanha	Petrópolis	ETE Cocada	Rio Piabanha	3,06	-22,4561	-43,1642
2			Petrópolis	ETE Conjunto Habitacional Castelo	Rio Piabanha	1,00	-22,4306	-43,1389
3			Petrópolis	ETE Conjunto Habitacional Quitandinha	Rio Quitandinha	1,00	-22,5211	-43,2197
4			Petrópolis	ETE Mato Grosso	Rio Piabanha	0,56	-22,5203	-43,2181
5			Petrópolis	ETE Palatinato	Rio Palatinato	101,40	-22,5139	-43,1717
6			Petrópolis	ETE Quitandinha	Rio Quitandinha	250,00	-22,5167	-43,1853
7			Petrópolis	ETE Rodoviária	Rio Piabanha	2,50	-22,5154	-43,2284
8			Petrópolis	ETE Roseiral	Rio Piabanha	3,06	-22,4700	-43,1489
9			Petrópolis	ETE Serrinha	Rio Piabanha	1,00	-22,5347	-43,2046
10			Petrópolis	ETE Taquara	Rio Piabanha	1,25	-22,5439	-43,2133
11			Petrópolis	ETE Unimed	Rio Piabanha	0,83	-22,5113	-43,2097
12			Sapucaia	ETE Sapucaia	Rio Paraíba do Sul	11,80	-21,9898	-42,9061
1	RH-V	Baía de Guanabara	Belford Roxo	ETE Sarapuí	Rio Sarapuí	1500,00	-22,7561	-43,3453
2			Cachoeiras de Macacu	ETE Sede	Rio Macacu	70,83	-22,4793	-42,6565
3			Duque de Caxias	ETE Jardim Gramacho	Rio Sarapuí	250,00	-22,7407	-43,2724
4			Itaboraí	ETE Apolo	Rio Guaiãna	70,00	-22,7808	-42,9424
5			Maricá	ETE Maricá	Canal da Cidade - Lagoa de Araçatiba	9,00	-22,9197	-42,8276
6			Niterói	ETE Barreto	Rio Imbiassu	80,00	-22,8621	-43,0963
7			Niterói	ETE Camborinhas	Canal Camboatá	110,00	-22,9515	-43,0573
8			Niterói	ETE Icarai - Emissário	Baía de Guanabara	975,00	-22,9093	-43,1039
9			Niterói	ETE Itaipu	Lagoa de Itaipu	110,00	-22,9604	-43,0322
10			Niterói	ETE Jurububa	Baía de Guanabara	30,00	-22,9331	-43,1153
11			Niterói	ETE Mocanguê	Baía de Guanabara	30,00	-22,8693	-43,1380
12			Niterói	ETE Toque-Toque	Baía de Guanabara	400,00	-22,8857	-43,1264
13			Rio de Janeiro	Emissário de Ipanema	Mar	6500,00	-22,9946	-43,2329
14			Rio de Janeiro	ETE Alegria	Canal do Fundão - Baía de Guanabara	2500,00	-22,8701	-43,2296
15	RH-V	Baía de Guanabara	Rio de Janeiro	ETE Barra Bonita	Canal das Taxas	66,00	-23,0225	-43,4916
16			Rio de Janeiro	ETE Barra da Tijuca	Mar	2800,00	-22,9948	-43,3672
17			Rio de Janeiro	ETE Ilha do Governador	Praia da Rosa - Baía de Guanabara	525,00	-22,7947	-43,1874
18			Rio de Janeiro	ETE Juliano Moreira	Rio Guerengue	11,87	-22,9361	-43,3866
19			Rio de Janeiro	ETE Novo Horizonte 1	Rio Marinho	5,00	-22,9897	-43,4306
20			Rio de Janeiro	ETE Novo Horizonte 2	Rio Marinho	15,00	-22,9935	-43,4347
21			Rio de Janeiro	ETE Paqueta	Baía de Guanabara	23,00	-22,7612	-43,1108
22			Rio de Janeiro	ETE Pavuna	Rio Pavuna - Baía de Guanabara	1500,00	-22,8021	-43,3085
23			Rio de Janeiro	ETE Penha	Canal da Marinha - Baía de Guanabara	1686,00	-22,8341	-43,2675
24			Rio de Janeiro	ETE Recreio	Canal das Taxas	30,00	-23,0226	-43,4594
25			Rio de Janeiro	ETE Santa Maria	Rio Pequeno	0,54	-22,9148	-43,4200
26			Rio de Janeiro	ETE Urucanga	Rio Papagaio	1,70	-22,9511	-43,3358
27			Rio de Janeiro	ETE Valo de Pavuna	Rio Pavuna - Baía de Guanabara	5,00	-22,8114	-43,3797
28			Rio de Janeiro	ETE Vargem Grande	Rio Vargem Grande	66,00	-22,9941	-43,4953
29			Rio de Janeiro	ETE Vargem Pequena	Rio Cancela	33,00	-22,9919	-43,4593
30			São Gonçalo	ETE Jardim Catarina	Rio Isaura Santarém	200,00	-22,7963	-43,0102
31			São Gonçalo	ETE São Gonçalo	Baía de Guanabara	895,00	-22,8019	-43,0639
1	RH-VI	Lagos São João	Araruama	ETE Araruama	Rio Regamé	0,00	-22,8820	-42,3685
2			Araruama	ETE Ponte dos Leites	Lagoa de Araruama	169,00	-22,8799	-42,3668
3			Armação dos Búzios	ETE Búzios	Mar	55,56	-22,7466	-41,9473
4			Arraial do Cabo	Bacia de contenção - Canal da Alcais	Lagoa de Araruama	77,23	-22,9704	-42,0403
5			Cabo Frio	ETE Cabo Frio	Lagoa de Araruama	560,00	-22,9073	-42,0348
6			Cabo Frio	ETE Jardim Esperança	Canal da Malhada (Rio Una)	160,00	-22,8204	-42,0253
7			Iguaba Grande	ETE Iguaba	Lagoa de Araruama	130,00	-22,8578	-42,2119
8			São Pedro da Aldeia	ETE São Pedro da Aldeia	Lagoa de Araruama	160,00	-22,8458	-42,1207
9			Saquarema	ETE Itáúna	Lagoa de Saquarema	15,00	-22,9301	-42,4881
10			Saquarema	ETE Saquarema	Lagoa de Saquarema	4,00	-22,8810	-42,4996
11			Silva Jardim	ETE Silva Jardim	Rio Capivari (afluente do Rio São João)	12,00	-22,6459	-42,3950
1	RH-VII	Rio Dois Rios	Nova Friburgo	ETE Orlaria	Rio Cônego (afluente do Rio Grande)	120,00	-22,2904	-42,5386
1	RH-IX	Baixo Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	ETE Chatuba	Rio Paraíba do Sul	65,00	-21,7787	-41,3069
2			Campos dos Goytacazes	ETE Codin	Lagoa do Campelo	9,17	-21,7570	-41,2834
3			Campos dos Goytacazes	ETE Donana	Canal dos Coqueiros	6,11	-21,8241	-41,2942
4			Campos dos Goytacazes	ETE Guarús	Rio Paraíba do Sul	31,94	-21,7518	-41,3148
5			Campos dos Goytacazes	ETE Imperial	Rio Paraíba do Sul	13,06	-21,7687	-41,2935
6			Campos dos Goytacazes	ETE Paraíba	Rio Paraíba do Sul	100,00	-21,7591	-41,2959
7			Conceição de Macabu	ETE Macabuzinho	Rio Macabuzinho	3,50	-22,0827	-41,9010
8			Natividade	ETE Natividade	Rio Carangola	9,60	-21,0370	-41,9834

9. APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

9.1. Apresentação

Este capítulo do Diagnóstico apresenta uma síntese do relatório estratégico RT-05 "Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro", emitido em junho e revisado em outubro de 2013.

O estudo tem, como objetivo maior, subsidiar procedimentos do Inea quanto à outorga de direito de uso dos recursos hídricos para usinas hidrelétricas no estado e identificar aspectos relevantes para análise de impactos ambientais sinérgicos de diversos aproveitamentos instalados e planejados em bacias hidrográficas no território fluminense.

No relatório RT-05 foram reunidas e analisadas informações sobre:

- ✓ normas do setor elétrico para estudos/projetos, concessão e autorização, normas para outorga de direito de uso dos recursos hídricos e disponibilidade hídrica e normas de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas;
- ✓ identificação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes e planejados no território fluminense;
- ✓ alguns estudos de avaliação dos impactos ambientais e sociais de usinas hidrelétricas no estado, bem como pareceres técnicos e licenças dos órgãos ambientais (Inea e Ibama).

Nesta síntese, apresenta-se o resultado principal do estudo e uma parte dessas informações e análises. Para uma compreensão mais ampla dos resultados do estudo, recomenda-se a consulta ao relatório original (RT-05).

9.2. Tipos de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE)

De acordo com a legislação brasileira, a água é um bem público e os potenciais de energia hidráulica são bens da União, que tem a competência exclusiva para legislar sobre energia. Compete também à União explorar os potenciais de energia hidráulica, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão.

A partir da década de 1990, a estrutura e os regulamentos do setor elétrico passaram a ser fortemente voltados para a desestatização e participação de empresas privadas nos serviços de geração, transmissão e distribuição de energia. Hoje há um grande, complexo e dinâmico conjunto de normas para geração de energia hidrelétrica no país.

Nesse contexto, os tipos de AHE têm sido definidos e redefinidos em estreita relação com os critérios do setor elétrico para concessões e autorizações a empresas privadas para a geração de energia hidrelétrica. Esses critérios, em geral, são definidos no âmbito das atribuições da agência reguladora do setor, a ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

Até maio/2013, quando foi concluído o levantamento de normas do setor elétrico para o relatório RT-05, havia 4 tipos de AHE, delimitados basicamente pelo potencial de energia instalada e pelo regime de uso do bem público.

A figura 9.2.1, a seguir, mostra os tipos de aproveitamento hidrelétrico com as características principais que os diferencia.

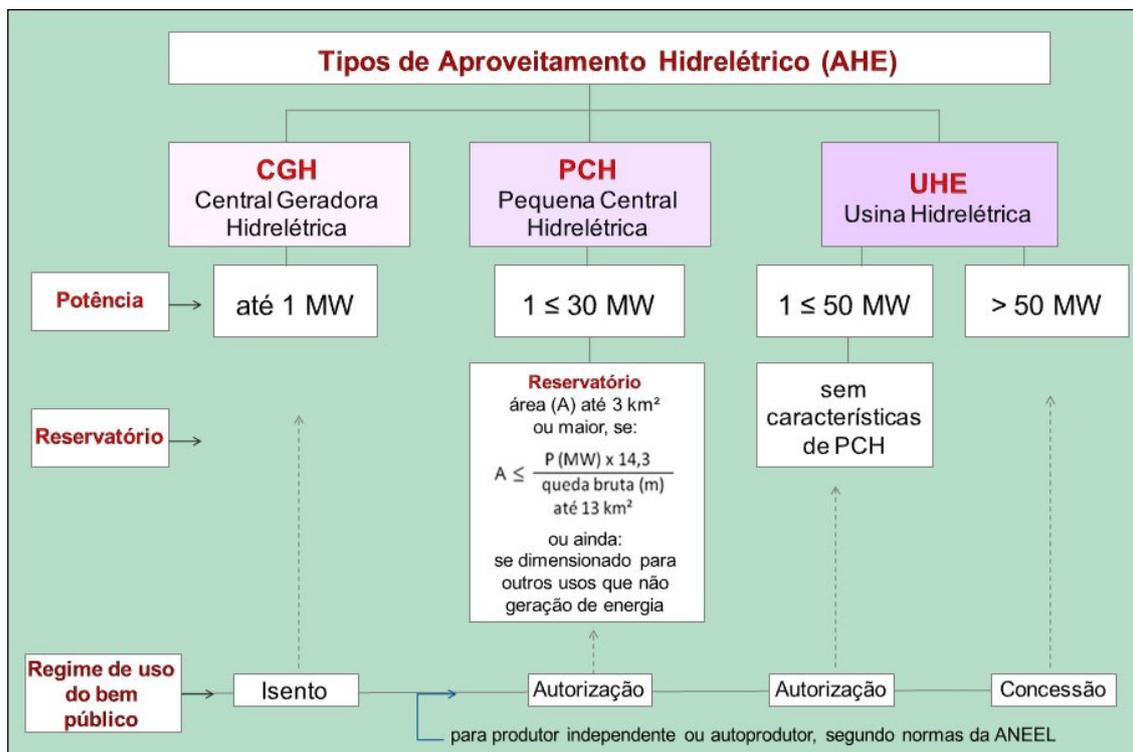


Figura 9.2.1 - Tipos de aproveitamento hidrelétrico vigentes no país até junho/2013 (Fonte: Normas do setor elétrico descritas no relatório RT-05 do PERHI)

A CGH - Central Geradora Hidrelétrica tem o menor limite de potência instalada (até 1 MW), opera geralmente a fio d'água (não forma reservatório) e é isenta de autorização ou concessão de uso do bem público, necessitando apenas de registro na ANEEL.

A PCH - Pequena Central Hidrelétrica tem potência superior a 1 MW e menor ou igual a 30 MW e reservatório com até 3 km² de superfície. Porém, o reservatório pode ser maior desde que atenda a uma das condições indicadas na figura, que são: área igual ou menor que a divisão entre a potência (multiplicada por 14,3) e a queda bruta, até o limite máximo de 13 km²; ou o reservatório ser dimensionado também para outros usos que não a geração de energia. A PCH caracteriza-se pelo regime de autorização de uso do bem público e, assim como a CGH, tem vantagens econômicas importantes - isenção da compensação financeira a estados e municípios e descontos nos encargos de uso dos sistemas de transmissão e distribuição de energia.

As usinas hidrelétricas com mais de 1 MW e que não têm características de PCH são diferenciadas em função do regime de uso do bem público, da seguinte maneira: com até 50 MW, a UHE tem o mesmo regime da PCH (autorização) e acima de 50 MW a UHE está submetida ao regime de concessão, mediante licitação.

A mudança de regime de uso do bem público para UHE com potência de 1 ≤ 50 MW sem característica de PCH, introduzida em 2009, pode ser vista como "meio caminho" para a alteração do limite superior da PCH, dos atuais 30 MW para 50 MW, dado que está em andamento no Congresso Nacional um Projeto de Lei (PL 4.404/2008) com esta finalidade, de elevar o limite de potência da PCH para 50 MW. Esta seria a 4ª mudança

de critérios para PCH, mudanças que, desde 1982, vêm ampliando suas dimensões, como se observa na figura 9.2.2, a seguir.

A figura 9.2.2 sintetiza as informações apresentadas no relatório RT-05 a partir da análise da legislação federal, incluindo Resoluções Normativas do extinto DNAEE e da sua sucessora ANEEL, sobre as mudanças de critérios para enquadramento de aproveitamento hidrelétrico como PCH.

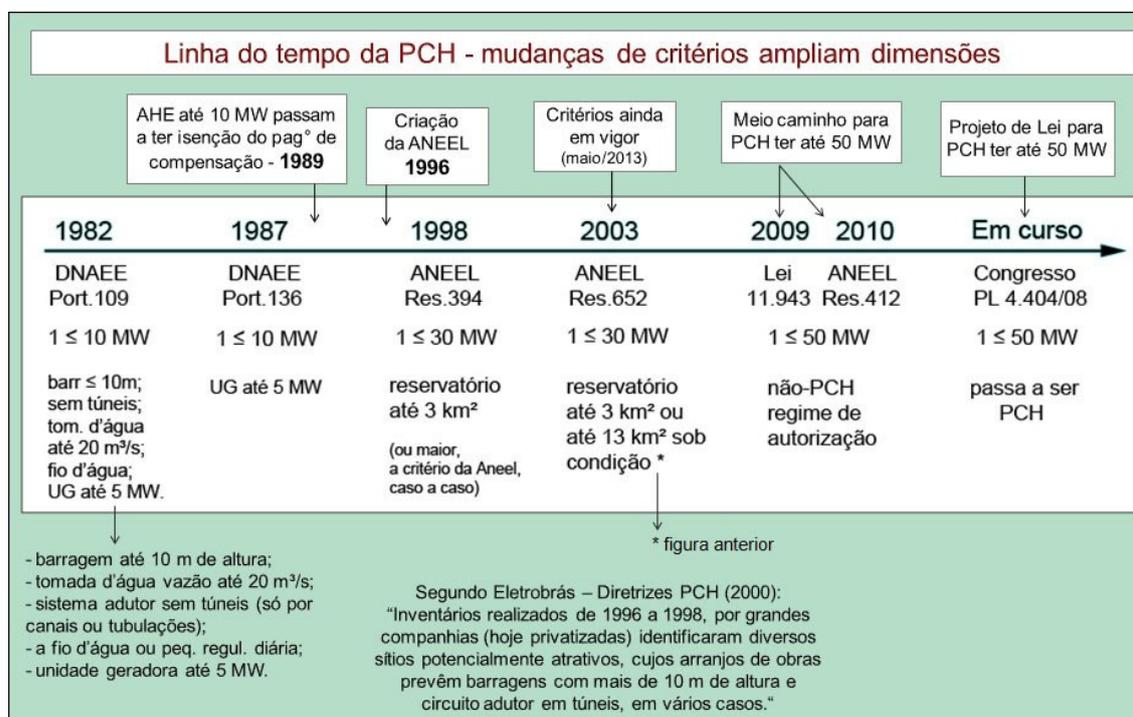


Figura 9.2.2 - Linha do tempo das alterações nos critérios de PCH (Fonte: normas do setor elétrico descritas no relatório RT-05 do PERHI)

Observa-se que, inicialmente, conforme a Portaria DNAEE nº 109/1982, a PCH não podia ter mais de 10 MW de potência instalada (com até duas unidades geradoras de 5 MW cada), a barragem deveria ter o máximo de 10 m de altura e a tomada d'água deveria ter a vazão máxima de 20 m³/s. Ainda, para ser uma PCH, a usina deveria ser a fio d'água ou com pequena regulação diária e não poderia usar túneis como sistema adutor, somente canais ou tubulações.

Até 1998 ainda vigorava o limite de 10 MW de potência, embora as outras condições não existissem mais, sendo mantido somente o limite de 5 MW por UG (Portaria DNAEE nº 136/1987) e, além disso, os aproveitamentos hidrelétricos com até 10 MW foram liberados do pagamento da compensação financeira a estados e municípios, conforme a própria lei que instituiu tal compensação (Lei 7.990/89). Porém, logo após a criação da ANEEL, o limite máximo de potência da PCH foi triplicado (de 10 MW para 30 MW) e o reservatório foi limitado a 3 km² de superfície máxima, limite este flexibilizado na última mudança de critério (2003), para admitir como PCH diversos pedidos de revisão de critério que se acumulavam na ANEEL.

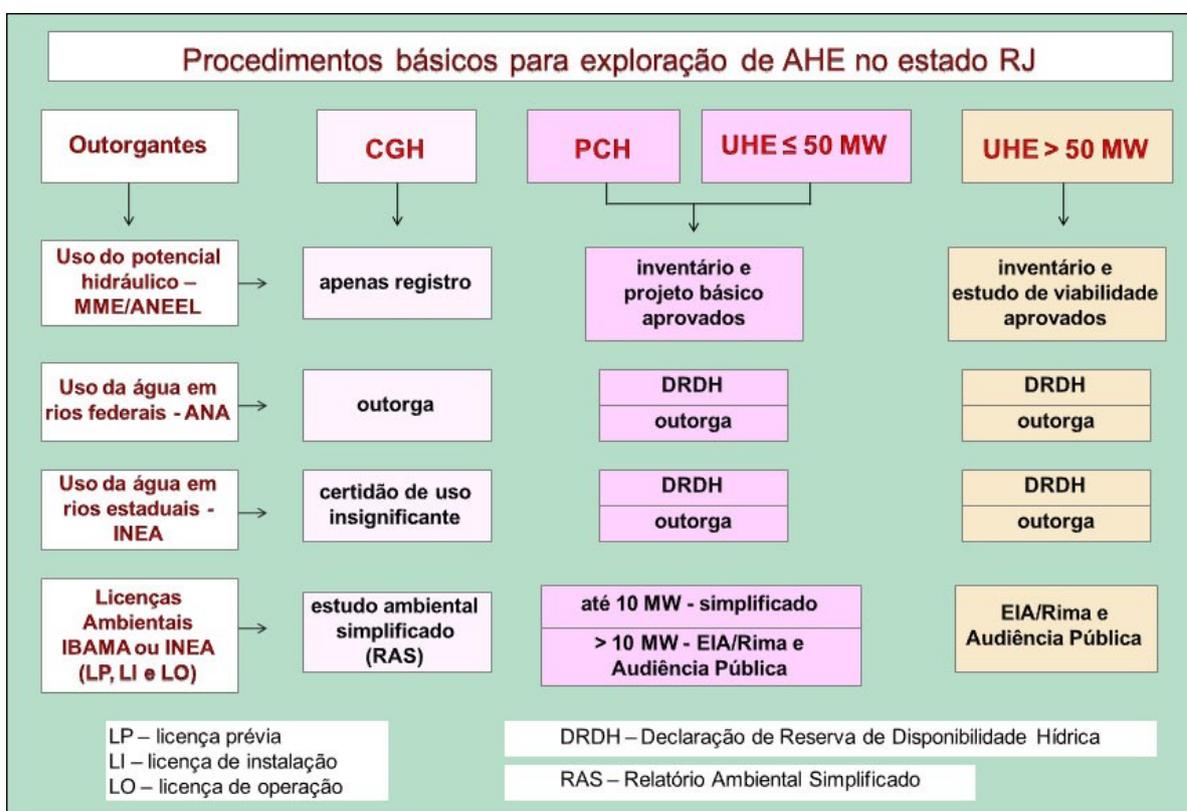
Com a mudança do regime de uso do bem público para usinas com até 50 MW sem característica de PCH e o andamento do projeto de lei para aumentar o limite de potência da PCH (PL 4.404/2008), parece estar próxima uma nova alteração de critérios,

aumentando novamente as dimensões e, conseqüentemente, os impactos ambientais das PCHs.

Para cada tipo de aproveitamento (CGH, PCH, UHE de $1 \leq 50$ MW e UHE > 50 MW), existem normas específicas para exploração, tais como as Resoluções Normativas da ANEEL nº 652/2003 e nº 412/2010 vistas na figura 9.2.2.

Para a aprovação de um empreendimento, além de critérios técnicos e legais relativos à engenharia do aproveitamento hidráulico, o empreendedor do setor elétrico precisa levar em conta também as normas para licenciamento ambiental, basicamente definida pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) e pelos órgãos ambientais federais e estaduais, e as normas de outorga de uso dos recursos hídricos, definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Agência Nacional de Águas (ANA) e por órgãos ambientais estaduais.

A figura 9.2.3, a seguir, sintetiza os procedimentos técnicos necessários, nas três esferas outorgantes, para aprovação do projeto de um empreendimento hidrelétrico no estado do Rio de Janeiro. Observa-se que, para o empreendimento de menor porte (CGH), o empreendedor não depende de aprovação de projeto na ANEEL, que exige apenas o registro das características básicas e da localização do empreendimento. No entanto, o empreendedor de uma CGH precisa solicitar outorga de direito de uso dos recursos hídricos à ANA, no caso de rios federais, e certidão de uso insignificante ao Inea, no caso de rios estaduais. A CGH também necessita de licenciamento ambiental, para o qual se deve realizar um estudo de impacto apresentado na forma de Relatório Ambiental Simplificado (RAS).



Fonte: normas do setor elétrico descritas no relatório RT-05 do PERHI-RJ.

Figura 9.2.3 - Procedimentos básicos para exploração de aproveitamento hidrelétrico no estado do Rio de Janeiro

Para a PCH e a UHE até 50 MW os procedimentos são semelhantes nas três esferas outorgantes. Para outorga da ANEEL, o aproveitamento deve ter sido identificado em inventário aprovado e o empreendedor precisa ter o seu projeto básico aprovado. Para uso da água de rio federal ou estadual é necessário obter primeiramente a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH, que será convertida em outorga de direito de uso dos recursos hídricos se as especificações de projeto solicitadas forem aprovadas pelo órgão responsável (ANA ou Inea). E para o licenciamento ambiental, a legislação em vigor aceita o RAS para usinas com até 10 MW e exige Estudo de Impacto Ambiental (EIA/Rima) e Audiência Pública para usinas com mais de 10 MW.

Para UHE acima de 50 MW, o aproveitamento deve ter sido identificado em inventário aprovado e o empreendedor precisa ter o seu estudo de viabilidade aprovado. As condições para outorga de direito de uso da água são as mesmas de PCH e UHE até 50 MW. Para o licenciamento ambiental, a legislação exige Estudo de Impacto Ambiental (EIA/Rima) e Audiência Pública.

Nos itens a seguir são apresentados, sucintamente, os critérios principais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos no estado do Rio de Janeiro. Em seguida, são apresentados os empreendimentos hidrelétricos instalados e planejados no estado e, por fim, algumas recomendações para subsidiar processos de decisão nessas áreas.

9.3. Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos e Disponibilidade Hídrica

9.3.1. Considerações Gerais

Para melhor compreensão do tema, seguem breves conceituações e considerações a respeito de tais instrumentos:

- **Outorga**

Outorga “é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.” (ANA, 2009).

É um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97);

Aproveitamento de potencial hidrelétrico é um dos usos sujeitos à outorga;

Outorgas de direito de uso dos recursos hídricos para aproveitamentos hidrelétricos costumam ter longos prazos de validade, devido à longa vida útil dos empreendimentos (limite de 35 anos);

- **DRDH**

Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) “é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.” (ANA, 2009).

Deve ser solicitada pela ANEEL;

É convertida em outorga de direito de uso dos recursos hídricos automaticamente após o empreendimento receber concessão ou autorização da ANEEL e atender possíveis condicionantes;

Tem um prazo de vigência curto, normalmente 3 anos, renováveis por mais 3 anos;

Na avaliação para a concessão da DRDH, o principal fator levado em consideração é a comprovação da disponibilidade hídrica, para atendimento concomitante das demandas dos usos múltiplos, atuais e futuros, a montante e a jusante do empreendimento.

A DRDH e a outorga de direito de uso dos recursos hídricos para rios sob domínio da União são de responsabilidade da ANA. Na legislação federal, destacam-se:

- **Resolução ANA nº 131, de 11 de março de 2003:** dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União.
- **Resolução CNRH nº 37, de 26 de março de 2004:** estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União.
- **Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004:** dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga.

Em alguns casos, a outorga em rios da União pode ser delegada aos Estados e ao Distrito Federal, porém, a Resolução ANA nº 463, de 01/04/2013, que estabelece procedimentos e diretrizes gerais para tal, exclui o aproveitamento de potenciais hidrelétricos e a aquicultura em tanques-rede das modalidades de uso da água abrangidas pela possível transferência de competência.

Vale destacar que a exigência de outorga também para aproveitamentos com até 1 MW (CGH) em rios de domínio da União está explícita na Resolução ANA nº 707/2004, em seu art. 4º, segundo o qual os pedidos de outorga serão autuados para aproveitamentos de energia hidráulica com potência igual ou inferior a 1 MW somente após a verificação do registro na ANEEL.

9.3.2. DRDH e Outorga no estado do Rio de Janeiro

Em relação à DRDH e outorga de direito de uso dos recursos hídricos, os rios sob domínio do estado do Rio de Janeiro são orientados, principalmente, pelas portarias abaixo, comentadas em seguida:

- **Portaria Serla nº 567, de 07 de maio de 2007:** estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para cadastro, requerimento e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Portaria Serla nº 591, de 14 de agosto de 2007:** estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da declaração de reserva de

disponibilidade hídrica e de outorga para uso de potencial de energia hidráulica para aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.

Em relação aos usos sujeitos à outorga, o estado do Rio de Janeiro segue as determinações da Lei Federal nº 9.433/97.

No que tange aos usos que independem de outorga, o Art. 14 da Portaria 567 determina que, na ausência de disposição específica do respectivo Comitê de Bacia, **serão considerados como usos insignificantes e, portanto, isentos de outorga e cobrança, os usos de água para geração de energia elétrica em centrais geradoras hidrelétricas (CGHs), com potência instalada de até 1 MW**, necessitando, entretanto, de acordo com o Art.15, de serem cadastrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH. O empreendedor deverá também obter a Certidão de Uso Insignificante para CGH, via apresentação de uma série de documentos ao Inea.

Em relação a aproveitamentos hidrelétricos com **potência superior a 1 MW**, tem-se uma legislação e procedimentos mais complexos. Os procedimentos para emissão da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) e outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro são estabelecidos pela já citada Portaria 591 de 2007 da extinta Serla.

Assim como no procedimento adotado pela ANA, a Reserva de Disponibilidade Hídrica deve ser solicitada pela ANEEL e, caso aprovada, é emitida em nome da mesma. Os documentos requeridos pelo Inea para a análise do pedido são (Art. 4º da Portaria 591 de 2007):

I - parecer técnico da ANEEL com a análise do estudo hidrológico e do projeto básico com a devida aprovação;

II – ficha técnica do empreendimento (*conforme modelo anexo à Portaria*);

III – estudos hidrológicos referentes à determinação:

a) da série de vazões utilizadas no dimensionamento energético considerando os usos múltiplos dos recursos hídricos, inclusive para o transporte aquaviário;

b) das vazões máximas consideradas no dimensionamento das estruturas extravasoras;

c) das vazões mínimas, com cálculo da $Q_{7,10}$;

d) do transporte de sedimentos;

IV – estudos referentes ao reservatório quanto à definição:

a) das condições de enchimento;

b) do tempo de residência da água;

c) das condições de assoreamento;

d) do remanso; e

e) da curva “cota x área x volume”;

V – mapa de localização e de arranjo do empreendimento, georreferenciado e em escala 1:50.000, no mínimo;

VI – descrição das características do empreendimento, no que se refere:

- a) à capacidade das estruturas extravasoras;
- b) à vazão remanescente, quando couber;
- c) às restrições a montante e a jusante; e
- d) ao cronograma de implantação;

VII – estudos energéticos utilizados no dimensionamento do aproveitamento hidrelétrico;

VIII – Anotação de Responsabilidade Técnica – ART dos técnicos responsáveis pelos estudos.

O Inea pode solicitar, ainda, dados complementares para a melhor análise do pedido.

A **Portaria nº 591/2007** afirma ainda que: “os estudos hidrológicos, hidráulicos e estruturais do projeto não serão objeto de análise obrigatória pela Serla, em vista do parecer técnico da ANEEL, constante do inciso I do Art. 4º”. Entretanto, o projeto básico aprovado, documento a que o inciso I se refere, ainda não existe nessa fase de solicitação da DRDH. A aprovação do projeto básico pela ANEEL requer, entre outras medidas, que o órgão gestor das águas emita a DRDH, conforme explicitado nas Resoluções da ANEEL nº 343, de 09 de dezembro 2008 e nº 412, de 05 de outubro de 2010, ambas revisoras da Resolução ANEEL nº 395, de 04 de dezembro de 1998.

Dessa forma, é possível apontar uma incongruência entre a solicitação da Portaria nº 591 e a função da DRDH que é a de reserva de recursos hídricos para o empreendimento até a sua aprovação final pela ANEEL.

O Art. 5º da Portaria 591/2007 apresenta os critérios que o Inea utiliza para a emissão da DRDH. São eles:

- I - parecer técnico da ANEEL aprovando os estudos pertinentes ao projeto;
- II - os usos atuais e planejados dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, de forma a elaborar o balanço hídrico;
- III - o atendimento pelo projeto ao critério que estabelece a vazão remanescente de 50% da vazão de referência ($Q_{7,10}$), a qual deverá permanecer, sob quaisquer circunstâncias, no trecho do corpo hídrico situado entre a barragem e o lançamento no final do canal de fuga.

Apesar da importância dos critérios utilizados pelo Inea para emissão da DRDH existe ainda um distanciamento do que é apontado por ANA (2010) em relação a todos os aspectos que devem ser analisados na aprovação do pedido, em cursos d'água de domínio da União.

Tais aspectos, que, de acordo com o Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (ANA, 2010), devem fazer parte do Relatório de Estudos de Disponibilidade Hídrica - REDH, são enumerados a seguir:

1. Análise hidrológica:
 - avaliação das condições naturais e atuais do curso d'água;

- as vazões máximas e mínimas;
- a curva-chave da seção do rio;
- os sedimentos em suspensão; e a
- qualidade da água.

2. Análise do empreendimento:

- avaliação das estruturas hidráulicas;
- o enchimento do reservatório;
- o remanso formado;
- o impacto sobre a qualidade da água;
- o assoreamento;
- as condições de operação;
- e o monitoramento.

3. Análise dos impactos nos usos múltiplos:

- verificação das demandas e os consumos a montante;
- cenários de crescimento desenvolvidos;
- avaliação do potencial uso do reservatório a ser formado.

Apesar dos documentos exigidos pelo Inea propiciarem a análise de, essencialmente, todos os aspectos listados pela ANA, a análise de tais aspectos aparenta não estar incluída nos critérios de avaliação do Inea.

Em concordância com a ANA, a Portaria 591/2007 atribui grande peso à avaliação dos usos atuais e futuros da bacia para a elaboração do balanço hídrico. Entretanto, **a projeção futura dos usos** não é devidamente ressaltada no conjunto dos documentos solicitados.

Observa-se também que, nos estudos referentes às projeções futuras para os usos consuntivos na bacia, necessários à obtenção da DRDH pelo empreendimento, é fundamental uma maior participação dos comitês de bacias para que sejam consideradas as informações de caráter regional contidas nos Planos de Recursos Hídricos.

A DRDH emitida pelo Inea tem validade de três anos com possibilidade de renovação pelo mesmo período mediante solicitação da ANEEL. Vale lembrar que a DRDH não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina, unicamente, a reservar a quantidade de água necessária à viabilidade do empreendimento hidrelétrico.

Segundo Art. 7º da Portaria nº 591/2007, “a Serla transformará a declaração de reserva de disponibilidade hídrica em outorga de direito de uso de recursos hídricos tão logo receba da ANEEL a cópia do ato administrativo de autorização para exploração de potencial de energia hidráulica localizado em corpos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro”.

Entretanto, na prática, outro processo se inicia no setor de outorgas pelo fato de que, em grande parte dos empreendimentos, a concessão ou autorização da ANEEL é dada com base em uma configuração do projeto diferente da previamente aprovada na etapa de emissão da DRDH.

Para que a DRDH possa ser transformada automaticamente em outorga de direito de uso de recursos hídricos, é necessário que não exista nenhuma mudança significativa entre o projeto enviado ao Inea e o projeto que recebeu a concessão da ANEEL, no que tange aos aspectos avaliados na emissão da DRDH. Outro elemento essencial para a transformação da DRDH em outorga é o atendimento às condicionantes previstas na portaria que estabelece a DRDH para o respectivo aproveitamento.

Assim como preconizado pela ANA, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos terá a mesma duração da concessão ou autorização da ANEEL (Art. 7º da Portaria nº 591/2007).

O Art. 8º da Portaria nº 591/2007 trata da delimitação da faixa marginal de proteção (FMP) correspondente ao empreendimento e afirma que a outorga de direito de uso dos recursos hídricos não exige o empreendedor de obter aprovação pelo órgão outorgante da demarcação da FMP correspondente ao aproveitamento, processo que tramitará paralelamente ao da solicitação da DRDH. Tal artigo se apresenta de certa forma, deslocado em relação ao tema principal da portaria e poderia ser excluído, dado que o Inea já dispõe de normas específicas para demarcação de FMP.

O Art. 9º da Portaria nº 591 também trata de outro assunto que não seja a DRDH e a outorga de direito de uso de recursos hídricos, embora seja mais correlacionado, que é a cobrança pelo uso das águas. A informação contida neste artigo, em adição à Lei Estadual nº 4247 de 2003, é a de que a cobrança será efetuada com base na energia gerada, após 1 (um) ano do início da operação.

Destaca-se ainda o Art. 13 da Portaria nº 591, que trata de uma questão importante, qual seja, a solicitação pelo empreendedor junto ao órgão outorgante, de informações referentes à situação dos recursos hídricos da Região Hidrográfica antes da submissão do projeto de aproveitamento do potencial hidrelétrico. Tal medida visa alertar os empreendedores sobre as reais condições em que se encontra a bacia onde se pretende instalar o aproveitamento.

Tendo em vista os aspectos inadequados ou incompletos da Portaria 591/2007, comentados neste item, bem como a necessidade de atualizar o órgão gestor responsável pela outorga no estado, este capítulo apresenta, ao final, sugestões de modificações para a emissão de uma nova Portaria estabelecendo critérios e procedimentos para DRDH e outorga de direito de uso dos recursos hídricos para empreendimentos hidrelétricos em rios de domínio estadual.

9.4. Licenciamento Ambiental de Hidrelétricas no Estado do RJ

9.4.1. Principais Impactos de Aproveitamentos Hidrelétricos

A geração de energia elétrica, para atendimento à população e ao desenvolvimento econômico do país, é o principal impacto positivo, de grande magnitude e indiscutível benefício social. Outros impactos positivos podem ser relacionados:

- local ou regionalmente, há aumento da receita dos municípios e estados, inclusive pelo regime de compensação financeira, sendo que esta compensação não se aplica às CGHs e PCHs e pode ser ainda questionável quanto ao valor e forma de aplicação da compensação frente aos valores ambientais e sociais perdidos nas áreas atingidas e de difícil cálculo financeiro;

- a regularização de vazões também pode ser associada a impactos sociais positivos, desde que a geração de energia seja adequadamente compatibilizada com outros usos dos recursos hídricos, atuais e futuros;
- a geração de empregos, que é mais expressiva na fase de construção mas que, por outro lado, deve ser devidamente planejada e controlada para não causar impactos negativos com as migrações de trabalhadores e os possíveis conflitos e ocupações irregulares.

Por se tratarem de intervenções diretas, com barramentos de cursos d'água, os aproveitamentos hidrelétricos, de grande, médio e mesmo de pequeno porte, podem causar importantes impactos negativos à biodiversidade dos ecossistemas aquáticos e das matas ciliares, às características limnológicas, aos regimes hidrológicos e sedimentológicos dos rios e às pessoas que habitam e/ou utilizam o solo e as águas das áreas afetadas. O barramento de um rio afeta principalmente:

- os fluxos de água e sedimentos;
- a qualidade da água;
- a diversidade e abundância de habitats e de espécies do ecossistema aquático e da zona ripária (faixa ciliar);
- outros usos da água, a montante e a jusante;
- os ocupantes das áreas atingidas;
- as relações sociais e comerciais;
- o patrimônio histórico e cultural;
- os sítios arqueológicos.

Os impactos variam muito quanto à dimensão e efeitos que alcançam sobre as também variadas condições ambientais e sociais nas quais se inserem e conforme as características, dimensões e regras operacionais das usinas e barragens. Na análise de impactos de um AHE e, principalmente, na análise de impactos sinérgicos e cumulativos de um conjunto de AHEs em um mesmo rio ou bacia, deve-se levar em conta as dimensões espaciais e as variações temporais que definem e afetam o curso d'água.

Na dimensão longitudinal de um rio (figura 9.4.1.1), assim como em sua dimensão lateral (figura 9.4.1.2) os impactos para o ecossistema aquático e os usos da água causados por uma série de barramentos, ainda que de menor potência (CGH e PCH) podem ser de grande magnitude, especialmente para espécies de peixes reofílicas e migradoras.

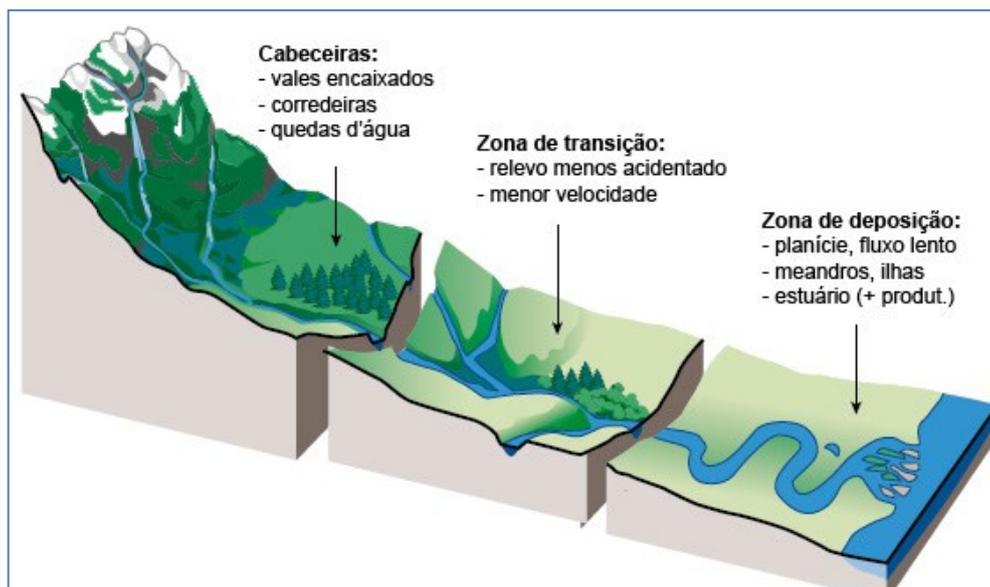


Figura 9.4.1.1 - Principais características da dimensão longitudinal de um rio (Fonte: Stream Corridor Restoration. FISRWG, 2001.)

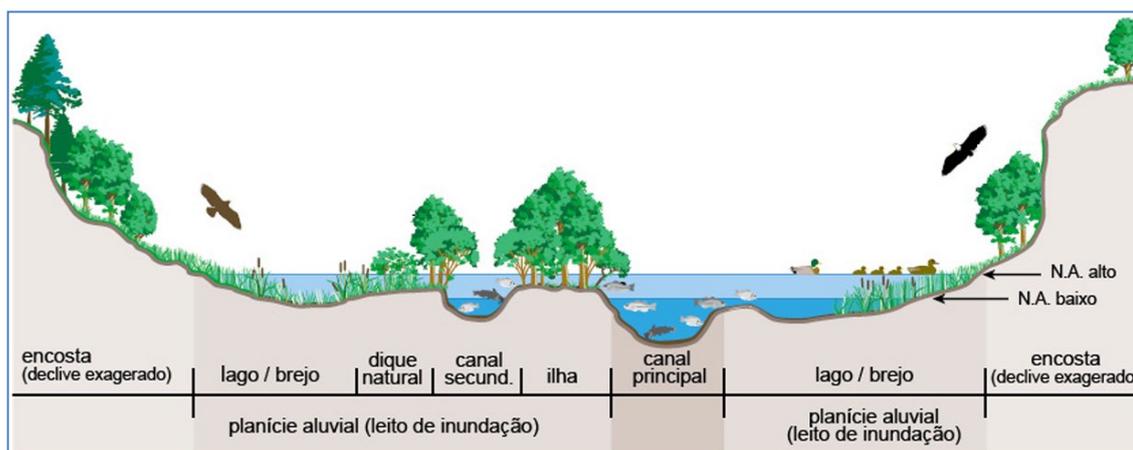


Figura 9.4.1.2 - Principais características da dimensão lateral de um rio (Fonte: Stream Corridor Restoration. FISRWG, 2001.)

Embora ocupem áreas menores, com pequenos reservatórios, as PCHs têm, quase sempre, a necessidade de que a casa de força esteja distante da barragem, causando o chamado trecho de vazão reduzida (TVR), o que agrava os impactos à biota aquática, bem como a outros usuários das águas, atuais e futuros, caso a vazão mínima remanescente venha a ser insuficiente.

Vale lembrar que empreendimentos hidrelétricos são investimentos de longo prazo e podem ter muitas décadas de vida útil, causando também futuros impactos e restrições de uso difíceis de serem avaliados com precisão durante o processo de planejamento, outorga e licenciamento.

As figuras a seguir exemplificam duas situações para um aproveitamento hidrelétrico. A primeira (figura 9.4.1.3) mostra a pior situação quanto ao conjunto de impactos negativos, sobre os quais cabe aos órgãos outorgantes evitar ou minimizar, com aplicação das normas e a exigência das ações mitigadoras e compensatórias que podem configurar uma situação mais próxima da segunda, vista na figura 9.4.1.4.

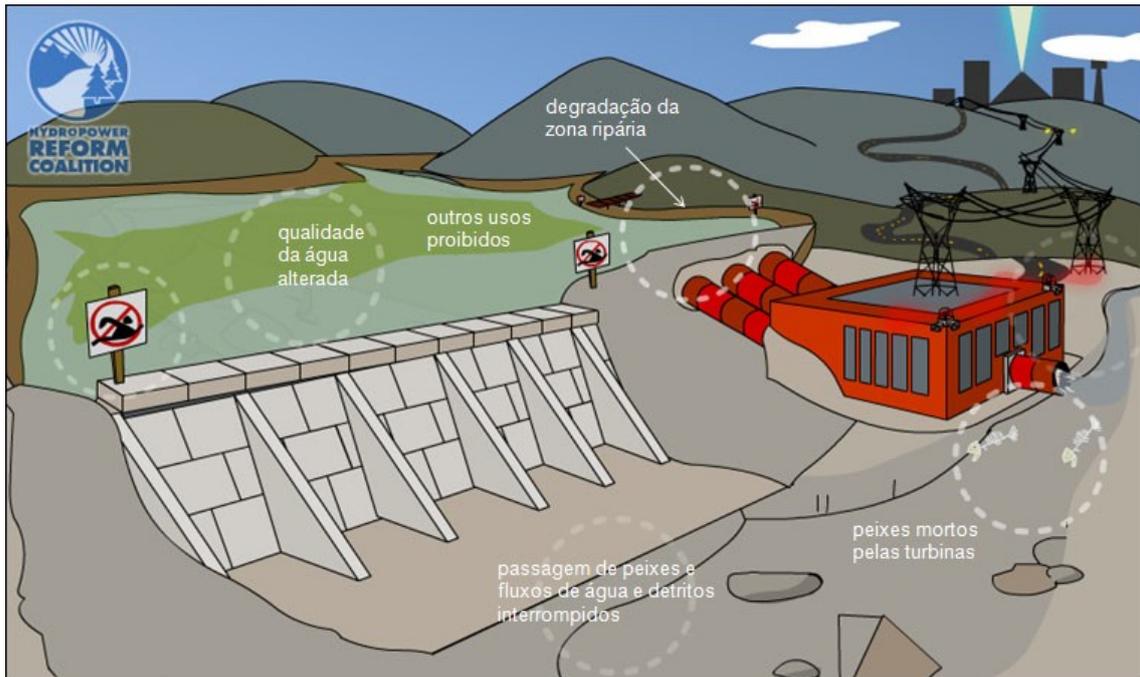


Figura 9.4.1.3 - Pior situação de um aproveitamento hidrelétrico (Fonte: www.dameffects.org)

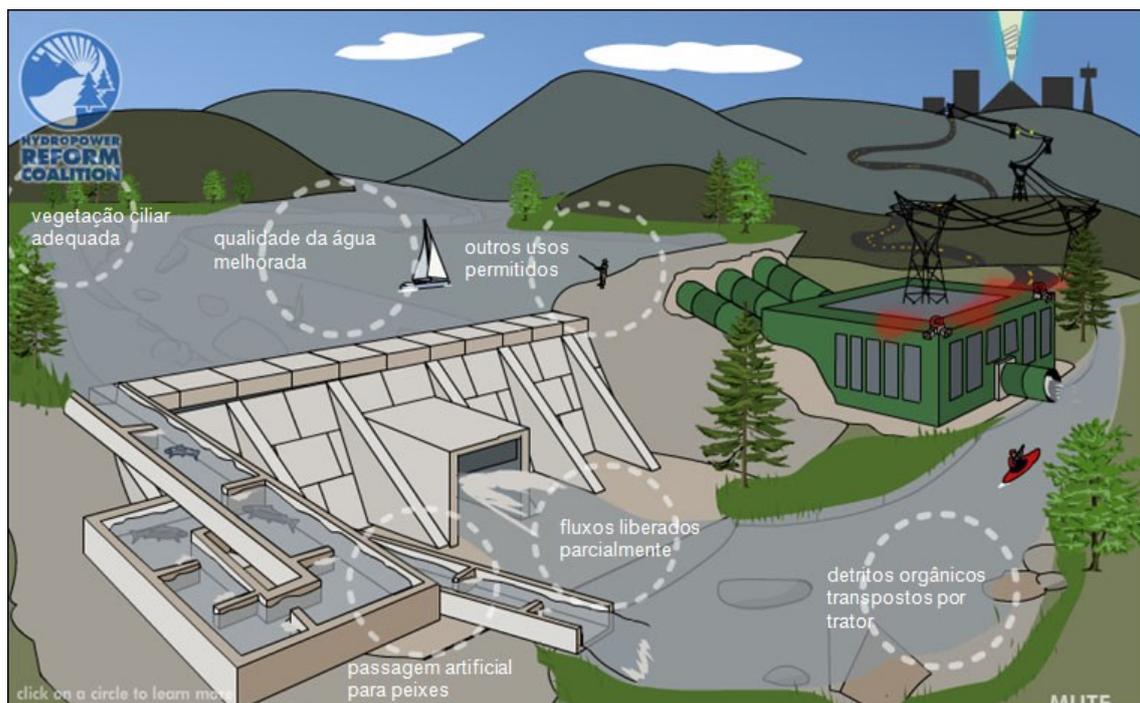


Figura 9.4.1.4 - Melhor situação de um aproveitamento hidrelétrico (Fonte: www.dameffects.org)

A passagem artificial para peixes migradores, a liberação de fluxos de água (vazão remanescente no trecho de vazão reduzida), o transporte de detritos orgânicos para jusante e a recomposição da vegetação ciliar são medidas que amenizam os impactos negativos. A eficácia dessas medidas depende de estudos ecológicos aprofundados e monitoramento constante. Em regiões com períodos de estiagem mais prolongados ou com déficit hídrico, essas medidas podem alcançar baixa eficácia.

Especialmente em relação aos impactos à ictiofauna, destaca-se a contribuição direta da FIPERJ - Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro para o PERHI, encaminhada após apresentação dos primeiros relatórios que subsidiam este Diagnóstico, em reunião do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. No texto encaminhado, a FIPERJ cita que "os principais problemas do rio Paraíba do Sul emergem das barragens e reservatórios" e apresenta as seguintes observações e sugestões:

"Tendo em vista a fragilidade desse sistema aquático de alta biodiversidade, em destaque a comunidade íctia, afetada diretamente pelo processo de represamento e degradação ambiental, são necessárias ações de manejo, a fim de minimizar os impactos das barragens, que historicamente incluem a construção de mecanismos de transposição (escadas, canais, elevadores), mas com resultados questionáveis na conservação da ictiofauna.

Impactos que devem ser considerados à ictiofauna em situações de represamento:

- perda de áreas de desova, de abrigo e de alimentação e prejuízo ao desenvolvimento de formas jovens;
- mudança do caráter do corpo d'água, de lótico para lêntico ou semi-lêntico, favorecendo espécies lacustres em detrimento das fluviais;
- redução do oxigênio dissolvido pela decomposição de matéria orgânica ou por eventual estratificação térmica da coluna d'água;
- eutrofização e deterioração da qualidade da água;
- instabilidade da oferta de recursos tróficos disponíveis;
- perda, extinção de espécie-chave em um determinado trecho ou na bacia hidrográfica como um todo.

Propostas de ações mitigadoras e compensatórias para a ictiofauna nas bacias hidrográficas no Estado do RJ:

- Monitoramento e avaliação da ictiofauna, levando em consideração estudos a montante e a jusante do empreendimento a ser licenciado.
- Conservação da ictiofauna e produção pesqueira:
 - Trabalhos de educação ambiental com a comunidade pesqueira local.
 - Estímulo para a construção de estações de aquicultura, com fins de repovoamento ("peixamento") das espécies mais afetadas de acordo com um estudo ambiental prévio.

As estações de aquicultura deverão também atender a outras finalidades, como, por exemplo:

- Caracterização limnológica;
- Caracterização ictiológica;
- Caracterização de áreas de reprodução de peixes em tributários."

Análises de impactos e medidas mitigadoras e compensatórias para os peixes, como essas indicadas pela FIPERJ, têm sido apresentadas em EIAs e em condicionantes de licenças ambientais de AHEs. No entanto, o nível de conhecimento sobre as espécies tem sido visto como insuficiente para consistentes análises de impactos e definições de ações. Em um estudo comparativo de dados sobre ictiofauna dos EIAs de 40 PCHs no estado de Minas Gerais, os autores identificaram que os levantamentos de campo e as análises de habitat foram insuficientes (Silve & Pompeu, 2008).

Da mesma forma, com relação aos impactos sociais dos aproveitamentos, o nível de conhecimento sobre as condições de vida das áreas rurais e urbanas atingidas (relações sociais, econômicas e histórico-culturais) parece não ser suficiente em EIA/Rimas, e a tendência parece ser de considerar relevante somente a necessidade de indenizações e/ou reassentamentos.

De modo geral, os impactos ambientais e sociais não chegam a ser considerados como impeditivos à instalação dos aproveitamentos hidrelétricos o conhecimento aprofundado sobre esses impactos tende a ser postergado para os programas de monitoramento, já com o empreendimento aprovado e instalado. No contexto de uma análise de impactos sinérgicos de várias hidrelétricas pretendidas em um mesmo rio ou bacia, todos os impactos devem ser analisados de modo integrado e considerando as tendências, perspectivas, desejos e interesses da sociedade local quanto ao desenvolvimento da região. Porém, com a premissa de que gerar energia para o desenvolvimento econômico do país é uma prioridade, não raro ainda se coloca a construção de hidrelétricas acima de outros usos dos recursos hídricos e dos impactos negativos que podem causar.

9.4.2. Normas de Licenciamento Ambiental

Neste item, apresenta-se resumidamente as principais normas federais e estaduais para licenciamento ambiental de AHE e, ainda, as iniciativas para instituir, na legislação ambiental do país, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) como instrumento de licenciamento ambiental. Essas e outras normas federais e estaduais são apresentadas detalhadamente no relatório RT-05, que deu origem a este capítulo.

9.4.2.1. Normas Federais

A partir da Política Nacional de Meio Ambiente, instituída em 1981 (Lei 6.938), e principalmente a partir da Resolução Conama nº 01/1986, que estabelece critérios e diretrizes gerais para Avaliação de Impacto Ambiental, têm sido instituídas diversas normas federais que regulamentam o licenciamento ambiental de competência federal e também estadual e municipal, com regras gerais. Entre as atividades que dependem de EIA/Rima para licenciamento ambiental, listadas na Res. Conama nº 01/1986, encontram-se as barragens e usinas hidrelétricas com mais de 10 MW.

Frente à importância e magnitude dos impactos das grandes usinas hidrelétricas, o Conama emitiu a Resolução nº 06/1987, específica para licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica, estabelecendo critérios e prazos para as licenças - LP, LI e LO - de empreendimentos hidrelétricos e também determinando que os estados devem estabelecer normas específicas para estes empreendimentos.

Da Resolução Conama 06/1987 destaca-se, especialmente, a determinação de que as informações do Inventário Hidroenergético devem ser transmitidas ao órgão estadual responsável pelo licenciamento, o que é fundamental, lembrando que o inventário deve analisar alternativas de aproveitamento e identificar o aproveitamento ótimo de uma bacia considerando também os impactos ambientais.

Outra norma específica e muito importante para o setor elétrico é a Resolução do Conama nº 279/2001, instituída em uma época de crise energética no país, visando agilizar o licenciamento das usinas de "pequeno potencial de impacto ambiental". Embora a Resolução 279 não estabeleça limite de potência, tem sido uma referência normativa para o licenciamento simplificado de usinas com até 10 MW.

9.4.2.2. Normas Estaduais

A Resolução Conama 06/1987, citada no item anterior, define que os órgãos estaduais "estabelecerão etapas e especificações adequadas às características dos empreendimentos objeto desta Resolução", que são os empreendimentos de geração de energia elétrica. No entanto, na legislação ambiental do estado do Rio de Janeiro não há uma norma específica que defina critérios e procedimentos para estudos de impacto ambiental, licenciamento ou gestão de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica.

A única referência a empreendimentos hidrelétricos, na legislação ambiental do estado, se encontra na Lei Estadual nº 1.356, de 03-10-1988, que dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação de Estudo de Impacto Ambiental. Usinas hidrelétricas com mais de 10 MW estão entre os empreendimentos para os quais o licenciamento depende de EIA/Rima, nos termos desta lei.

Encontram-se também critérios referentes a barragens e usinas hidrelétricas no atual Sistema de Licenciamento Ambiental - SLAM, instituído pelo Decreto nº 42.159/2009, que estabelece vários novos instrumentos de licenciamento, além das conhecidas licenças ambientais - LP, LI e LO - e determina o enquadramento das atividades sujeitas ao licenciamento, em 6 (seis) classes resultantes da interação entre o porte e o potencial poluidor.

Desde a criação do SLAM, os critérios para enquadramento das atividades, entre elas as barragens e usinas hidrelétricas, foram modificados algumas vezes. Também houve modificação nas classes, com a inclusão de um subnível para 5 das 6 classes, identificado por letras (A, B, C, D, E e F) e a identificação das classes em uma escala qualitativa de impacto (Insignificante, Baixo, Médio e Alto), conforme tabela 9.4.2.2.1.

Tabela 9.4.2.2.1 - Nova classificação do potencial de impacto das atividades sujeitas ao Licenciamento Ambiental no Estado do Rio de Janeiro

PORTE	POTENCIAL POLUIDOR			
	Insignificante	Baixo	Médio	Alto
Mínimo	Impacto Insignificante Classe 1	Baixo Impacto Classe 2A	Baixo Impacto Classe 2B	Médio Impacto Classe 3A
Pequeno	Impacto Insignificante Classe 1	Baixo Impacto Classe 2C	Baixo Impacto Classe 3B	Médio Impacto Classe 4A
Médio	Baixo Impacto Classe 2D	Baixo Impacto Classe 2E	Médio Impacto Classe 4B	Alto Impacto Classe 5A
Grande	Baixo Impacto Classe 2F	Médio Impacto Classe 3C	Alto Impacto Classe 5B	Alto Impacto Classe 6A
Excepcional	Baixo Impacto Classe 3D	Médio Impacto Classe 4C	Alto Impacto Classe 6B	Alto Impacto Classe 6C

Fonte: Resolução Inea nº 48, de 18-01-2012. Ob.: cor correspondente ao número da classe, utilizada neste relatório para facilitar a visualização dos critérios e escala de impactos potenciais.

Na tabela a seguir (tabela 9.4.2.2.2), observa-se que, de acordo com as normas mais recentes, os critérios e parâmetros para identificação do porte e do potencial poluidor são os mesmos para as três atividades relativas a hidrelétricas, listadas entre as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental - construção da barragem, implantação da usina e operação da usina. O porte dessas atividades é classificado em função da potência da usina e o potencial poluidor é classificado em função da área alagada.

Tabela 9.4.2.2.2 - Classificação mais recente das atividades relativas à produção de energia hidrelétrica, segundo as Resoluções Inea nº 52 (19-03-2012) e nº 53 (27-03-2012)

Atividade	Critério CE038		Parâmetros	Classificação
35.11.38 Construção de barragem para geração de energia.	Porte	Potência MW	até 1	pequeno
			> 1 até 10	médio
			> 10 até 100	grande
			> 100	excepcional
35.11.02 Implantação de usina hidrelétrica.	Potencial poluidor	Área alagada km ²	sem reservatório	baixo
			até 10	médio
			acima de 10	alto
35.11.06 Operação de usina hidrelétrica.				

Fontes: Resoluções Inea nº 52 (19-03-2012) e 53 (27-03-2012) com respectivos anexos nos Boletins de Serviços 56 e 59 e listas de códigos e de critérios, todos obtidos no *site* do Inea - www.inea.rj.gov.br.

Com base nos critérios apresentados nas tabelas 9.4.2.2.1 e 9.4.2.2.2, procurou-se identificar as classes de impactos de cada tipo de aproveitamento hidrelétrico. Observa-se, na tabela 9.4.2.2.3, que a maior parte dos aproveitamentos se enquadra em classes de Alto Impacto. Com Baixo Impacto, somente PCH com menos de 10 MW a fio d'água e CGH, admitindo-se, para esta, que não forme reservatório ou, se formar, não tenha mais de 10 km² de área alagada.

Tabela 9.4.2.2.3 - Possíveis enquadramentos em classes de impacto para licenciamento ambiental de aproveitamentos hidrelétricos, segundo os critérios definidos nas Resoluções do Inea nº 48, (18-01-2012), nº 52 (19-03-2012) e nº 53 (27-03-2012)

Tipo	Potência (MW)	Área alagada (km ²)	Estudo Amb.	Porte	Potencial Poluidor	Classe de Impacto
CGH	até 1	sem reserv.	RAS	pequeno	baixo	Baixo - 2C
	até 1	até 10	RAS	pequeno	médio	Baixo - 3B
PCH (1)	> 1 até 10	sem reserv.	RAS	médio	baixo	Baixo - 2E
		até 3	RAS	médio	médio	Médio - 4B
		> 3 até 10	RAS	médio	médio	Médio - 4B
		> 10 até 13	EIA	médio	alto	Alto - 5A
	> 10 até 30	sem reserv.	EIA	grande	baixo	Médio - 3C
		até 3	EIA	grande	médio	Alto - 5B
		> 3 até 10	EIA	grande	médio	Alto - 5B
		> 10 até 13	EIA	grande	alto	Alto - 6A
UHE ≤ 50 (2)	> 1 até 10	> 13	RAS	médio	alto	Alto - 5A
	> 10 até 50	> 13	EIA	grande	alto	Alto - 6A
UHE > 50 (2)	> 50 até 100	> 13	EIA	grande	alto	Alto - 6A
	> 100	> 13	EIA	excepcional	alto	Alto - 6C

OBS.: Para PCH e UHE ≤ 50 MW, as potências e áreas alagadas foram divididas para contemplar o critério federal e estadual que determina a exigência de EIA-RIMA para usinas com mais de 10 MW e os critérios da ANEEL, que são: (1) - Resolução ANEEL 652/2003 que enquadra como PCH, usinas com até 30 MW e reservatórios até 3 km², podendo ter até 13 km² sob condições especiais; (2) Lei 9.427, art. 26, inciso VI, que institui para usinas com até 50 MW o mesmo regime de autorização dado às PCHs, e Res. ANEEL 412/2010, que define normas para estas.

9.4.2.3. Avaliação Ambiental Estratégica ou Integrada

Apesar do grande conjunto de normas que regulam o licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos, o país ainda carece de respaldo legal que exija e garanta os meios para a efetiva elaboração de estudos de impactos sinérgicos e cumulativos de empreendimentos, o que já se conhece como Avaliação Ambiental Estratégica - AAE ou Avaliação Ambiental Integrada - AAI e outros nomes similares, com objetivos pouco distintos.

No setor elétrico, a Empresa de Estudos Energéticos - EPE vem realizando essas avaliações, no âmbito de estudos de Inventário Hidroelétrico de grandes bacias alvo de interesse prioritário do setor. Do ponto de vista dos impactos sinérgicos, a fase de Inventário Hidroelétrico de uma bacia hidrográfica, na qual são identificados os melhores locais de barramento para aproveitamento do potencial hidroenergético - o chamado "aproveitamento ótimo" - não deveria ser concluída e aprovada pelo MME sem a realização de uma AAE ou AAI. O próprio Manual de Inventário Hidroelétrico, em sua última versão, insere a AAI entre as diretrizes para os estudos, indicando o escopo básico (MME/CEPEL, 2007) e, de acordo com a Portaria MME nº 372, de 01-10-2009, a observância das diretrizes do Manual é uma condição necessária para aprovação dos Inventários.

Vale ressaltar que, com exceção de usinas com até 1 MW (CGH), os projetos de aproveitamento hidrelétrico dependem da existência prévia de Inventário devidamente aprovado pelo órgão responsável no Ministério de Minas e Energia. Desse modo, nenhum projeto de PCH ou UHE pode ser sequer aceito para análise na ANEEL sem que o local e as dimensões do empreendimento tenham sido identificados, entre outros potenciais locais de aproveitamento hidrelétrico (ou como local exclusivo), em Inventário do rio ou bacia, previamente aprovado.

Com a exigência de aplicação das diretrizes do Manual de Inventário Hidroelétrico (MME/CEPEL, 2007), estaria garantido que nenhum projeto de PCH ou UHE seria definido e dimensionado sem que os impactos sinérgicos deste projeto na bacia fossem considerados entre os critérios de decisão sobre o "aproveitamento ótimo", no contexto da AAI indicada no Manual. No entanto, sem uma lei federal que torne obrigatória a AAE e defina claramente os critérios, as responsabilidades, os procedimentos, inclusive de participação social ainda na fase de Inventário, pouca garantia há de que AAEs e AAIs realizadas por iniciativa do próprio setor interessado nos empreendimentos sejam imparciais o suficiente para não carregar nas tintas dos impactos positivos, em detrimento de uma justa avaliação dos impactos negativos, que considere inclusive a necessidade de abrir mão de usinas atraentes do ponto de vista energético porém de alto impacto.

Na verdade, caberia mais apropriadamente ao MMA ou Ibama definir os critérios e verificar se os estudos de Inventário têm sido realizados com as devidas avaliações de impactos ambientais sinérgicos. Preferencialmente, deveria ser um pré-requisito para aprovação dos Inventários Hidrelétricos, que a AAI ou AAE fosse aprovada pelo MMA ou Ibama e pelos órgãos ambientais estaduais no caso de bacias de rios estaduais.

Na Câmara dos Deputados tramita um Projeto de Lei, PL 4.996/2013, que visa tornar a AAE mais um dos instrumentos legais previstos na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), como uma obrigatoriedade a ser exigida pelos órgãos licenciadores. Em sua argumentação, o autor, Deputado Sarney Filho (PV-MA), comenta iniciativas semelhantes que não avançaram, desde o PL 710/1988 do então Deputado Fábio Feldmann, e cita os impactos das PCHs no contexto das justificativas do PL.

No texto do PL 4.996/2013 há um artigo proposto que obrigaria o licenciador a exigir, no processo de licenciamento de empreendimentos similares ou conexos, ou situados na mesma área de influência, que as políticas, planos e programas, públicos ou privados, que lhes deram origem, sejam submetidos à AAE, condicionando então a Licença Prévia à viabilidade ambiental das políticas, planos e programas. Este dispositivo seria uma premissa legal para que o licenciamento de PCH e UHE passasse previamente por AAE do Inventário que definiu o "aproveitamento ótimo" na respectiva bacia.

A participação ampla da sociedade é uma tônica forte no texto proposto no referido PL 4.996/13, que inclui a previsão de mais de uma audiência pública durante a elaboração da AAE. Nesse sentido, vale destacar outro Projeto de Lei - o PL 4818/2012, de autoria do Deputado Arnaldo Jordy (PPS-PA) - que visava tornar obrigatória a participação de representantes de estados e municípios em todas as etapas de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos em seus territórios e também exigir que o licenciamento fosse "precedido de uma avaliação estratégica e integrada da bacia hidrográfica, de maneira a minimizar ou eliminar os impactos negativos de caráter econômico, social, cultural e ambiental sobre as populações e regiões diretamente afetadas pelas usinas".

No entanto, o PL 4.818/2012 foi retirado pelo próprio autor (em jun/2013), após parecer contrário apresentado pelo relator da Comissão de Minas e Energia da Câmara, o Deputado Davi Alcolumbre (DEM-AP), no qual argumenta que as proposições do PL já são contempladas por outros dispositivos, destacando as AAIs realizadas pela EPE. Os argumentos do relator seriam facilmente rebatidos, dado que não existem, de fato, instrumentos legais que tornem obrigatórias a participação social e a AAE (ou AAI) no processo decisório de licenciamento ambiental dos empreendimentos hidrelétricos.

No âmbito da legislação ambiental estadual, vale ressaltar que a Lei Complementar nº 3.111 (de 18-11-1998), determina que, quando houver mais de um EIA/RIMA para a mesma bacia hidrográfica, a Feema (hoje Inea) deve realizar uma análise conjunta dos impactos dos empreendimentos para definir "a capacidade de suporte do ecossistema, a diluição dos poluentes e os riscos civis, sem prejuízo das análises individuais dos empreendimentos". Teria sido mais apropriado que esta lei tornasse obrigatória a análise conjunta dos impactos de todos os empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental na mesma bacia. Restrita a empreendimentos que dependem de EIA/RIMA, a análise deixa de fora todas as usinas hidrelétricas com até 10 MW.

A referida Lei Estadual Complementar nº 3.111/98 também deveria ter sido mais detalhada ou regulamentada para especificar determinados critérios necessários à "análise conjunta", inclusive quanto ao recorte espacial (limite mínimo de tamanho de bacia ou de hierarquia fluvial) e também limite temporal da análise, dada a grande probabilidade de sempre haver mais de um empreendimento em licenciamento em alguma(s) bacia(s) no estado, principalmente na Região Metropolitana.

Porém, o mais relevante quanto à Lei 3.111 é a sua familiaridade (não efetivada) com uma AAE ou uma AAI, que poderia ter sido instituída na legislação estadual, como um instrumento de licenciamento ambiental em rios situados no seu território, o que obrigaria também o Ibama a exigir AAE ou AAI para empreendimentos em licenciamento nos rios federais situados no território fluminense. A propósito, a falta de observação da Lei nº 3.111/98 é uma das críticas do Ministério Público sobre o licenciamento de PCHs nos rios Preto e Paraíba, na divisa entre Rio de Janeiro e Minas Gerais (ver relatório RT-05, item 3.3.3).

9.5. Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro

Os dados apresentados neste item, obtidos nos *sites* da ANEEL e da ANA e nos órgãos de licenciamento ambiental (Ibama e Inea), foram **atualizados até maio de 2013**, quando foi concluído o levantamento de dados para o relatório RT-05.

9.5.1. Fontes de Energia Elétrica

A energia hidráulica sempre foi a principal fonte da energia elétrica produzida no Brasil e, apesar dos investimentos em outras fontes, as hidrelétricas ainda representam a maior parte (68%) da soma total de energia instalada no país. No entanto, no estado do Rio de Janeiro, os investimentos em energia nuclear e usinas termelétricas levaram estas a sobrepujarem as demais e o total de energia de fontes hidrelétricas passou a ter menor participação, representando hoje pouco mais de 17% da soma total de energia de todas as fontes exploradas no estado.

No gráfico a seguir (figura 9.5.1.1), observa-se que os investimentos mais recentes, representados pelas usinas em construção e pelas que já estão outorgadas, mas não começaram a ser construídas, somam mais energia de fonte termelétrica + nuclear do que de fonte hidrelétrica, que continuará representando 17% do total.

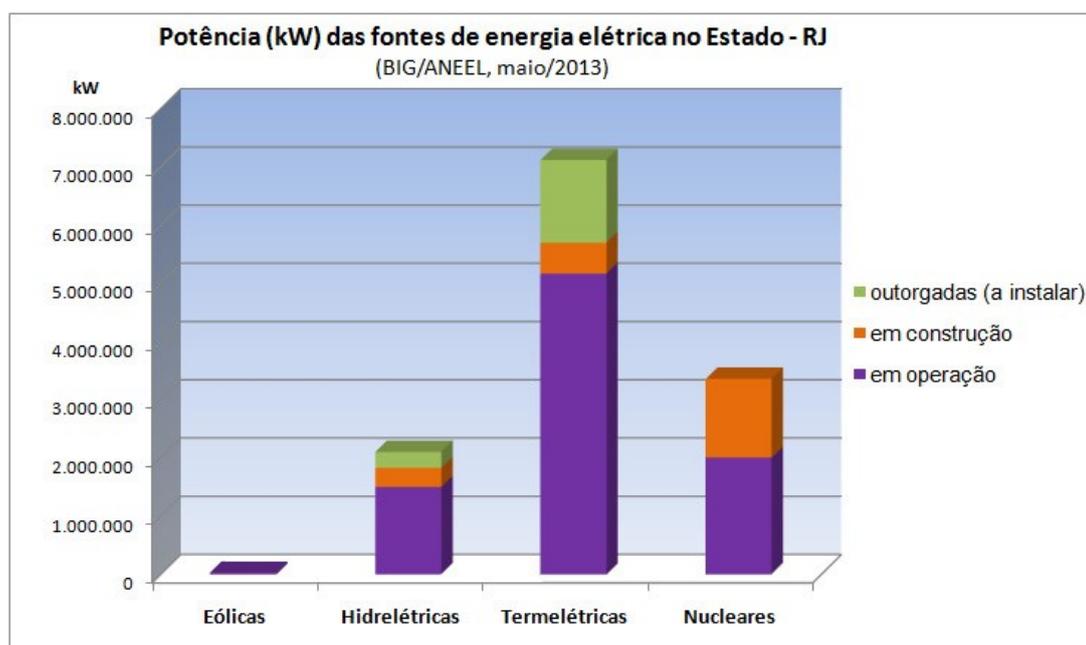


Figura 9.5.1.1 - Fontes de energia elétrica no estado do RJ, em operação, em construção e outorgadas (Fonte: Banco de Informações de Geração - BIG da ANEEL, maio/2013)

Com os novos empreendimentos, a capacidade de geração no estado será aumentada em 45%, passando de 8,7 GW de potência instalada atual para 12,6 GW, mantendo-se em 83% a participação das fontes termelétrica+nuclear.

9.5.2. Aproveitamentos instalados, em construção e planejados

Com o intuito de identificar todo o interesse do setor elétrico no potencial hidráulico dos rios do território estadual, além dos aproveitamentos instalados, em construção e outorgados, foram considerados também aqueles em planejamento, ainda não aprovados ou mesmo reprovados, bem como os que foram somente inventariados.

Com os dados obtidos até maio/2013, identificou-se o **total de 102 hidrelétricas** no estado, das quais **40 em operação**, **2 em construção**, **58 planejadas** e ainda duas antigas usinas fora de operação (PCHs Xavier e Catete, na bacia do rio Grande) por danos causados pelas enxurradas de jan/2011 na Região Serrana. As figuras 9.5.2.1 e 9.5.2.2 a seguir mostram que as PCHs estão em maior número, mas somam maior potência somente entre as usinas planejadas.

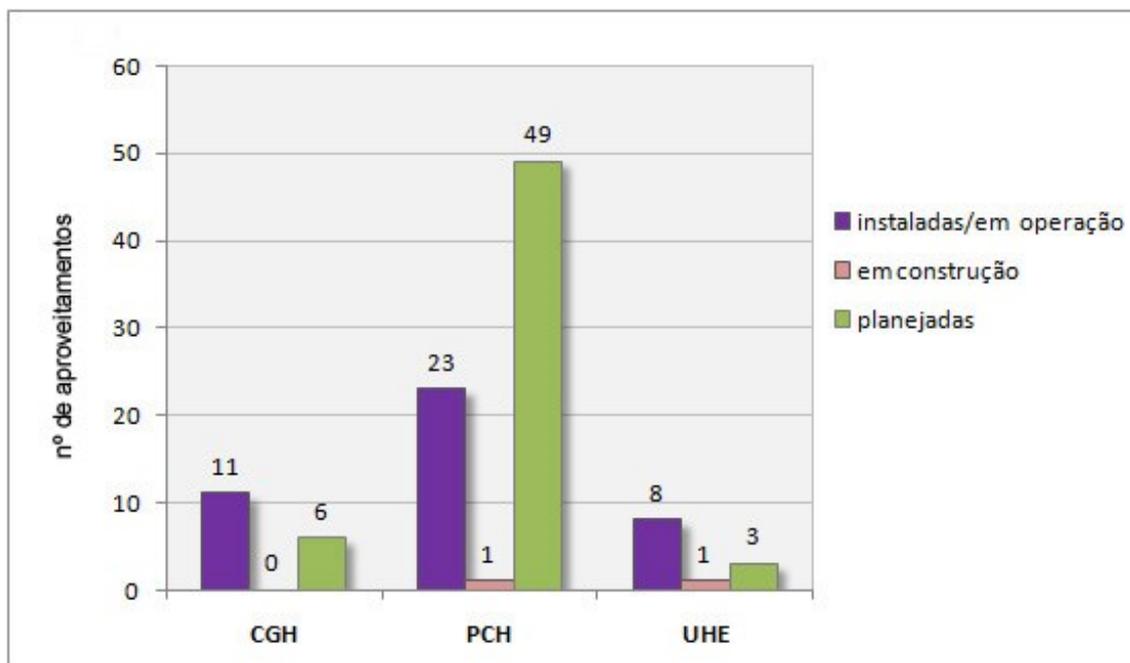


Figura 9.5.2.1 - Número de aproveitamentos hidrelétricos no estado do Rio de Janeiro, em operação e em construção/planejamento, por tipo (Fonte: ANEEL, Ibama e Inea)

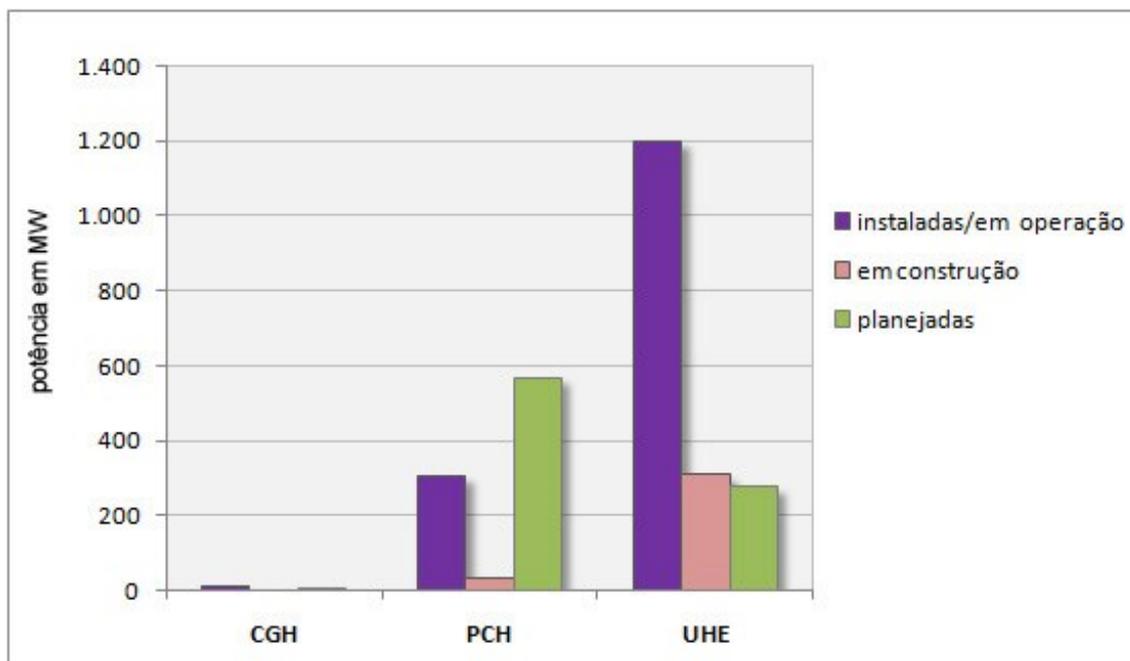


Figura 9.5.2.2 - Potência total dos aproveitamentos hidrelétricos no estado do Rio de Janeiro, em operação e em construção/planejamento, por tipo (Fonte: ANEEL, Ibama e Inea)

Nas tabelas 9.5.2.1 a 9.5.2.6 a seguir são apresentados os aproveitamentos por tipo, ordenados por fase: primeiro os que estão instalados e em construção, depois os planejados.

Tabela 9.5.2.1 - Usinas Hidrelétricas (UHE) instaladas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Ano de instalação	Potência kW
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Funil	1969	216.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Santa Cecília *	1953	34.960
Paraíba do Sul	Piraí	UHE Vigário *	1953	90.820
Guandu	Rib. das Lajes	UHE Nilo Peçanha	1953	380.030
Guandu	Rib. das Lajes	UHE Fontes Nova	1940	131.988
Guandu	Rib. das Lajes	UHE Pereira Passos	1962	100.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Simplício #	2013	305.700
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Ilha dos Pombos	1924	187.600
Itabapoana	Itabapoana	UHE Rosal	1999	55.000
Potência instalada total das UHEs em operação e construção no estado				1.196.398

Fonte: Dados da ANEEL e da LIGHT. *Usinas elevatórias. # em construção.

Tabela 9.5.2.2 - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) instaladas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Ano de instalação	Potência kW
Paraíba do Sul	Preto (Piabanha)	PCH Areal *	1953	18.000
Paraíba do Sul	Paraibuna	PCH Bonfante	2008	19.000
Paraíba do Sul	Paraibuna	PCH Monte Serrat	2009	25.000
Paraíba do Sul	Paraibuna	PCH Santa Fé I	2008	30.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Anta #	2013	28.000
Paraíba do Sul	do Braço (Piraí)	PCH Braço	2011	11.155
Paraíba do Sul	Piabanha	PCH Piabanha *	1908	9.000
Paraíba do Sul	Fagundes	PCH Fagundes *	1923	4.800
Paraíba do Sul	Negro	PCH Euclidelândia *	1949	1.400
Paraíba do Sul	Bengalas (Grande)	PCH Catete **	1929	(1.940)
Paraíba do Sul	Grande	PCH Xavier **	1956	(5.670)
Paraíba do Sul	Grande	PCH Santo Antônio	2012	8.000
Paraíba do Sul	Grande	PCH Santa Rosa II	2008	30.000
Paraíba do Sul	Grande	PCH São Sebastião do Alto	2011	13.200
Paraíba do Sul	Grande	PCH Caju	2011	10.000
Paraíba do Sul	Santíssimo (Grande)	PCH Tudelândia	2010	2.547
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH Comendador Venâncio	2006	1.870
Guandu	Ribeirão das Lajes	PCH Paracambi	2012	25.000
Macabu/Macaé	Macabu	PCH Macabu *	1950	21.000
Macaé	São Pedro	PCH Glicério *	1929	4.800
Itabapoana	Itabapoana	PCH Calheiros	2008	19.000
Itabapoana	Itabapoana	PCH Franca Amaral *	1961	4.500
Itabapoana	Itabapoana	PCH Pirapetinga	2009	20.000
Itabapoana	Itabapoana	PCH Pedra do Garrafão	2009	19.000
Potência total instalada das PCHs em operação e construção no estado				325.272

Fonte: Dados da ANEEL, do Ibama e do Inea. Obs.: * enquadradas como PCH pela Resolução ANEEL 3596/2012; ** com operação suspensa; # em construção.

Tabela 9.5.2.3 - Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) instaladas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Ano de instalação ¹	Potência kW
Guandu	Córrego Taireté	CGH Cascata	2006	320
Guandu	Macaco	CGH Serra	2009	1.000
Paraíba do Sul	Ribeirão das Antas	CGH Avelar	2009	1.000
Paraíba do Sul	Macuco	CGH Maravilha	2008	1.000
Paraíba do Sul	Negro	CGH Chave do Vaz	1927	680
Paraíba do Sul	Santo Antônio	CGH Hans	1998	298
Paraíba do Sul	Grande	CGH Bom Jardim	2012	140
Paraíba do Sul	Frades	CGH Lito Mendes	1996	50
Paraíba do Sul	Piabanha	CGH Petropolitana	1951	1.000
Paraíba do Sul	Bonito	CGH Rio Bonito	2011	440
Paraíba do Sul	das Flores	CGH Santa Rosa	sem inf.	640
Potência total instalada das CGHs em operação no estado				6.568

Fonte: Dados da ANEEL e Inea.

Obs: (1) – Ano de instalação ou de registro na ANEEL.

Tabela 9.5.2.4 - Usinas Hidrelétricas (UHE) planejadas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Outorgas e licenc. ambiental			kW
			ANEEL L	uso da água	Ibama ou Inea	
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Itaocara	outorga	sem inf.	LP Ibama em 2011	145.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Barra do Pomba	VB * aprov.	DRDH*	LP Inea negada	80.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	UHE Cambuci	VB * aprov.	DRDH*	LP Inea negada	50.000
Potência total instalada das UHEs planejadas						275.000

Fonte: ANEEL, ANA, Ibama e Inea. * VB - estudo de viabilidade; DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica; LP - licença prévia.

Tabela 9.5.2.5 - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) planejadas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Outorgas e licenc. ambiental			kW
			ANEEL	uso da água	Lic. amb.	
Paraíba do Sul	do Braço	PCH Lídice	PB rg-i	(f) sem inf.	(f) sem inf.	3.500
Paraíba do Sul	do Braço	PCH Fazenda Santana	autorizada	(f) outorga	(e) LI 2013	9.600
Paraíba do Sul	do Braço	PCH Enerc	INV ap	(f) sem inf.	(e) sem inf.	1.060
Paraíba do Sul	Preto	PCH Cachoeira da Fumaça	conc. antiga	(f) sem inf.	(f) arquivado	29.000
Paraíba do Sul	Preto	PCH Santa Rosa I	PB ap	(f) outorga	(f) LP 2011 vencida	17.280
Paraíba do Sul	Paraibuna	PCH Cabuí	PB ac	(f) DRDH	(f) TR LP (EIA 2012)	18.000
Paraíba do Sul	Piabanha	PCH Monte Alegre	aut. rev.	(e) outorga	(e) LI 2007 vencida	18.600
Paraíba do Sul	Piabanha	PCH Posse	aut. rev.	(e) outorga	(e) LI 2007 vencida	15.800
Paraíba do Sul	Piabanha	PCH São Sebastião	aut. rev.	(e) sem inf.	(e) LI 2007 vencida	17.200
Paraíba do Sul	Fagundes	PCH Secretário	PB ac	(e) sem inf.	(e) LP 2010 vencida	3.700
Paraíba do Sul	Preto	PCH Providência	PB ap	(e) sem inf.	(e) LP requerida	5.000

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Outorgas e licenc. ambiental			kW
			ANEEL	uso da água	Lic. amb.	
Paraíba do Sul	Preto	PCH Poço Fundo	Autorizada	(e) DRDH	(e) LP 2011 vencida	14.000
Paraíba do Sul	do Capim	PCH Capim	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) LP 2005 vencida	1.600
Paraíba do Sul	Paquequer	PCH Batatal	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) sem inf.	3.300
Paraíba do Sul	Paquequer	PCH Conde D'Eu	PB ac	(e) sem inf.	(e) LP requerida	8.200
Paraíba do Sul	Areias	PCH Pouso Alegre	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) sem inf.	4.600
Paraíba do Sul	Grande	PCH Boa Vista	PB ac	(e) sem inf.	(e) IT LP 2010	11.900
Paraíba do Sul	Grande	PCH Bonança	PB ac	(e) sem inf.	(e) LP 2009 vencida	5.500
Paraíba do Sul	Grande	PCH Jambo	Autorizada	(e) outorga	(e) LI parecer a favor 2012	17.280
Paraíba do Sul	Grande	PCH Novo Xavier	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) descartada	3.000
Paraíba do Sul	Grande	PCH Pimentel I	PB ac	(e) sem inf.	(e) descartada	7.400
Paraíba do Sul	Grande	PCH Rio Grandina	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) arquivado	8.000
Paraíba do Sul	Grande	PCH Sossego	PB ac	(e) sem inf.	(e) LP requerida	19.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Coqueiros	INV ac	(f) sem inf.	(f) LP requerida	26.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Louriçal	INV ac	(f) sem inf.	(f) LP requerida	26.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Sapucaia	INV ac	(f) sem inf.	(f) LP requerida	26.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Tocaia	INV ac	(f) sem inf.	(f) LP requerida	26.000
Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	PCH Malta	PB rg-i	(f) sem inf.	(e) sem inf.	26.400
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH Itaperuna	PB rg-i	(f) sem inf.	(e) sem inf.	8.400
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH Aré	PB ac	(f) sem inf.	(e) IT LP 2010	13.000
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH Paraíso	PB rg-a	(f) sem inf.	(e) sem inf.	7.200
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH São Joaquim	PB ac	(f) sem inf.	(e) LP requerida	11.000
Paraíba do Sul	Muriaé	PCH Italva	PB rg-i	(f) sem inf.	(e) sem inf.	8.800
Paraíba do Sul	Pomba	PCH Paraoquena	PB ac	(f) sem inf.	(f) sem inf.	13.700
Paraíba do Sul	Pomba	PCH Cachoeira Alegre	PB ac	(f) sem inf.	(?) sem inf.	11.600
Paraíba do Sul	Pomba	PCH Baltazar	PB ac	(f) sem inf.	(f) TR LP 2013	17.600
Paraíba do Sul	Pomba	PCH Aperibé	PB rg-i	(f) sem inf.	(?) sem inf.	7.200
Ariró	Ariró	PCH Ariró	PB rg-a	(f) sem inf.	(f) sem inf.	14.000
Inhomirim	da Cachoeira	PCH Bromélia	PB rg-i	(e) sem inf.	(e) sem inf.	1.010
Macaé	São Pedro	PCH Frade	INV ap	(e) sem inf.	(e) sem inf.	2.100
Imbé	Imbé	PCH Água Limpa Montante	INV ap rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	1.580
Imbé	Imbé	PCH Fazenda Boa Vista	INV ap rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	1.020
Imbé	Imbé	PCH Sítio Isaura	INV ap rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	1.580
Imbé	Imbé	PCH Fazenda Santa Elídia	INV ap rev e PB rg-rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	2.580
Imbé	Imbé	PCH Imbé	INV ap rev e PB rg-rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	8.330
Imbé	Imbé	PCH Vista Alegre	INV ap rev e PB rg-rev	(e) sem inf.	(e) sem inf.	3.360

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Outorgas e licenc. ambiental			kW
			ANEEL	uso da água	Lic. amb.	
Itabapoana	Itabapoana	PCH Bom Jesus	PB ac	(f) sem inf.	(f) TR LP 2010	5.000
Itabapoana	Itabapoana	PCH Nova Franca Amaral	Autorizada	(f) DRDH	(f) LP 2008 vencida	30.000
Itabapoana	Itabapoana	PCH Saltinho do Itabapoana	PB ac	(f) sem inf.	(f) TR LP 2010	5.000
Potência total instalada das PCHs planejadas						546.980

Fontes: ANEEL, ANA, Ibama e Inea. Legenda: INV - inventário; PB - projeto básico; VB - estudo de viabilidade; rg-a - registro ativo; rg-i - registro inativo; reg-rev - registro revogado; ac - aceito; ap - aprovado; rp - reprovado; rev - revogado; DRDH - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica; TR - termo de referência; IT - instrução técnica; LP - licença prévia; LI - licença de instalação; CA - certidão ambiental; ren. - em renovação. (f) federal; (e) estadual; sem inf. - sem informação disponível nas fontes.

Tabela 9.5.2.6 - Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) planejadas no estado

Bacia	Rio da Bacia	Hidrelétrica	Outorgas e licenc. ambiental			kW
			ANEE L	uso da água	Lic. amb. Inea	
Guandu	Parado (Piraí)	CGH Parado	sem inf.	sem inf.	LP requerida	1.000
Guandu	Santana	CGH Anzol	sem inf.	CA	LI 2011	800
Guandu	Santana	CGH Bambu	sem inf.	CA	LI 2011	998
Paraíba do Sul	Rib. das Areias	CGH Boa Sorte	sem inf.	sem inf.	LP requerida	1.000
Paraíba do Sul	Macuquinho	CGH Faz. São Luiz	registro	sem inf.	sem inf.	900
Paraíba do Sul	Negro	CGH Pedra Lavada	sem inf.	sem inf.	LI 2009 venc.	99
Potência total instalada das CGHs planejadas						4.698

Fonte: ANEEL e Inea. LP - licença prévia; LI - licença de instalação; CA - Certidão Ambiental.

Na figura 9.5.2.3, em seguida, consta a localização dos aproveitamentos.

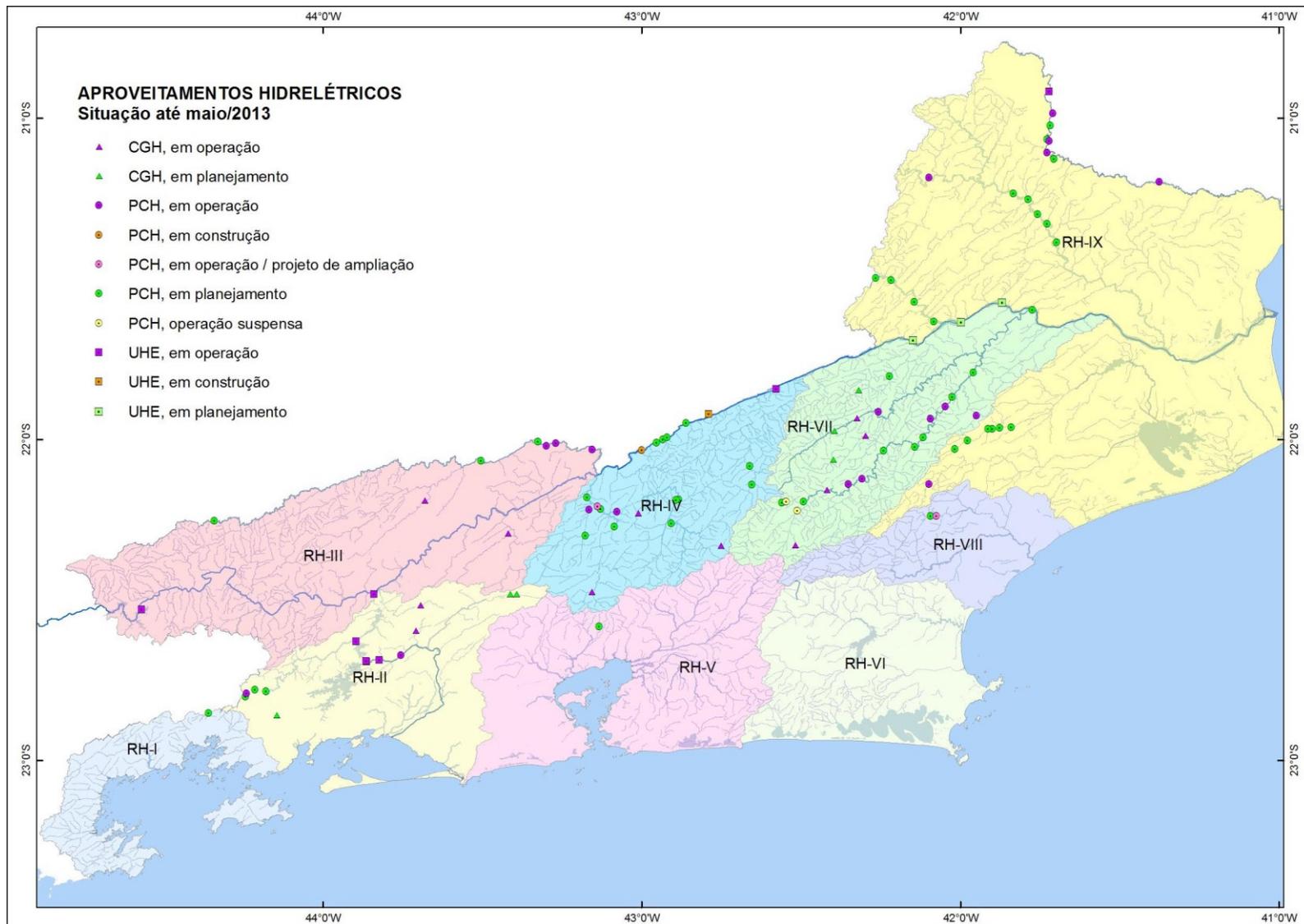


Figura 9.5.2.3 - Localização dos aproveitamentos hidrelétricos identificados (Fontes: ANEEL, Ibama e Inea)

A identificação das características técnicas, as descrições e as análises sobre os aproveitamentos e seus impactos nas bacias e Regiões Hidrográficas, bem como um mapa em maior escala, com a localização e identificação dos aproveitamentos, encontram-se no relatório completo sobre o assunto (RT-05). Em linhas gerais, destacam-se, nesta síntese, as seguintes observações:

- Na bacia do rio Paraíba do Sul está a maior parte dos aproveitamentos hidrelétricos (instalados, em construção e planejados, de todos os tipos).
- No rio Paraíba do Sul situam-se os únicos empreendimentos em construção, a PCH Anta e a UHE Simplício, que fazem parte do mesmo e maior projeto hidrelétrico previsto no estado do Rio de Janeiro - o Complexo de Simplício, em instalação no rio Paraíba do Sul, entre Três Rios (RJ) e Além Paraíba (MG), na RH-IV (Piabanha).
- Além da UHE Simplício, somente 3 UHEs estão planejadas no estado, todas também no rio Paraíba do Sul e, dessas, apenas a UHE Itaocara (145 MW) tem outorga da ANEEL e está em licenciamento ambiental, com LP do Ibama.
- As outras duas UHEs planejadas - Barra do Pomba e Cambuci - tiveram os estudos de viabilidade aprovados pela ANEEL, porém as LPs emitidas pelo órgão ambiental do estado foram revogadas e os novos pedidos indeferidos.
- Entre as numerosas PCHs planejadas no estado, poucas estão em situação legal próxima de poderem se instalar. Apenas 4 das 49 PCHs planejadas têm autorização outorgada pela ANEEL e, dessas, somente uma tem também a outorga de direito de uso dos recursos hídricos (emitida pela ANA) e a licença de instalação (LI) emitida pelo Inea - trata-se da PCH Fazenda Santana, no rio do Braço, afluente do rio Pirai. Também a PCH Jambo (no rio Grande) dispõe das outorgas da ANEEL e da ANA e o parecer favorável do Inea para LI.
- Em relação à distribuição dos aproveitamentos por Região Hidrográfica, observa-se que: as RHs II (Guandu) e III (Médio Paraíba do Sul) concentram as maiores e mais antigas hidrelétricas construídas no estado, responsáveis pela regularização e transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu; as RHs IV (Piabanha), VII (Dois Rios) e IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) têm os maiores números de aproveitamentos; a RH-VI (Lagos São João) é a única sem aproveitamentos, nem mesmo em fase de inventário; a RH-I (Baía da Ilha Grande) tem apenas um, planejado - uma PCH em fase de elaboração de projeto básico no rio Ariró, divisa RJ/SP; a RH-V (Baía de Guanabara) também tem apenas um aproveitamento, planejado, porém sem projeto; e a RH-VIII tem apenas duas PCHs, antigas, situadas no mesmo rio.
- Os rios com maior número de aproveitamentos (instalados, em construção e/ou planejados, de todos os tipos) são, em ordem decrescente: rio Grande, na RH-VII, com 16 aproveitamentos, incluindo 3 situados em afluentes; rio Paraíba do Sul, com 13; rio Piabanha e afluentes, com 13; rio Itabapoana, com 8; rio Muriaé, com 6; rios Preto/Paraibuna, com 6; rio Imbé, com 6, sendo que todas PCHs e identificadas em um inventário com a aprovação na ANEEL revogada; rio Negro, com 5; rio Pomba com 4; e rio do Braço, com 4.
- O rio Grande é o único que foi objeto de uma Avaliação Ambiental Integrada (AAI) das PCHs planejadas em seu curso principal. Em parecer técnico do Inea sobre esta AAI, concluiu-se pela inviabilidade ambiental de 2 PCHs, planejadas no trecho mais a jusante.

9.6. Recomendações

Neste item, são apresentadas recomendações básicas e preliminares, para discussão no âmbito do processo de elaboração e execução do PERHI, visando aprimorar os critérios e procedimentos para licenciamento ambiental e outorga de uso de recursos hídricos de empreendimentos hidrelétricos no estado do Rio de Janeiro.

9.6.1. Recomendações para o Licenciamento Ambiental

Considerando o grande número de usinas hidrelétricas existentes e planejadas em rios do estado do Rio de Janeiro, bem como a tendência de que novos aproveitamentos venham a ser objeto de interesse de empresas do setor elétrico no estado, e considerando as informações reunidas no relatório RT-05, sugere-se que:

- Nenhum empreendimento hidrelétrico seja licenciado no estado sem uma análise preliminar dos potenciais impactos sinérgicos e cumulativos causados pela exploração do conjunto de aproveitamentos existentes, planejados ou identificados em inventários na bacia na qual se insere o mesmo;
- O Inea e o Ibama unam esforços no sentido de realizar as análises de impactos sinérgicos em rios federais e nas divisas do estado;
- Seja elaborado um banco de dados e informações básicas sobre os aproveitamentos e os aspectos ambientais e sociais relevantes, para subsidiar a referida análise, com frequentes atualizações e revisões;
- Seja garantida a participação dos Comitês de Bacias na definição dos critérios e na análise dos impactos sinérgicos e dos impactos de cada empreendimento, especialmente quanto aos potenciais conflitos entre usuários das águas e as hidrelétricas; esta recomendação é válida também para CGHs;
- Seja elaborado um manual para licenciamento ambiental de AHE no estado e haja melhor divulgação das informações de licenciamento das hidrelétricas no Inea, com documentos emitidos pelo empreendedor, pareceres técnicos, atas de audiências públicas, inteiro teor das licenças ambientais, etc.;

As análises de impactos sinérgicos e cumulativos devem ser realizadas prioritariamente nas bacias dos rios do Braço, Preto/Paraibuna, Piabanha, Muriaé, Pomba e Itabapoana.

É importante também que sejam promovidos estudos e debates visando avaliar até que ponto é vantajoso investir em fonte hidrelétrica de energia no estado do Rio de Janeiro, tendo em conta o fato de que essa fonte representa apenas 17% da energia elétrica produzida no estado, frente aos impactos ambientais e sociais que o conjunto de empreendimentos hidrelétricos já causa e pode causar nos rios e bacias.

Esta questão colocada não pretende sugerir que os impactos de usinas termoelétricas e nucleares sejam menores que os de hidrelétricas. Trata-se de analisar a pertinência de mais hidrelétricas em um contexto no qual as outras fontes (já instaladas e aprovadas para instalação) representam 83% da energia produzida no estado e o grande número de novas hidrelétricas planejadas não vai alterar essa proporção. É recomendável também que esta avaliação estratégica de todo o setor elétrico, no contexto dos usos múltiplos da água do estado, verifique em que medida a produção de energia no estado atende às demandas de energia da população fluminense.

9.6.2. Recomendações para Outorga de Uso dos Recursos Hídricos por Aproveitamentos Hidrelétricos no Estado do Rio de Janeiro

As recomendações para os procedimentos de outorga de uso dos recursos hídricos por aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio estadual (RJ) são apresentadas sucintamente, a seguir. Os aspectos abordados podem contribuir para o aprimoramento das normas de outorga vigentes, em especial para a revisão da Portaria Serla no 591/2007, bem como para a concepção de um "Manual de Outorgas" que venha a ser elaborado para o estado do Rio de Janeiro. No relatório completo (RT-05), esses aspectos são comentados de forma mais extensa.

- **Vazão Remanescente**

O uso de 50% da $Q_{7,10}$ como vazão de referência para outorga deve ser revisto. Por se tratar de uma vazão exígua, com baixa probabilidade de ocorrer, impõe-se um limite muito restrito aos usuários e aos ecossistemas a jusante, que não leva em conta especificidades tais como as variações sazonais dos usos da água.

Recomenda-se avaliar a necessidade de modificar a vazão de referência e flexibilizar a vazão remanescente, priorizando as necessidades do trecho influenciado.

- **Transporte de sedimentos, assoreamento e vida útil**

O assoreamento de um reservatório é responsável pela redução da vida útil do mesmo, além de poder interferir na operação do aproveitamento hidrelétrico. Recomenda-se que o Inea e os responsáveis pelo empreendimento definam uma metodologia a ser utilizada nos estudos de assoreamento e de vida útil do empreendimento, em função dos dados necessários, dos dados disponíveis e das características do aproveitamento.

Ressalta-se ainda a necessidade de avaliação dos impactos sedimentológicos do trecho de vazão reduzida, devido às baixas vazões e à retenção de sedimentos pelo reservatório.

- **Estudos de remanso**

Recomenda-se a realização de estudos de remanso dos reservatórios, inclusive considerando-os assoreados, para identificar os impactos causados pela elevação dos níveis d'água naturais e subsidiar providências para sua mitigação/compensação. As simulações de remanso deverão contemplar vazões com tempos de recorrência de 5, 10, 25, 50, 100 e 1000 anos.

- **Defluências máximas e mínimas dos reservatórios**

Recomenda-se, nos procedimentos de outorga, considerar as informações produzidas pelo ONS sobre restrições operativas de aproveitamentos hidrelétricos com capacidade de regularização.

- **Disponibilidade hídrica**

Recomenda-se que as normas do Inea para emissão da DRDH e da outorga de direito de uso dos recursos hídricos definam o valor da vazão a ser subtraída da vazão natural afluente ao aproveitamento hidrelétrico, já acrescida de uma projeção futura de usos a montante. O mesmo para jusante. As projeções futuras devem considerar diferentes cenários de crescimento das demandas de usos múltiplos da água.

- **Outorga para aproveitamentos até 1 MW (CGH)**

Recomenda-se rever o critério de uso insignificante dado à CGH, considerando, tal como a ANA, que qualquer intervenção hidráulica pode ter impactos relevantes para outros usos de um corpo hídrico.

Essa mudança implica em alterações na Lei 4247/2003, na Portaria Serla 567/2007 e na Portaria Serla 591/2007.

- **Revisão da Portaria Serla 591/2007**

As principais modificações sugeridas referem-se aos artigos 4º e 5º da Portaria, nos seguintes aspectos:

Art. 4º - Sobre a lista de documentos a serem enviados pela ANEEL, junto com o pedido de DRDH ao Inea.

No inciso I consta: "parecer técnico da ANEEL com a análise do estudo hidrológico e do projeto básico com a devida aprovação".

Recomenda-se:

Retirar o inciso I ou modificar para: "Despacho da ANEEL referente ao aceite do projeto básico do empreendimento e cópia do estudo de inventário que identificou o aproveitamento".

Incluir na lista um item que se refira a dados para análise de demandas atuais e futuras, a montante e a jusante.

Sugere-se um contato direto do Inea com a ANEEL para consolidar a lista de documentos.

Art. 5º - Sobre critérios de análise para emissão da outorga.

Inciso I - "parecer técnico da ANEEL aprovando os estudos pertinentes ao projeto"

Recomenda-se retirar o item ou modificar para: "os dados fornecidos pela ANEEL nos documentos que acompanham o pedido de DRDH, listados no art. 4º e outros eventualmente solicitados pelo Inea".

Inciso II - "os usos atuais e planejados dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, de forma a elaborar o balanço hídrico".

Recomenda-se alterar para: "os usos atuais e planejados dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, de forma a avaliar o impacto e a inserção do empreendimento no contexto dos diversos usos existentes, planejados e possíveis em cenários de desenvolvimento, no prazo provável de concessão ou autorização dado pela ANEEL".

Inciso III – refere-se à vazão remanescente em 50% da $Q_{7,10}$

É preciso um estudo específico para definir outro critério para vazão remanescente, que, inclusive, leve em conta a sazonalidade.

Recomenda-se ainda um novo critério no art. 5º:

IV - "a consulta ao(s) Comitê(s) de Bacia(s) abrangido(s) pela bacia hidrográfica na qual se insere o empreendimento."

Pode-se também acrescentar um parágrafo que diga:

"Para a apreciação do(s) Comitê(s), a que se refere o inciso IV, o Inea encaminhará os dados do empreendimento e seu parecer técnico sobre a viabilidade da emissão da DRDH ou outorga e dará um prazo (de 30 ou 60 dias?) para que o Comitê se manifeste."

Outras recomendações de revisão da Portaria 591/2007 são apresentadas no relatório completo (RT-05), incluindo uma proposta de revisão do fluxograma citado no artigo 12 e colocado como anexo da portaria, com sugestões de fluxograma por tipo de AHE, que incorporam as mudanças sugeridas neste relatório, tais como a de emissão de outorga também para CGHs e a consulta aos Comitês de Bacias.

10. INTRUSÃO SALINA

O presente capítulo consiste na apresentação resumida dos resultados da avaliação da intrusão salina contidos no Relatório RT-07 – Estudos de Avaliação da Intrusão Salina.

O estudo tem como objetivo caracterizar as diferentes zonas das regiões estuarinas das principais bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, com base em dados secundários e auxílio de modelagem computacional.

O capítulo apresenta uma breve introdução ao trabalho; o sistema de modelagem adotado; os cenários modelados; os resultados obtidos com a aplicação da modelagem; a definição das zonas de restrição de outorgas e as conclusões do estudo.

10.1. Introdução

Um estuário pode ser definido como um corpo d'água costeiro que tem uma ligação **livre** com o mar, dentro do qual ocorre uma **mistura** mensurável de água doce de origem terrestre com água salgada do mar e se estende para montante até onde se pode medir efeito de maré nos níveis d'água. O termo "livre" remete à possibilidade da embocadura do estuário fechar de tempos em tempos. Já o termo "mistura" encontra-se destacado, pois nem sempre há água doce suficiente para se ter uma mistura significativa – como pode ocorrer em alguns rios durante as épocas de estiagem.

Os estuários possuem, basicamente, três regiões bastante características e que são de interesse para as atividades sócio-econômicas ao redor. Indo de montante para jusante, as regiões de interesse são:

- **ZNA – Zona de oscilação de níveis de água ou “cabeça do estuário”:** é o trecho a partir do qual se começa a registrar oscilações de nível com períodos típicos de marés.
- **ZIC – Zona de inversão de correntes:** é o trecho a partir do qual se registra inversão de sentido nas correntes por efeitos de maré, e que pode ficar a uma distância considerável para jusante da cabeça do estuário.
- **ZM – Zona de mistura:** é o trecho a partir do qual a água começa a ficar salobra, com valores de salinidade entre 0,5 e 30 ups.

O estudo teve como objetivo caracterizar as diferentes zonas – ZNA, ZIC e ZM, das regiões estuarinas das principais bacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, de modo a embasar tecnicamente decisões futuras no que diz respeito ao planejamento para o uso sustentável desses ecossistemas. A caracterização é feita com o auxílio de modelagem computacional, usando dados secundários, sem a utilização de levantamentos de campo para obtenção de dados primários.

10.2. Sistema de Modelagem Adotado

Os modelos utilizados no desenvolvimento dos serviços fazem parte do SisBaHiA[®] - **Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental**. O SisBaHiA[®] é continuamente ampliado e aperfeiçoado na Coppe/UFRJ desde 1987, através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa. Modelos do SisBaHiA[®] têm sido adotados em dezenas de estudos e projetos contratados junto à Fundação Coppetec envolvendo modelagem de corpos de água naturais.

10.3. Cenários Modelados

Neste trabalho cinco estuários foram caracterizados:

- Rio Paraíba do Sul.
- Rio Guandu/Canal de São Francisco.
- Rio São João.
- Rio Macaé.
- Baía de Guanabara, com foco nas bacias dos rios Iguaçu/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim.

Para cada um dos sistemas hídricos acima definidos foram caracterizadas as zonas estuarinas descritas anteriormente, considerando os seguintes cenários:

I. Cenário atual:

I.1 típico: Marés de sizígia e quadratura típicas em condições de estiagem;

I.2 extremo: considerando marés de sizígia com maré meteorológica de 7 dias com altura de 0,8 m, em épocas de estiagem. A subida da maré meteorológica levará 3 dias gerando sobre elevação de 0,8 m no nível médio do mar (NMM) em dia de maré de sizígia. A descida do NMM ocorrerá em 5 dias.

II. Cenário de 50 anos, com efeitos de mudanças climáticas: Considera-se que, por efeito de mudanças climáticas, os seguintes condicionantes serão alterados: Nível médio do mar estará mais alto que o atual em 0,5 m; Alturas de marés meteorológicas poderão chegar a 1,0 m; Vazões de estiagem poderão ser mais baixas.

II.1 típico: Marés de sizígia e quadratura típicas em condições de estiagem;

II.2 extremo: considerando marés de sizígia com maré meteorológica de 7 dias com altura de 1,0 m, em épocas de estiagem. A subida da maré meteorológica levará 3 dias gerando sobre elevação de 1,0 m no nível médio do mar, 0,5 m acima do atual, em dia de maré de sizígia. A descida do NMM ocorrerá em 5 dias.

A vazão de estiagem considerada para cada rio no Cenário Atual é a $Q_{7,10}$ (vazão mínima média de sete dias de duração e dez anos de recorrência). Para o Cenário de 50 anos, são utilizadas as vazões máximas outorgáveis no estado do Rio de Janeiro, que correspondem a 50% da $Q_{7,10}$.

Vale ressaltar que no presente estudo não foram utilizados cenários considerando vazões de cheia dos rios, uma vez que as piores condições ocorrerão, necessariamente, durante as épocas de estiagem. Entende-se por pior condição, o cenário em que o limite da Zona de Mistura avança mais para montante dos rios.

10.4. Resultados

Neste item são apresentados os resultados do modelo hidrodinâmico, acoplado ao de qualidade de água, para as cinco regiões estuarinas analisadas com o *SisBaHiA*[®]. A modelagem contemplou um período de 30 dias, em todos os casos, apresentando dois períodos de quadratura e sizígia.

Para o rio Paraíba do Sul é realizada uma análise mais detalhada a respeito das zonas de oscilação de níveis d'água (ZNA), de inversão de correntes (ZIC) e de mistura (ZM), enquanto que para as demais regiões estuarinas os resultados são apresentados de forma resumida.

10.4.1. Rio Paraíba do Sul

Para o estuário do rio Paraíba do Sul, os resultados obtidos são apresentados a seguir.

- Cenário atual – Típico (I.1)

Zona de oscilações de níveis de água – ZNA

Os resultados do modelo hidrodinâmico do *SisBaHiA*[®] para o cenário de marés típicas mostram que há efeitos de oscilação de níveis d'água além da região limite da modelagem – às margens da cidade de Campos de Goytacazes. Em marés de sizígia, tais oscilações atingem cerca de 30 cm.

Zona de inversão de correntes – ZIC

A figura 10.4.1.1 mostra o limite da zona de inversão de correntes para o cenário de marés típicas. Nela está representado o instante da maré de sizígia em que o limite da ZIC se estendeu mais para montante do rio Paraíba do Sul.

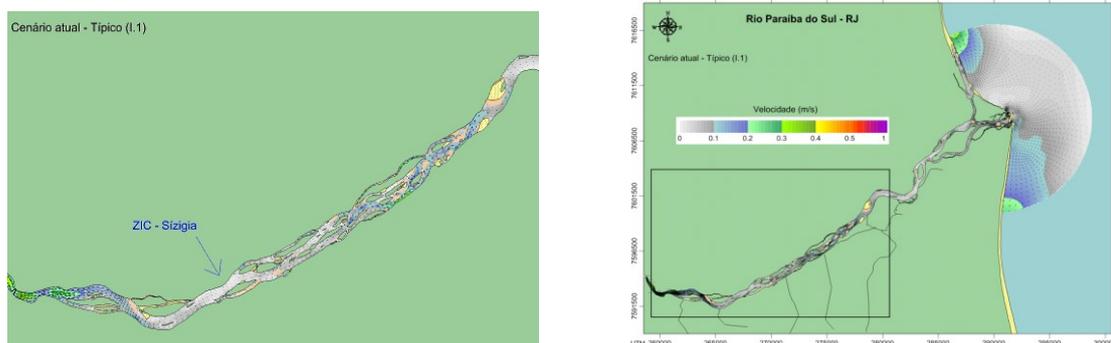


Figura 10.4.1.1 - Instante de maré de sizígia em que o limite da ZIC se estendeu mais para montante do rio Paraíba do Sul.

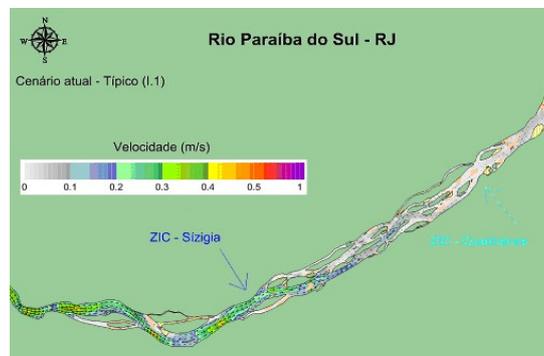


Figura 10.4.1.2 - Instante de maré de quadratura em que o limite da ZIC se estendeu mais para montante do rio Paraíba do Sul.

É interessante observar que a região entre a ZIC – Sizígia e a ZIC – Quadratura é justamente onde está a maior concentração de ilhas e bancos de areia do rio Paraíba do Sul. Essas formações ocorrem, pois é uma região preferencial para a sedimentação dos grãos carregados pelo estuário. Assim, essa constatação é uma forma de validação da batimetria.

Zona de Mistura

Para a determinação da zona de mistura (ZM), utilizou-se uma ferramenta do *SisBaHiA*[®] que permite determinar a porcentagem de ocorrência de salinidades maiores que 0,5 ups – limite inferior das águas salgadas. A figura 10.4.1.3 ilustra esse resultado para o cenário de marés típicas.



Figura 10.4.1.3 - Limite da intrusão salina no estuário do rio Paraíba do Sul.

A figura 10.4.1.4 resume os resultados encontrados das três zonas para o cenário em estudo. Destaca-se que para evitar o excesso de figuras, para os demais cenários será apresentada apenas uma figura resumo do mesmo tipo (figuras 10.4.1.5 a 10.4.1.7).



Figura 10.4.1.4 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Paraíba do Sul - Cenário atual: Típico (1.1)

- Cenário atual – Extremo (I.2)



Figura 10.4.1.5 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Paraíba do Sul - Cenário atual: Extremo (I.2)

- Cenário de 50 anos – Típico (II.1)



Figura 10.4.1.6 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Paraíba do Sul - Cenário de 50 anos: Típico (II.1)

- Cenário de 50 anos – Extremo (II.2)



Figura 10.4.1.7 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Paraíba do Sul - Cenário de 50 anos: Extremo (II.2)

10.4.1.1. Análise Parcial dos Resultados

Comparando-se os resultados obtidos em cada cenário, podem ser feitas as seguintes observações:

- A ZNA se apresentou fora dos limites de modelagem em todos os cenários simulados;
- Entre os cenários I.1 e I.2, as zonas ZIC-Sizígia se desloca de forma considerável para montante enquanto que a ZM permanece praticamente na mesma posição. O mesmo ocorre quando comparados os cenários II.1 e II.2;
- Como o foco da influência da maré meteorológica é sobre o período de sizígia, as alterações sobre a ZIC de quadratura foram desconsideradas, mesmo que a descida da maré meteorológica influencie no período de quadratura subsequente.
- Na comparação entre os cenários atuais (I.1 e I.2) e de 50 anos (II.1 e II.2), são observadas as maiores modificações nos limites de todas as zonas, que são deslocados para montante, podendo avançar até 5,5 km – limite das ZIC-Sizíguas;
- Mesmo na comparação entre o cenário mais conservador, I.1, e o mais extremo, II.2, o limite da ZM avança pouco para montante – na ordem de 1 km.

10.4.2. Rio Guandu/Canal de São Francisco

Neste estuário o limite da ZNA também ficou fora do domínio modelado. As figuras 10.4.2.1 a 10.4.2.4 apresentam os limites das zonas ZNA, ZIC e ZM para todos os cenários estudados.

- Cenário atual – Típico (I.1)

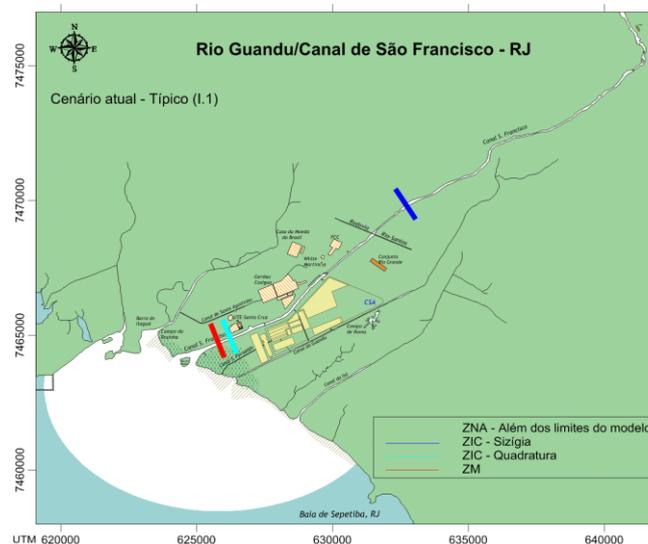


Figura 10.4.2.1 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Guandu/canal de São Francisco - Cenário atual: Típico (I.1)

- Cenário atual – Extremo (I.2)

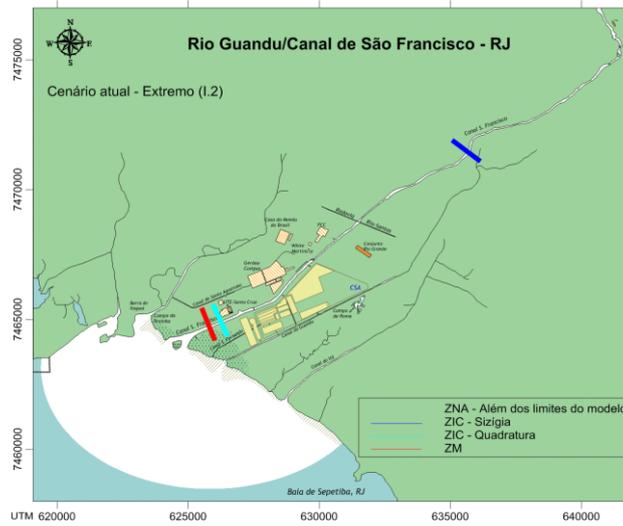


Figura 10.4.2.2 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Guandu/canal de São Francisco - Cenário atual: Extremo (I.2)

- Cenário de 50 anos – Típico (II.1)

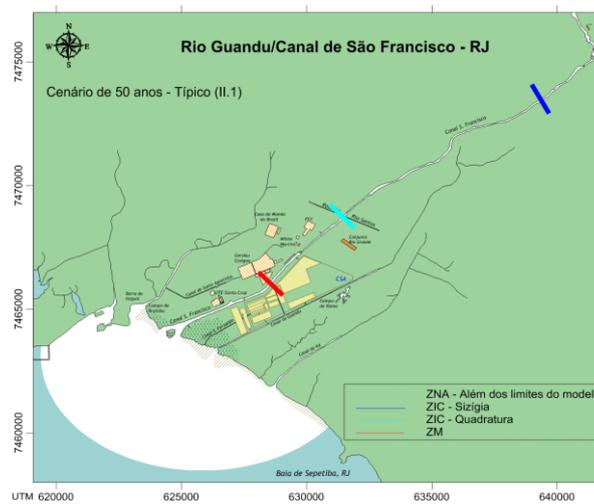


Figura 10.4.2.3 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Guandu/canal de São Francisco - Cenário de 50 anos: Típico (II.1)

- Cenário de 50 anos – Extremo (II.2)

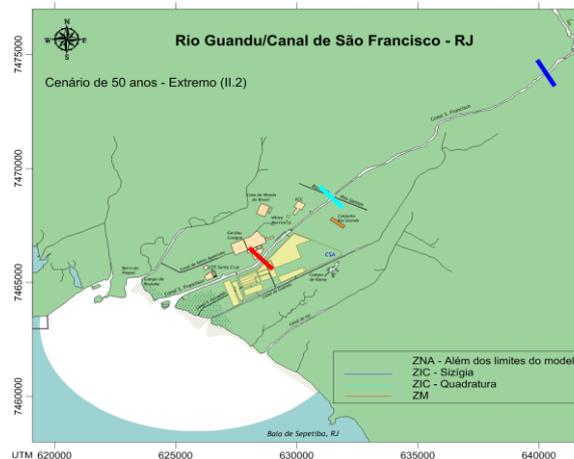


Figura 10.4.2.4 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Guandu/canal de São Francisco - Cenário de 50 anos: Extremo (II.2)

10.4.2.1. Análise parcial dos resultados

Comparando-se os resultados da modelagem de cada cenário, podem ser feitas as seguintes observações:

- A ZNA se apresentou fora dos limites de modelagem em todos os cenários simulados;
- entre os cenários I.1 e I.2, as zonas ZIC-Sizígia se desloca de forma considerável para montante enquanto que a ZM permanece praticamente na mesma posição. O mesmo ocorre nos cenários II.1 e II.2;
- como o foco da influência da maré meteorológica é sobre o período de sizígia, as alterações sobre a ZIC de quadratura foram desconsideradas, mesmo que a descida da maré meteorológica influencie no período de quadratura subsequente. Por isso, são consideradas apenas marés típicas de quadratura, de modo que a ZIC-Quadratura permanece na mesma posição quando comparados os cenários Típicos e Extremos.
- Quando comparados os cenários atuais (I.1 e I.2) e de 50 anos (II.1 e II.2), são observadas as maiores modificações nos limites de todas as zonas, que são deslocados para montante, podendo avançar até 7,5 km – limite das ZIC-Sizíguas.
- Mesmo na comparação entre o cenário mais conservador, I.1, e mais extremo, II.2, o limite da ZM avança pouco para montante – na ordem de 3 km.

10.4.3. Rio São João

As figuras 10.4.3.1 a 10.4.3.4 reúnem os limites das zonas ZNA, ZIC e ZM para todos os cenários estudados nas simulações do rio São João.

- Cenário atual – Típico (I.1)

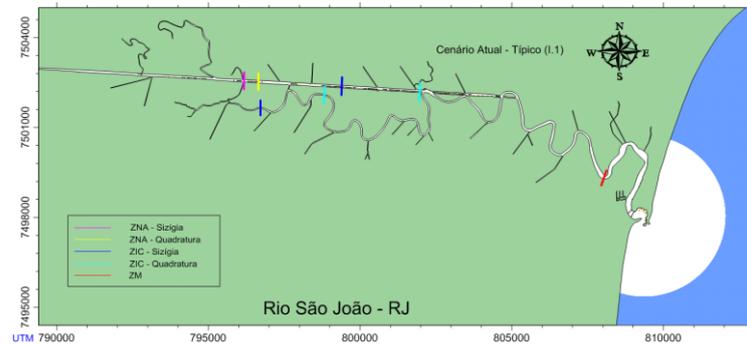


Figura 10.4.3.1 – Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio São João - Cenário atual: Típico (I.1)

- Cenário atual – Extremo (I.2)

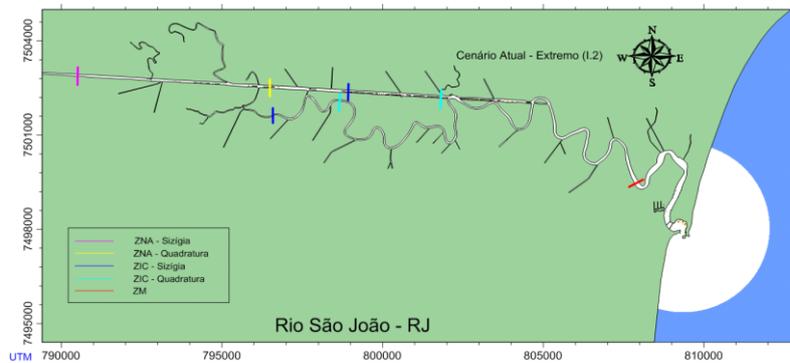


Figura 10.4.3.2 – Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio São João - Cenário atual: Extremo (I.2)

- Cenário de 50 anos – Típico (II.1)

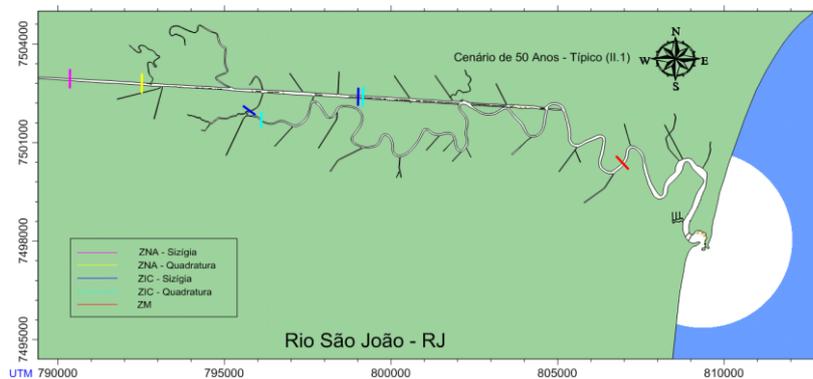


Figura 10.4.3.3 – Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio São João - Cenário de 50 anos: Típico (II.1)

- Cenário de 50 anos – Extremo (II.2)

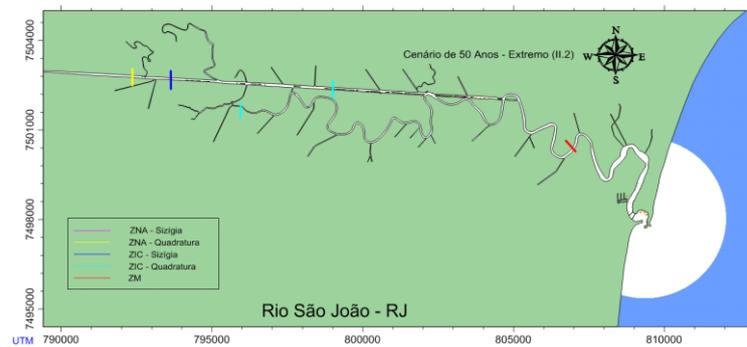


Figura 10.4.3.4 – Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio São João - Cenário de 50 anos: Extremo (II.2)

10.4.3.1. Análise parcial dos resultados

A análise dos resultados da modelagem do estuário do rio São João para os cenários estudados permitiu as seguintes considerações:

- Na análise entre os cenários típicos e os cenários extremos correspondentes, percebe-se que de uma maneira geral os limites estuarinos sofrem deslocamentos para montante na ocorrência de marés meteorológicas, embora para a Zona de Mistura isso não ocorra de forma pronunciada.
- Como o foco da influência da maré meteorológica é sobre o período de sizígia, as alterações sobre a ZNA e ZIC de quadratura foram desconsideradas, mesmo que a descida da maré meteorológica influencie no período de quadratura subsequente. Por isso, foram consideradas apenas marés típicas de quadratura, de modo que a ZNA-Quadratura e ZIC-Quadratura permanecem na mesma posição quando se compara os cenários típicos e extremos.
- Quando são comparados os cenários atuais (I.1 e I.2) e de 50 anos (II.1 e II.2), são observadas as maiores modificações nos limites de todas as zonas, que são deslocados para montante, podendo avançar até 6 km – limite das ZIC-Sizígias.
- Analisando os cenários, atual e futuro, nota-se que os deslocamentos são mais pronunciados que quando se está comparando os cenários típicos e críticos, especialmente no que diz respeito à intrusão salina que apresentou deslocamento para montante da ordem de 2 km.

10.4.4. Rio Macaé

As figuras 10.4.4.1 a 10.4.4.4 reúnem os limites das zonas ZNA, ZIC e ZM para todos os cenários estudados nas simulações do rio Macaé.

- Cenário atual – Típico (I.1)

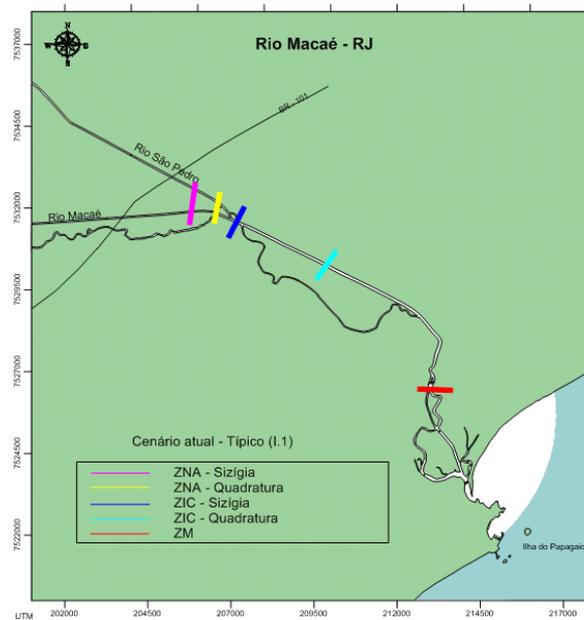
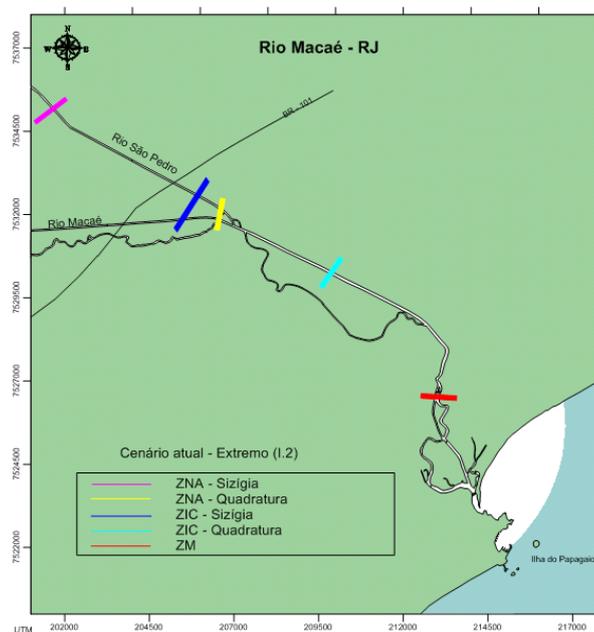


Figura 10.4.4.1 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Macaé - Cenário atual: Típico (I.1)

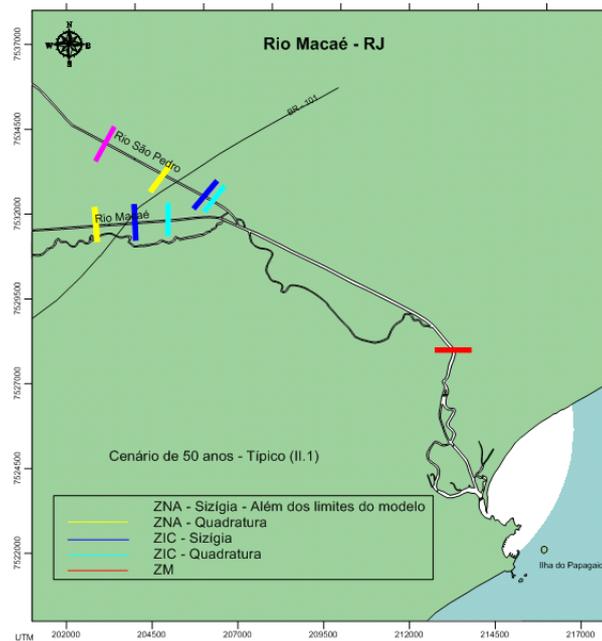
- Cenário atual – Extremo (I.2)



Obs: A ZNA – Sizigia no trecho do rio Macaé fica a montante do limite do domínio de modelagem

Figura 10.4.4.2 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Macaé. Cenário atual: Extremo (I.2)

- Cenário de 50 anos – Típico (II.1)



Obs: A ZNA – Sizígia no trecho do rio Macaé fica a montante do limite do domínio de modelagem.

Figura 10.4.4.3 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Macaé - Cenário de 50 anos: Típico (II.1)

- Cenário de 50 anos – Extremo (II.2)



Figura 10.4.4.4 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rio Macaé - Cenário de 50 anos: Extremo (II.2)

10.4.4.1. Análise parcial dos resultados

A análise dos resultados da modelagem de cada cenário possibilitou as seguintes considerações:

- Entre os cenários I.1 e I.2, a ZIC e a ZNA, em condições de sizígia, se deslocam de forma considerável para montante. O mesmo ocorre quando comparados os cenários II.1 e II.2.
- Como o foco da influência da maré meteorológica é sobre o período de sizígia, as alterações sobre a ZNA e ZIC de quadratura foram desconsideradas, mesmo que a descida da maré meteorológica influencie no período de quadratura subsequente. Por isso, foram consideradas apenas marés típicas de quadratura, de modo que a ZNA-Quadratura e ZIC-Quadratura permanecem na mesma posição quando se comparam os cenários Típicos e Extremos.
- Na comparação entre os cenários atuais (I.1 e I.2) e de 50 anos (II.1 e II.2) são observadas modificações nos limites de todas as zonas, que são deslocados para montante.
- Mesmo na comparação entre o cenário mais conservador, I.1, e o mais extremo, II.2, o limite da ZM avança pouco para montante – na ordem de 1.9 km.

10.4.5. Baía de Guanabara – Rios Iguaçu/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim

As figuras 10.4.5.1 a 10.4.5.4 reúnem os limites das zonas ZNA, ZIC e ZM para todos os cenários estudados nas simulações dos rios Iguaçu/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim.

- Cenário atual – Típico (I.1)

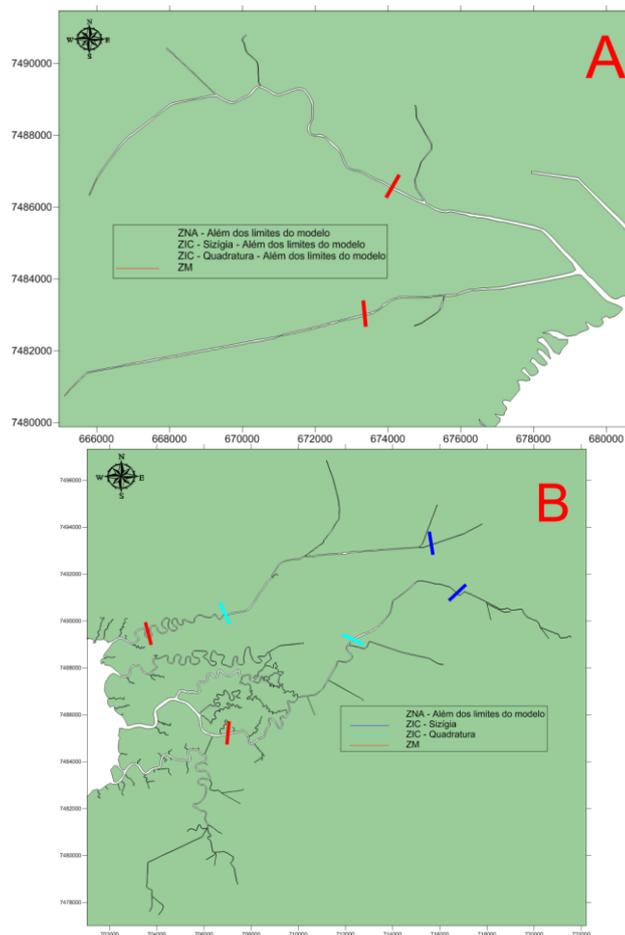


Figura 10.4.5.1 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM Rios Iguaçu/Sarapuí (A), Caceribú e Guapimirim (B) - Cenário atual: Típico (I.1)

Cenário atual – Extremo (I.2)

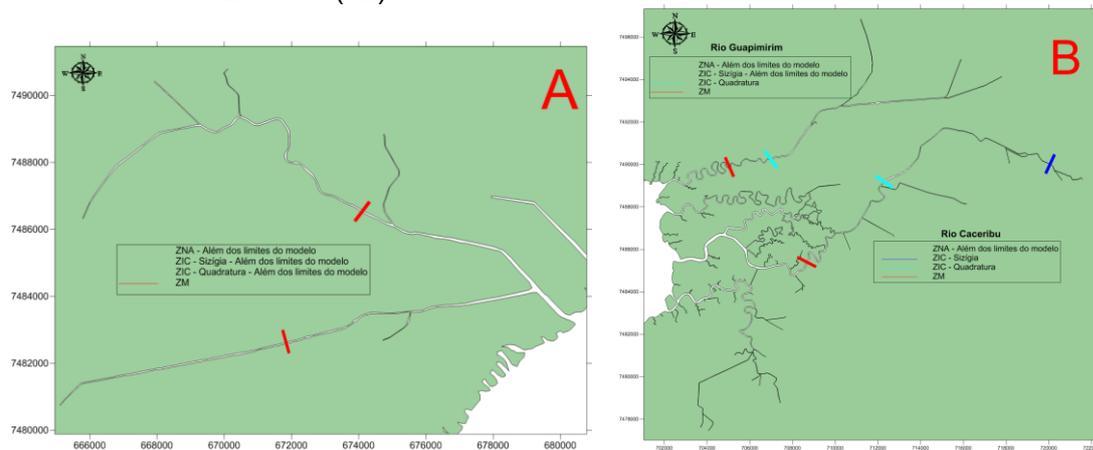


Figura 10.4.5.2 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rios Iguazu/Sarapuí (A), Caceribú e Guapimirim (B) - Cenário atual: Extremo (I.2)

- Cenário de 50 anos – Típico (II.1)

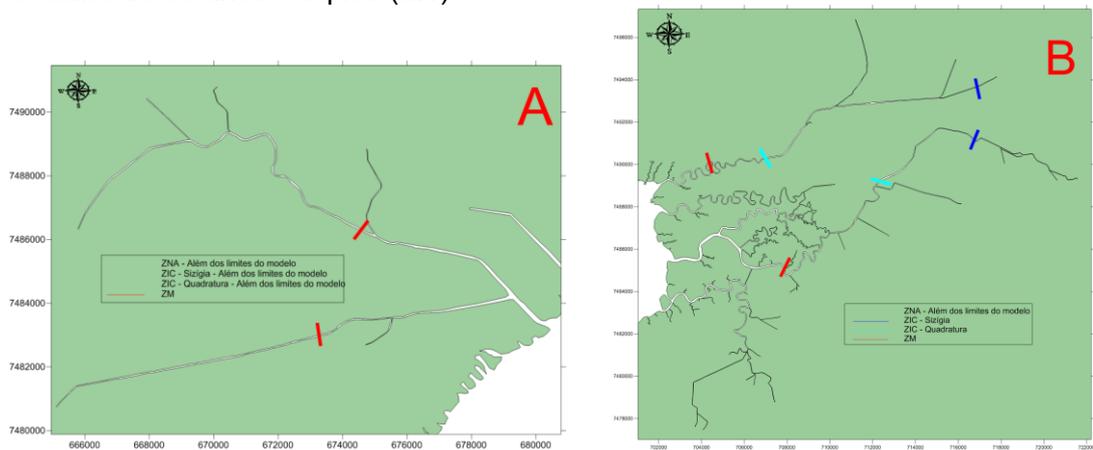


Figura 10.4.5.3 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rios Iguazu/Sarapuí (A), Caceribú e Guapimirim (B) - Cenário de 50 anos: Típico (II.1)

- Cenário de 50 anos – Extremo (II.2)

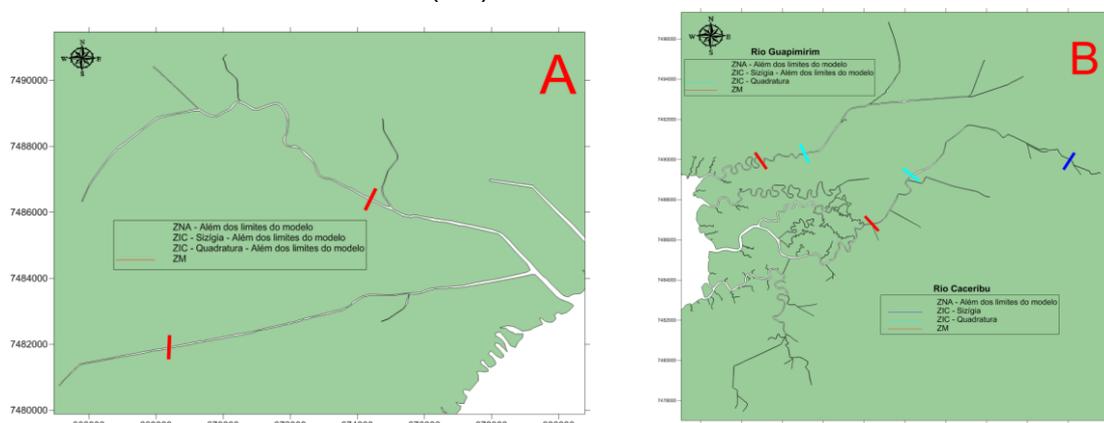


Figura 10.4.5.4 - Limites das três zonas – ZNA, ZIC e ZM
Rios Iguazu/Sarapuí (A), Caceribú e Guapimirim (B) - Cenário de 50 anos: Extremo (II.2)

10.4.5.1. Análise parcial dos resultados

Comparando-se os resultados obtidos em cada cenário, podem ser feitas as seguintes observações:

- Entre os cenários I.1 e I.2, as zonas ZIC-Sizígia e ZM se deslocam de forma bastante pronunciada para montante, evidenciando a influência das marés meteorológicas sobre a hidrodinâmica local. O mesmo ocorre na comparação dos cenários II.1 e II.2.
- Como o foco da influência da maré meteorológica é sobre o período de sizígia, as alterações sobre a ZIC de quadratura foram desconsideradas, mesmo que a descida da maré meteorológica influencie no período de quadratura subsequente. Por isso, na plotagem dos resultados foram consideradas apenas marés típicas de quadratura, de modo que a ZIC-Quadratura permanece na mesma posição quando comparados os cenários Típicos e Extremos.
- Na comparação entre os cenários atuais (I.1 e I.2) e de 50 anos (II.1 e II.2), são observadas as maiores modificações nos limites de todas as zonas, que são deslocados para montante, fazendo inclusive com que a ZIC-Sizígia se desloque para além dos limites do modelo em alguns rios.

Na comparação entre o cenário mais conservador, I.1, e o mais extremo, II.2, o limite da ZM avança aproximadamente 5,5 km para montante do rio Caceribú.

10.5. Definição de Zona de Restrição de Outorga

Como regra, os trechos de rios onde ocorrem misturas com água do mar não deveriam estar sujeitos à outorga, pelo fato de o órgão gestor não poder garantir o acesso à água doce. Nesse sentido, é recomendável que o Inea não outorgue usos da água cujas captações se localizem em zonas estuarinas.

Embora a legislação brasileira não aborde com clareza esse aspecto, verifica-se que o sistema nacional de recursos hídricos foi estruturado para a outorga de água doce. A despeito desse fato, os sistemas de gestão de vários estados brasileiros e do estado do Rio de Janeiro não dispõem de critérios técnicos claros sobre a outorga nessas situações.

Não obstante, o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia dos rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim, concluído em 2006, tratou objetivamente dessa questão, propondo uma zona de restrição de outorga no canal de São Francisco para a orientação dos procedimentos de outorga na bacia.

Com base nesta experiência, propõe-se que o Inea adote a mesma orientação para todas as bacias estuarinas do estado. Neste trabalho cinco estuários foram caracterizados: rio Paraíba do Sul; rio Guandu/Canal de São Francisco; rio São João; rio Macaé e Baía de Guanabara, com foco nas bacias dos rios Iguaçu/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim.

Conforme demonstrado nas simulações, a penetração da cunha salina depende de inúmeras variáveis. Os limites a montante das três zonas, ZNA, ZIC e ZM, podem mudar consideravelmente de posição ao longo do ciclo hidrológico e do mês lunar. Em épocas de chuvas e cheias os limites são empurrados para jusante, pela maior vazão fluvial, e avançam para montante em épocas de estiagem. Em um dado mês, tipicamente, durante as fases de marés de sizígia, na lua nova e lua cheia, os limites ficam mais para montante. Opostamente, nas marés mais fracas de quadratura, quarto crescente e quarto minguante, os limites tendem a ficar mais para jusante.

Para a definição da zona sujeita à restrição de outorga, adotou-se o Cenário Atual I.2, conforme descrito no item 10.3. Esse cenário considerou a ocorrência simultânea de marés de sizígia com maré meteorológica de 7 dias com altura de 0,8 m, em épocas de estiagem. É, portanto, uma condição extrema, mas possível de ocorrer nas condições atuais.

Entretanto, para se definir uma zona com restrição de outorga é necessário estabelecer um critério operacional, que poderia ser, por exemplo, limitar a extensão da zona com base na presença de no mínimo 0,5 g/l de sal, com permanência, por exemplo, em 30% do tempo. Por segurança, deve ser adotado o cenário que considera a duração de marés de sizígia, efeitos meteorológicos e estiagem fluvial. As figuras 10.5.1 a 10.5.6 indicam como ficariam as zonas de restrição de outorga caso seja adotado o critério sugerido.

A dispensa de outorga, por seu turno, não eliminaria a exigência de o lançamento ou diluição de poluentes pelos empreendimentos estarem em conformidade com a legislação ambiental e o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso. Da mesma forma, deveria ser exigido o cadastramento desses usos junto ao órgão gestor para o pleno controle da atividade.

Essas recomendações objetivam dispensar de outorga a implantação de tomadas d'água de empreendimentos usuários de água bruta que admitam a utilização de água salgada ou salobra em seus processos produtivos. No entanto, é necessário que os empreendimentos que usam água em processos menos exigentes capturem água de fundo, evitando que parte da água doce seja utilizada em processos menos nobre e não outorgado.

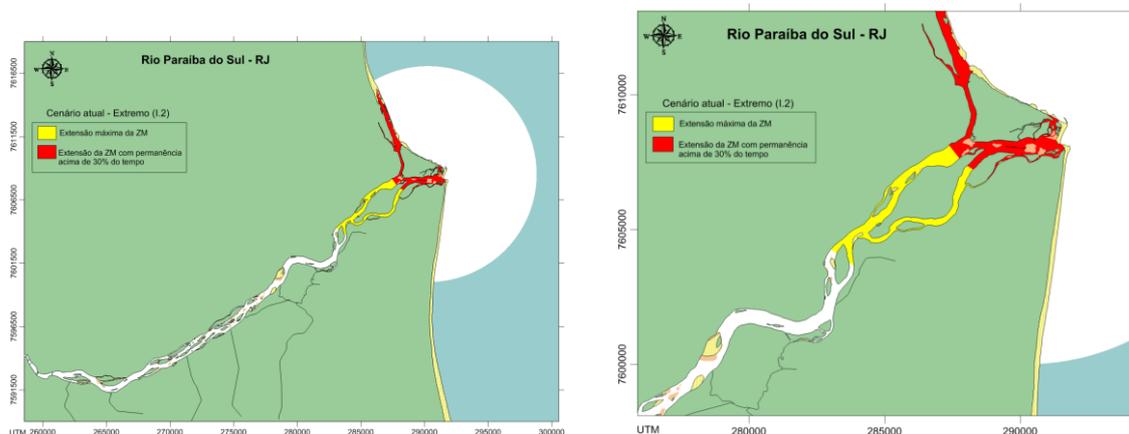


Figura 10.5.1

Rio Paraíba do Sul

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 10 km a partir da foz

Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 4 km a partir da foz

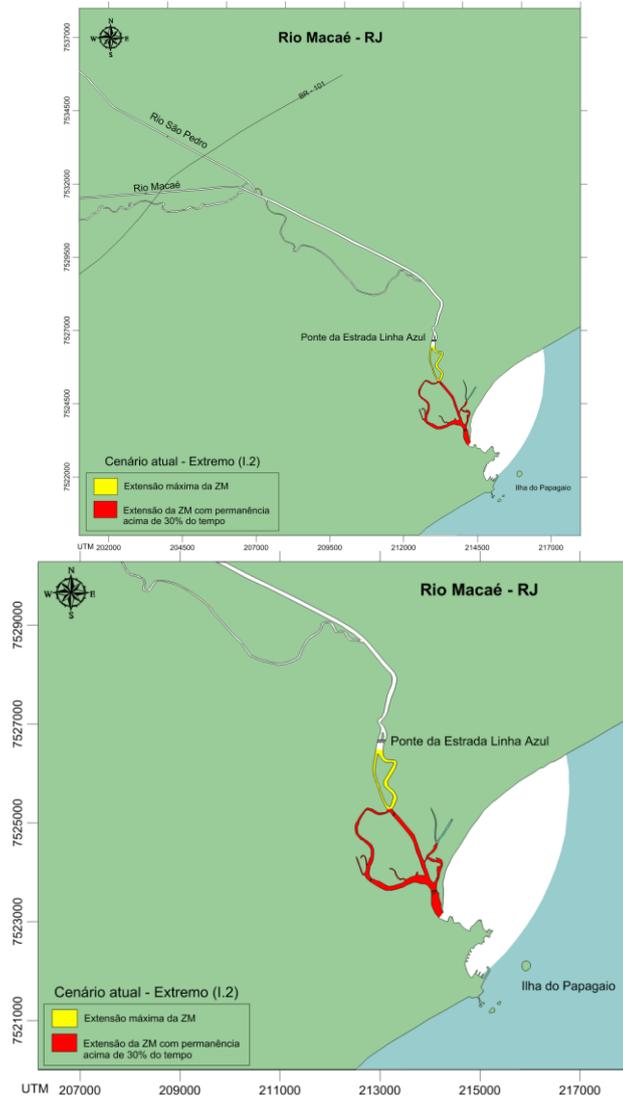


Figura 10.5.2

Rio Macaé

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 3,5 km a partir da foz (na altura da Ponte da estrada Linha Zul)

Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 2,5 km a partir da foz

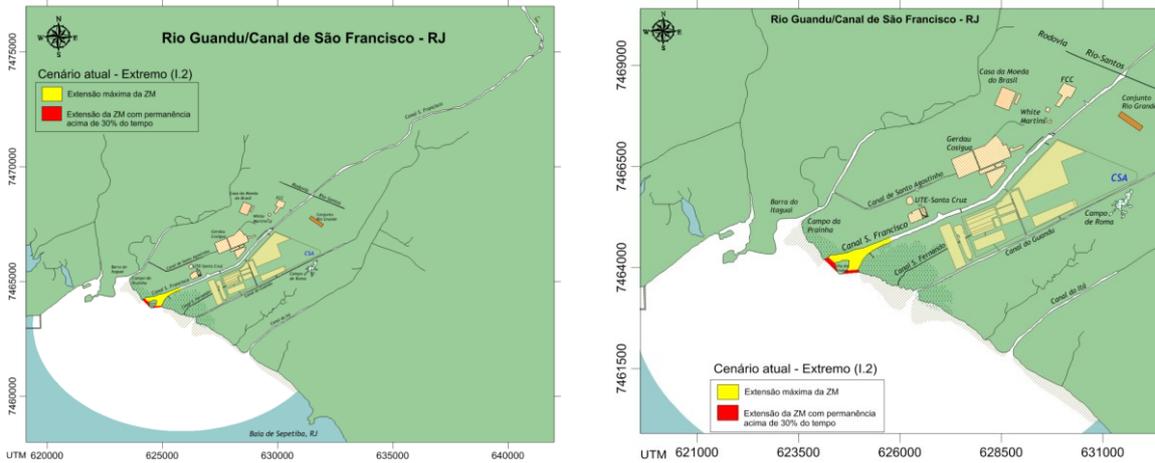


Figura 10.5.3

Rio Guandu/Canal de São Francisco

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 1,5 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 150 m a partir da foz

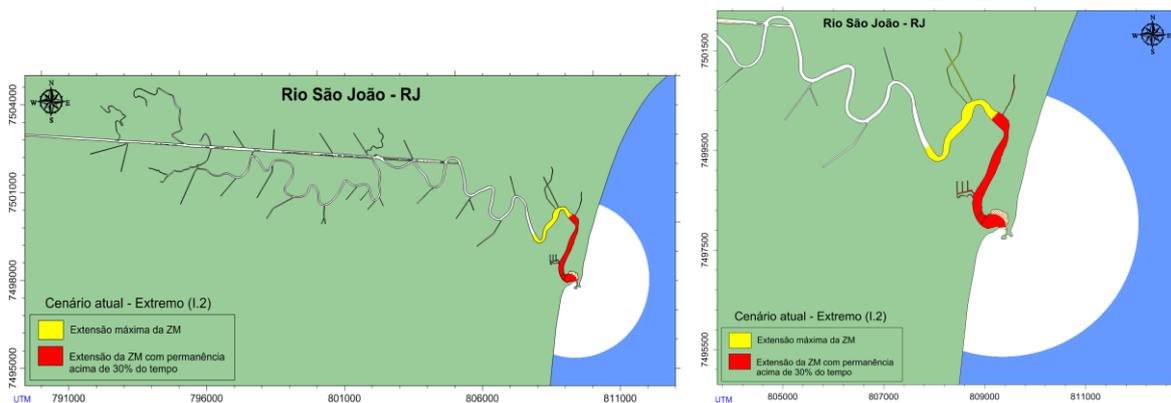


Figura 10.5.4

Rio São João

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 5 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 2,7 km a partir da foz

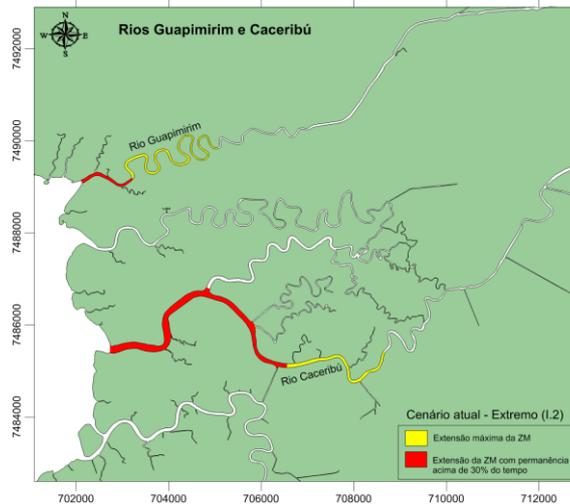


Figura 10.5.5

Rio Guapimirim

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 6,5 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 1,2 km a partir da foz

Rio Caceribú

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 8 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 5,5 km a partir da foz

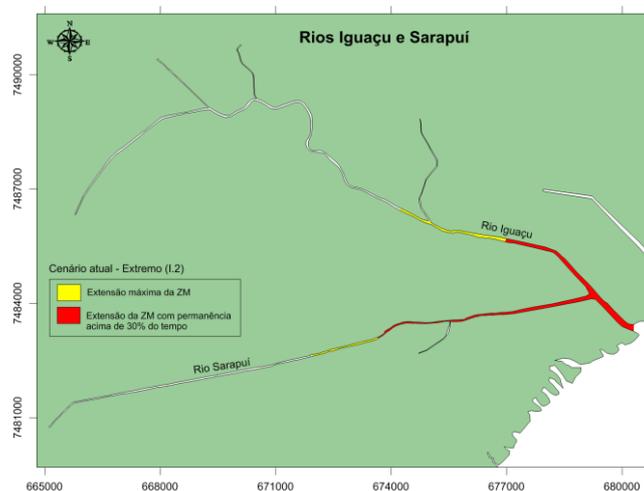


Figura 10.5.6

Rio Iguaçú

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 7 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 4,2 km a partir da foz

Rio Sarapuí

Extensão máxima da zona de intrusão salina: 9 km a partir da foz
 Extensão da zona de intrusão salina com permanência acima de 30% do tempo: 7 km a partir da foz

10.6. Conclusões

A determinação das três zonas estuarinas – Zona de oscilações de níveis de água (ZNA), Zona de inversão de correntes (ZIC) e Zona de mistura (ZM), são de grande importância no planejamento urbano das cidades costeiras. A definição do limite de cada uma dessas zonas serve de embasamento para sistemas de outorga, projetos de macrodrenagem, determinação de pontos de captação de água e lançamento de efluentes, dentre outros. Assim, a análise dessas zonas deve considerar não apenas as situações ambientais atuais, como também os cenários de longo prazo, em que fortes alterações climáticas podem vir a influenciar.

Neste sentido, a modelagem computacional é uma ferramenta útil, pois permite tanto o diagnóstico quanto o prognóstico de cenários, auxiliando a tomada de decisões de curto, médio e longo prazo. No entanto, como a modelagem hidrodinâmica ambiental é um processo evolutivo é inevitável o fato de que seus resultados são, no máximo, tão bons quanto os dados que o alimentam.

Para o presente estudo, cinco regiões estuarinas foram estudadas: rio Paraíba do Sul, rio Guandu/canal de São Francisco, rio São João, rio Macaé e Baía de Guanabara, com foco nos rios Iguaçú/Sarapuí, Caceribú e Guapimirim. Os modelos foram subsidiados com dados ambientais secundários existentes ou inferidos.

Desta forma, os resultados encontrados estão relacionados ao nível de precisão dos dados secundários disponíveis. No entanto, independente da qualidade dos dados, os resultados obtidos neste estudo são uma importante contribuição para o conhecimento do comportamento das principais zonas estuarinas do ERJ.

De forma geral, os resultados dos modelos hidrodinâmicos e de qualidade de água mostraram que:

- A maré meteorológica influencia de forma pouco significativa no limite das zonas. A ZIC-Siziga é deslocada suavemente para a montante, enquanto que a ZM praticamente não tem sua posição alterada.
- Maiores modificações são observadas com a elevação do nível médio do mar. Neste caso todas as zonas são deslocadas para montante, sendo as ZNAs e ZICs consideravelmente mais alteradas do que a ZM.
- Mesmo na comparação entre o cenário mais conservador, I.1, e o mais extremo, II.2, em geral o limite da ZM avança pouco para montante nos estuários. O maior deslocamento observado, dentre todos estuários analisados, foi de 5,5 km no rio Caceribú, onde a declividade do leito é bastante suave, permitindo maiores influências da maré.

Considerando a carência ou desatualização dos dados ambientais que alimentaram os modelos, recomenda-se que sejam realizados estudos futuros, em que campanhas de medições de campo sejam feitas. Tais medições permitiriam a calibração e validação dos modelos, aumentando a confiabilidade dos resultados.

11. REDE DE MONITORAMENTO QUALIQUANTITATIVA

O inventário e avaliação da rede de monitoramento quali quantitativa estadual foi elaborado no âmbito do relatório técnico RT-02 – “Avaliação da Rede Quali quantitativa para Gestão das Águas no estado do Rio de Janeiro e Proposição de Pontos de Controle em Bacias Estratégicas”.

O monitoramento hidrológico no estado do Rio de Janeiro é realizado por meio de estações pluviométricas e fluviométricas, dos tipos convencional, automática e telemétrica. A instalação e a operação da rede de monitoramento são realizadas por instituições federais e estaduais, governamentais e privadas, de acordo com a demanda de informações.

As instituições mais representativas, responsáveis por estações fluviométricas e pluviométricas localizadas no estado do Rio de Janeiro são: Inea, ANA, Light, INMET e GEO-RIO. A CPRM é responsável pela operação de cerca de 94% das estações da ANA.

Para a avaliação da rede foi realizado o levantamento de todas as estações que configuram a rede de monitoramento atual, bem como aquelas que não estão em operação, mas que possuem séries de dados passados.

Esse inventário possibilitou o diagnóstico preciso da situação em que se encontra a rede de monitoramento do Estado, no que diz respeito à integração da base de dados das instituições responsáveis pelos monitoramentos, ao diagnóstico da base de dados, ao armazenamento das informações, à distribuição da rede e à integração entre a base de dados de qualidade e quantidade da água.

A proposição de ampliação da rede, também incluída no relatório RT-02, será apresentada na fase subsequente do PERHI que conterà a elaboração dos programas de investimentos.

11.1. Rede Hidrometeorológica

11.1.1. Levantamento de Dados

O levantamento de dados fluviométricos e pluviométricos da rede de estações localizadas no Estado, em operação e desativadas, foi realizado através das seguintes etapas:

- Pesquisa dos dados nos *sítes* do Inea, ANA, Light, INMET, GEO-RIO, dentre outros. Consulta ao sistema *HidroWeb* da ANA, onde foi possível obter dados de estações de instituições responsáveis pelo monitoramento no Estado. Esses dados foram inseridos no banco de dados “Hidro”, de forma a obter informações mais ágeis e confiáveis a respeito das séries históricas.
- Dados disponibilizados pelo Inea – Rede Básica⁴: estudo do CT-HIDRO que avalia a rede quali quantitativa do Estado; lista das estações em operação pelo Inea; inventário de estações no *HidroWeb* da ANA; banco de dados do Inea, em formato “Hidro”, com dados dos postos do Inea (em operação e desativados); relação das estações do Inea cuja operação está em fase de licitação; dados de medições de descarga, níveis d’água, curvas-chave e vazões em formato de planilhas, de diversos períodos,

⁴ A denominação “rede básica” tem o objetivo de distinguir as duas redes de monitoramento do Estado com finalidades diferentes: a) utilização em estudos de engenharia e de gestão de recursos hídricos; b) alerta de cheias.

inclusive da fase em que as estações foram operadas pela empresa Cohidro (1998 a 2001 e 2004 a 2006).

- Dados disponibilizados pelo Inea – Rede de Alerta: lista de estações que compõem a rede, contendo o nome, localização, tipo de estação e disponibilidade de dados. Para eliminar algumas dúvidas, foram utilizados dados disponíveis no *site* da rede de alerta do Inea, além de entrevistas com técnicos da instituição.

11.1.2. Inventário das Estações

O inventário das estações, relatório RT-02, reúne as seguintes características das estações: código e nome da estação, instituições responsáveis pela operação, *status* operacional, área de drenagem, altitude, período de dados disponíveis e localização geográfica.

O desenho 11.1.2.1 ilustra a rede de monitoramento atual e a tabela 11.1.2.1 mostra o número de estações em operação e desativadas por órgão responsável, conforme situação identificada em setembro de 2013.

Tabela 11.1.2.1 – Estações em Operação e Desativadas por Órgão Responsável

Órgão Responsável	Tipo de Estação		Operando	Desativada
ANA	Convencional	Fluviométrica	53	63
		Pluviométrica	85	39
Furnas	Convencional	Fluviométrica	2	55
		Pluviométrica	4	4
INMET	Conv./autom.	Pluviométrica	43	44
Light	Convencional	Fluviométrica	37	19
		Pluviométrica	22	36
GEO-RIO	Automática	Pluviométrica	33	-
Inea - Rede Básica	Convencional	Fluviométrica	7	75
		Pluviométrica	4	66
		Pluviofluviométrica	12	29
	Automática	Fluviométrica	-	-
		Pluviométrica	4	-
		Pluviofluviométrica	-	-
	Telemétrica	Fluviométrica	-	-
		Pluviométrica	4	-
		Pluviofluviométrica	10	-
Inea - Rede de Alerta	Telemétrica	Fluviométrica	2	-
		Pluviométrica	21	-
		Pluviofluviométrica	53	-
Outras Operadoras	Convencional	Fluviométrica	1	272
		Pluviométrica	42	107
TOTAL			439	809

A rede quantitativa do Estado é constituída por 439 estações operando atualmente. Desse total, 102 são fluviométricas, 262 pluviométricas e 75 pluviofluviométricas.

O percentual de participação das principais instituições responsáveis pelo monitoramento no Estado está apresentado na figura 11.1.2.1, onde é possível observar que o Inea é o órgão responsável pelo maior número de postos de monitoramento no estado, seguido da ANA. Vale ressaltar que estão incluídas nesta análise as estações da rede de alerta.

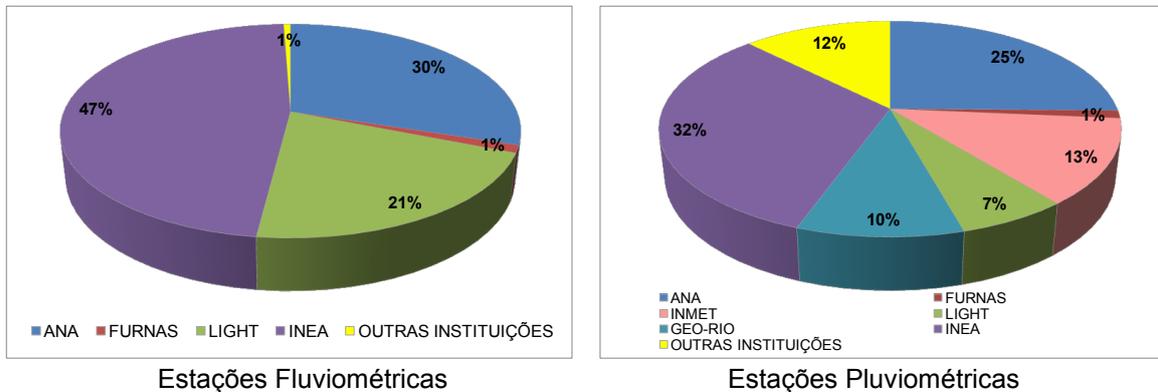


Figura 11.1.2.1 - Instituições Responsáveis pela Rede de Monitoramento em Operação

A Light é responsável por 21% das estações fluviométricas e por 7% dos postos pluviométricos no estado do Rio de Janeiro. No entanto a maioria dos postos está concentrada nos rios Paraíba do Sul, Piraí e Ribeirão das Lajes, onde estão situadas as unidades geradoras que fazem parte do seu parque gerador.

Com relação à operação dos postos de monitoramento, o Inea (rede básica e de alerta) é a instituição com maior participação na operação da rede fluviométrica, seguido da CPRM e da Light.

A operação da rede básica do Inea encontra-se em processo de licitação, sendo realizada atualmente pelo próprio Inea, que recebe e armazena os dados pluviométricos e fluviométricos. No que diz respeito à rede de alerta, a operação tem sido realizada com sucesso pelo Infoper/Inea. Destaca-se que nas estações fluviométricas de alerta não são realizadas medições de descargas, apenas registros de nível d'água.

Para otimizar a operação da rede básica, o Inea pretende modernizar as estações automáticas e convencionais, tornando-as telemétricas, de forma a automatizar a coleta e envio dos dados. Também pretende otimizar o protocolo de envio de dados pelas estações telemétricas, em função das finalidades de uso da informação.

Ao longo dos últimos anos a rede de monitoramento do Inea sofreu interrupções em sua operação, resultando na desativação de diversas estações e, conseqüentemente, em grandes lacunas nas observações dos dados hidrológicos (tabela 11.1.2.1).

É importante ressaltar que a atual caracterização de operação da rede de monitoramento retrata uma situação temporária, pois o tema é de caráter dinâmico, e as instituições sofrem alterações continuamente.

11.2. Rede de Qualidade da Água

O inventário da rede de monitoramento de qualidade da água possibilitou identificar eventuais lacunas na cobertura espacial e densidade de estações, assim como formular diretrizes para a integração das redes de qualidade e quantidade, historicamente dissociadas.

Atualmente o monitoramento dos cursos d'água do Estado é realizado pela GEAG/DIGAT⁵ que disponibilizou um banco de dados com 5 anos de monitoramento de qualidade da água e uma lista com 197 estações em operação. Essa lista de estações teve que ser atualizada no PERHI a fim de incorporar as alterações propostas pelo "Plano de Monitoramento de 2013 dos Corpos d'água do estado do Rio de Janeiro", que se encontra em fase de implantação, resultando num total de 255 postos em operação.

De modo geral, o monitoramento abrange parâmetros bacteriológicos, físico-químicos, biológicos e bioensaios. A relação dos parâmetros avaliados pelo Inea é a seguinte: Oxigênio Dissolvido (OD); Condutividade; pH; Cloretos; Cianetos; Temperatura; Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH₄⁺), Nitrogênio Kjeldahl (NK); Nitrato (NO₃⁻); Nitrito; Orto-fosfato (PO₄-3); Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Coliformes Termotolerantes; Metais Pesados; e Cianobactérias (qualiquantitativo).

Alguns parâmetros são determinados no campo e anotados na "Ficha de Coleta". São eles: Cor da água; Presença de óleo; Presença de lixo; Condições climáticas; Ocorrência de chuvas nas últimas 24 horas; Profundidade da coleta; Profundidade da coluna d'água; Temperatura do ar; Temperatura da água; Transparência do disco Secchi; pH; Condutividade; Turbidez; Salinidade.

Vale ressaltar que o monitoramento de qualidade da água não está associado ao monitoramento hidrológico (níveis d'água e medições de descarga), o que impede a determinação das cargas poluidoras nos cursos d'água.

A tabela 11.2.1 apresenta para cada RH e corpo d'água com rede de estações de qualidade da água, a frequência amostral, o número de postos e os parâmetros monitorados. O desenho 11.1.2.1 mostra a distribuição espacial da rede de qualidade da água, cujo inventário detalhado encontra-se no relatório RT-02.

Tabela 11.2.1- Frequência amostral, número de postos e parâmetros monitorados nos corpos d'água do Estado.

RH	Corpos D'água	Frequência	Nº Estações	Monitoramento
II	Baía de Sepetiba Sub-bacia do Guandu	Mensal	12	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos (fitoplâncton qualiquantitativo).
	Reservatórios - Light	Mensal	5	Parâmetros bacteriológicos, físico-químicos, biológicos e biotestes.
	Baía de Sepetiba Rios da baixada	Bimestral	7	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos (fitoplâncton qualiquantitativo).
	Rio Pirai	Bimestral	1	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton qualiquantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
III	Rio Paraíba do Sul Calha Principal	Mensal	11	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton qualiquantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
	Rio Paraíba do Sul Afluentes	Bimestral	5	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton qualiquantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.

⁵ GEAG/DIGAT – Gerência de Avaliação de Qualidade das Águas da Diretoria de Gestão das Águas e Território

RH	Corpos D'água	Frequência	Nº Estações	Monitoramento
	Rio Preto	Trimestral	6	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
IV	Rio Paraíba do Sul Calha Principal	Mensal	2	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
	Rio Paraíba do Sul Afluentes	Bimestral	6	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
V	Baía de Guanabara	Mensal	19	Parâmetros físico-químicos, biológicos (fitoplâncton quali-quantitativo), bacteriológicos, qualidade dos sedimentos e da biota.
	Baía de Guanabara Bacia Contribuinte	Bimestral	52	Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.
	Sistema Lagunar de Jacarepaguá	Mensal	8	Indicadores físico-químicos, fitoplâncton quali-quantitativo. Testes semi-quantitativos para detecção de toxinas de cianobactérias (<i>Microcystis aeruginosa</i>) na água e análises em sedimentos.
	Sistema Lagunar de Jacarepaguá Bacia Contribuinte	Trimestral	11	Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos.
		Anual		Qualidade dos Sedimentos.
	Sistema Lagunar de Maricá	Trimestral	14	Parâmetros físico-químicos e biológicos (fitoplâncton quanti-qualitativo). <i>* Monitoramento intensificado no verão.</i>
	Sistema Lagunar de Maricá Bacia Contribuinte	Trimestral	6	Parâmetros físico-químicos e biológicos (fitoplâncton quanti-qualitativo). <i>* Monitoramento intensificado no verão.</i>
Sistema Lagunar de Itaipu-Piratininga	Bimestral	2	Parâmetros físico-químicos e biológicos (fitoplâncton quanti-qualitativo). <i>* Monitoramento intensificado no verão.</i>	
VI	Rio São João e Una Calha principal e Bacia	Trimestral	5	Parâmetros bacteriológicos, físico-químicos, biológicos e bioensaios.
	Sistema Lagunar de Saquarema/Jaconé	Trimestral	6	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos (fitoplâncton quali-quantitativo).
	Lagoa de Araruama	Trimestral	52	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos (fitoplâncton quali-quantitativo).
VII	Rio Paraíba do Sul Calha Principal	Mensal	3	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
	Rio Paraíba do Sul Afluentes	Bimestral	4	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
VIII	Sistema Lagunar Imboassica	Trimestral	3	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e biológicos (fitoplâncton quali-quantitativo).
IX	Rio Paraíba do Sul Calha Principal	Mensal	1	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
	Rio Paraíba do Sul Afluentes	Bimestral	5	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.
	Lagoa Feia	Trimestral	5	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos, fitoplâncton quali-quantitativo. Qualidade dos sedimentos.
	Lagoa de Cima	Trimestral	3	Parâmetros físico-químicos, bacteriológicos, fitoplâncton quali-quantitativo. Qualidade dos sedimentos.
	Rio Itabapoana	Bimestral	1	Parâmetros físico-químicos e fitoplâncton quali-quantitativo. Biotestes qualitativos – avaliar toxidez de cianobactérias e qualidade dos sedimentos.

Obs.: A RH I não possui estação de qualidade da água em operação.

11.3. Avaliação da Situação Atual da Rede de Monitoramento

11.3.1. Integração da Base de Dados

Um dos importantes desafios do Inea é o desenvolvimento ou adoção de um sistema de informações com mecanismos de coleta, recebimento, organização e tratamento dos dados, tanto de quantidade como de qualidade da água, que possa ser integrado ao SINRH e seja de fácil acesso à sociedade. Uma das medidas básicas a serem tomadas é a adoção de um único código de identificação para as estações existentes e novas, seguindo, por exemplo, a sistemática adotada pela ANA. Essa decisão possibilitará a utilização de um cadastro comum a todas as instituições.

O banco de dados do Inea, por exemplo, encontra-se no formato Hidro, o mesmo utilizado pela ANA, o que facilitaria a integração dessas duas bases. No entanto, o banco de dados do Inea reúne dados apenas de estações sob a sua responsabilidade.

Já o HidroWeb da ANA encontra-se desatualizado, apresentando distorções de diversas naturezas com relação à rede do Inea, como por exemplo: estações desativadas que constam como ainda em operação; códigos e nomes de estações que não conferem; ausência de dados observados de diversas estações; informações diferentes de área, entidade operadora e coordenadas geográficas; estações com períodos de dados diferentes.

Observa-se também a necessidade de integração com a base de dados de outras instituições que operam estações no Estado, como por exemplo, a Light, Furnas, INMET, dentre outras. Os dados das estações dessas instituições também se encontram desatualizados no HidroWeb, com muitas das distorções citadas acima. Esses dados também não constam no Banco de Dados do Inea.

Dessa forma, o Inea, instituição responsável pela rede hidrometeorológica estadual, poderia exercer o papel de integrador das bases de dados das diferentes instituições, tornando-os realmente úteis para gestão dos recursos hídricos estaduais. Esse esforço resultaria em um sistema mais eficiente, evitando duplicação de esforços, possibilitando assim a utilização de recursos públicos na ampliação e melhoria operacional da rede estadual.

11.3.2. Base de Dados Quali-quantitativa

A base de dados quantitativa do Inea apresenta diversas lacunas nos dados, com longos períodos sem observação, decorrentes de diversos problemas tanto na operação como no armazenamento das informações, dentre os quais destacam-se: interrupções na operação da rede devido à descontinuidade de recursos; falta de recursos para troca e manutenção de aparelhos de medição; perdas de dados brutos e trabalhados que se encontravam em papel, em arquivos dispersos ou em *softwares* que se tornaram obsoletos; perdas de fichas descritivas e de histórico das estações.

O banco de dados atual do Inea contém informações hidrometeorológicas das estações do Inea, em operação e desativadas. No entanto, esse banco não possui dados de vazão, nem tão pouco dados fluviométricos consistidos provenientes de estudos elaborados ao longo dos últimos anos.

O estudo realizado pelo Inea no âmbito do CT-HIDRO (Inea, 2011), mostrou que existem estações pluviométricas e fluviométricas com dados ainda em papel. Recomenda-se que

o Inea realize o levantamento de todas as informações existentes de estações do Inea e de outras instituições, sejam elas em papel ou em meio digital, em banco de dados ou em arquivos dispersos. Esses dados devem ser recuperados e organizados no banco de dados, mesmo que estejam com longas falhas de observação, possibilitando a sua utilização em projetos e na gestão dos recursos hídricos do Estado.

Atualmente, encontra-se em processo de licitação a operação da rede básica do Inea, cuja operação atual tem sido realizada pela própria instituição, sem a realização de campanhas de medição de descarga. Cabe destacar que a CPRM operou a rede básica do Inea de 2008 até o início de 2012.

Com relação à rede de alerta, sua base de dados poderá representar, no futuro, uma importante ferramenta para o planejamento de ações. Assim, recomenda-se a elaboração de estudos de consistência de dados, de forma a consolidar a base atual e que sejam realizadas medições de descarga em estações onde seja possível o monitoramento.

No que diz respeito à base de dados de qualidade da água, as análises mostram que ainda existem diversas inconsistências no banco de dados, quanto à nomenclatura dos parâmetros, unidades, código e localização das estações. Além da eliminação dessas inconsistências, os dados de qualidade da água deveriam também passar por uma análise para eliminar erros grosseiros. Os dados poderiam ser armazenados como “brutos” e “consistidos”, para não perder a base de dados original.

Em 2011 o Inea, através da GEAG, contratou uma consultoria para realizar o diagnóstico do acervo de dados de qualidade de água, que levantou os dados armazenados, recuperando informações perdidas no processo de migração entre os antigos sistemas. Com a consultoria foram inseridos na base de dados informações relativas ao ano de 2006, que se encontravam em formato XML.

Atualmente, o setor de qualidade de água não conta com sistema para apoiar as suas atividades. Os dados gerados pelo sistema do Laboratório de Análises do Inea são exportados para a base de dados do sistema Lebre (em processo de descontinuidade). Os técnicos têm acesso a esses dados através de uma interface desenvolvida por eles mesmos, sem contar com um sistema que forneça as funcionalidades básicas necessárias ao tratamento e análise dos dados de qualidade de água. Esse trabalho vem sendo realizado de forma precária utilizando-se aplicativos genéricos, tais como o *Excel*.

11.3.3. Densidade das Estações

Para avaliação e planejamento adequado de redes hidrológicas de monitoramento, a Organização Mundial de Meteorologia elaborou um manual de práticas hidrológicas (WMO, 1994), que reúne recomendações quanto às densidades mínimas de redes de estações pluviométricas e fluviométricas por unidades fisiográficas típicas.

As recomendações de WMO (1994) foram utilizadas para avaliar a densidade de estações fluviométricas e pluviométricas em operação nas Regiões Hidrográficas do Estado, tabela 11.3.3.1.

Tabela 11.3.3.1 – Densidades de estações fluviométricas e pluviométricas nas RHs.

Região Hidrográfica	Área (km ²)	Nº Estações Flu	Densidade Fluviométrica (km ² /estação)	Nº Estações Plu	Densidade Pluviométrica (km ² /estação)
RH-I	1.758	3	586	10	176
RH-II	3.713	21	177	26	143
RH-III	6.429	31	207	51	126
RH-IV	3.459	29	119	58	60
RH-V	4.814	33	146	99	49
RH-VI	3.651	5	730	8	456
RH-VII	4.462	24	186	31	144
RH-VIII	2.013	13	155	17	118
RH-IX	13.468	18	748	37	364

Com relação à densidade de estações fluviométricas, observa-se que todas as regiões estão com a densidade próxima aos limites estabelecidos pelo WMO (1994). No entanto, esse critério deve ser utilizado com cuidado principalmente nas regiões litorâneas estaduais. Nesses locais, as bacias hidrográficas possuem áreas de drenagem na maioria das vezes inferiores aos limites de densidade admitidos, o que não significa que estejam com o monitoramento adequado, sendo necessária a adoção de outros critérios para balizar a ampliação da rede de monitoramento.

Quanto à densidade de estações pluviométricas, observa-se que todas as regiões hidrográficas possuem valores inferiores aos limites de densidade do WMO (1994). As mesmas considerações feitas para as estações fluviométricas são também aplicadas às estações pluviométricas.

A densidade de estações de qualidade da água por Região Hidrográfica é apresentada na tabela 11.3.3.2. Não foram consideradas no cálculo das densidades as estações localizadas em reservatórios, lagoas e baías.

Tabela 11.3.3.2 – Densidades de estações de qualidade da água por RH

Região Hidrográfica	Área (km ²)	Nº total de Estações	Densidade (Nº estações/1.000km ²)
RH-I	1.758	-	0,00
RH-II	3.713	20	5,39
RH-III	6.429	22	3,42
RH-IV	3.459	8	2,31
RH-V	4.814	69	14,33
RH-VI	3.651	5	1,37
RH-VII	4.462	7	1,57
RH-VIII	2.013	-	0,00
RH-IX	13.468	7	0,52

De acordo com o Programa Nacional de Qualidade da Água (PNQA) lançado pela ANA, a meta a ser alcançada nas bacias hidrográficas da região sudeste no que diz respeito à densidade mínima de estações é de 1 ponto a cada 1.000 km². Assim, tendo como base esse critério, apenas as RHs-I, VIII e IX estão com a densidade abaixo da meta proposta pelo PNQA.

Destaca-se que a atual densidade de estações deverá aumentar, na medida em que o plano de monitoramento de 2013 do Inea seja implantado. Observa-se também que outros aspectos devem ser considerados na análise das redes de monitoramento, tais como, distribuição espacial das estações, uso do solo e da água.

11.3.4. Distribuição Espacial da Rede

De uma forma geral, a distribuição de estações hidrometeorológicas e de qualidade da água na bacia do rio Paraíba do Sul (Bacia 58) é satisfatória. Esse fato é observado nas Regiões Hidrográficas “Médio Paraíba do Sul” (RH-III), “Piabanha” (RH-IV), “Dois Rios” (RH-VII) e “Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana” (RH-IX).

No entanto, observa-se que a rede de monitoramento na região litorânea (Bacia 59) apresenta uma densidade de estações inadequada, apresentando diversas áreas importantes e estratégicas sem monitoramento.

A Região Hidrográfica da Baía de Ilha Grande (RH-I) não possui estação de qualidade da água e a RH-VIII “Macaé e das Ostras” possui apenas três estações na Lagoa de Imboassica. Nessas regiões existem 11 estações da rede de alerta do Inea, uma na RH-I e dez na RH-VIII, todas elas sem a realização de campanhas de medição de descargas, apenas com registros de níveis d’água.

A RH-II, “Guandu”, apresenta um número razoável de estações de qualidade da água e, no entanto, existem apenas duas estações fluviométricas do Inea, uma de alerta e outra da rede básica. A RH-VI, “Lagos São João”, apresenta poucas estações de monitoramento, tanto em quantidade como em qualidade da água.

Por outro lado, a RH-V, “Baía de Guanabara”, é a região com a maior densidade de estações de qualidade da água e hidrometeorológicas. Ainda assim, apresenta áreas que necessitam de ampliação do monitoramento, principalmente de estações fluviométricas com medições de descarga.

11.3.5. Integração entre as Estações de Qualidade e Quantidade da Água

No Rio Janeiro, mesmo com a criação do Inea, resultante da fusão das instituições gestoras do meio ambiente e de recursos hídricos, as redes de monitoramento de quantidade e de qualidade da água permaneceram operando separadamente. Até recentemente, os setores do Inea responsáveis pelo monitoramento de quantidade e qualidade da água atuavam em diretorias diferentes, com objetivos e planejamentos distintos.

Como resultado desse planejamento dissociado, as estações de qualidade da água e de quantidade localizam-se, em geral, distantes uma das outras, não permitindo a compreensão sistêmica da dinâmica fluvial com os parâmetros de qualidade do corpo hídrico.

Observa-se também que o armazenamento dos dados de qualidade e quantidade da água é feito em banco de dados exclusivos de cada gerência, sem qualquer tipo de integração.

Assim, para integração das redes de monitoramento é necessário primeiramente identificar as estações fluviométricas, tanto do Inea como de outras operadoras, que possam operar de forma conjunta com as estações de qualidade da água. Para isso, é necessária a articulação entre as instituições responsáveis pelo monitoramento fluviométrico no Estado.

Finalmente, é necessária a integração dos bancos de dados em um sistema que seja capaz de disponibilizar aos diversos setores do Inea, com eficiência e rapidez, os dados tanto de qualidade como de quantidade da água.

12. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

12.1. Aspectos Quantitativos

12.1.1. Águas Superficiais

Os estudos de disponibilidade hídrica estão reunidos no relatório RT-01 – “Estudos Hidrológicos e Vazões Extremas”, elaborado no âmbito do PERHI. O objetivo do estudo foi a determinação de vazões mínimas $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$ e $Q_{95\%}$ e de vazões médias de longo termo - Q_{MLT} nas Unidades Hidrológicas de Planejamento estaduais. Também foram determinadas as vazões mínimas na foz e na divisa dos cursos d’água de dominialidade federal, localizados no Estado.

As Regiões Hidrográficas foram subdivididas em Unidades Hidrológicas de Planejamento – UHP (item 3), para as quais foram determinadas as disponibilidades hídricas. O desenho 12.1.1.1 apresenta as UHPs definidas e as tabelas 12.1.1.1 a 12.1.1.9 reúnem o nome e a área de drenagem de cada uma delas.

Tabela 12.1.1.1 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-I

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-I	I-a	Paraty	704,1
	I-b	Rio Mambucaba	355,6
	I-c	Angra dos Reis	494,5
	I-d	Ilha Grande	180,3

Tabela 12.1.1.2 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-II

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-II	II-a	Rio Piraí - montante Tocos	274,7
	II-b	Rio Piraí	501,6
	II-c	Foz Rio Piraí - Rio Sacra Família	236,4
	II-d	Reservatório de Lajes	334,2
	II-e	Rio Guandu	1.059,8
	II-f	Rios Litorâneos	384,4
	II-g	Rio da Guarda	345,1
	II-h	Rio Guandu-Mirim e Rios Litorâneos	478,9

Tabela 12.1.1.3 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-III

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul - Margem direita (montante Santa Cecília)	1.147,3
	III-b	Rio Paraíba do Sul – Margem esquerda (montante Santa Cecília)	1.625,6
	III-c	Rio Paraíba do Sul – Margem direita (Santa Cecília – Piabanha)	1.059,6
	III-d	Rio Paraíba do Sul – Margem esquerda (Santa Cecília – Paraibuna)	719,1
	III-e1	Rio Preto – Margem direita (montante Rio das Flores)	867,4
	III-e2	Rio das Flores	653,3
	III-e3	Rio Preto – Margem direita (Foz - Rio das Flores)	247,2
	III-f	Rio Paraibuna	109,6

Tabela 12.1.1.4 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-IV

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha	2.060,7
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado e afluentes	1.398,5

Tabela 12.1.1.5 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-V

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-V	V-a	Rios Iguaçu e Saracuruna	1.101,0
	V-b	Lagoa de Jacarepaguá e Marapendi	317,5
	V-c1	Rios Pavuna-Meriti, Faria-Timbó e Maracanã	335,6
	V-c1	Ilha do Governador	35,93
	V-c1	Ilha do Fundão	4,9
	V-c2	Lagoa Rodrigo de Freitas	32,8
	V-d1	Rio Macacu	1.067,0
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu e Guaxindiba	1.514,5
	V-d2	Ilha de Paquetá	1,2
	V-e1	Lagoas de Niterói	49,2
	V-e2	Lagoa de Maricá	347,5

Tabela 12.1.1.6 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-VI

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	1.341,0
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	817,5
	VI-b	Rio Una	451,0
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	1.030,3

Tabela 12.1.1.7 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-VII

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios	3.156,6
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo	725,7
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes margem direita do rio Paraíba do Sul	212,1
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes margem direita do rio Paraíba do Sul	368,0

Tabela 12.1.1.8 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-VIII

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé	1.790,7
	VIII-a2	Rio Imboacica	57,8
	VIII-b	Rio Jundiá	162,8

Tabela 12.1.1.9 – Unidades Hidrológicas de Planejamento na RH-IX

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluentes margem esquerda do rio Paraíba do Sul	170,5
	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes margem esquerda do rio Paraíba do Sul	530,0
	IX-b	Rio Imbé	980,8
	IX-c	Rio Macabu	1.058,1
	IX-d	Lagoa Feia/Sistema Macaé-Campos	3.107,7
	IX-e	Rio Pomba	896,7
	IX-f	Rio Muriaé	3.841,2
	IX-g	Sistema Vigário/Brejos – foz rio Paraíba do Sul (Margem esquerda)	1.347,8
	IX-h	Rio Itabapoana	1.507,3

12.1.1.1. Metodologia utilizada no cálculo da disponibilidade hídrica

Uma rede hidrometeorológica mesmo que seja densa não é capaz de suprir totalmente as necessidades de informação. Assim, são utilizados estudos de regionalização que têm a finalidade de espacializar a informação hidrológica, normalmente pontual (das estações), possibilitando a transferência de informações de uma região para outra, mesmo que não monitorada, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante.

Diversos estudos hidrológicos visando a determinação de vazões médias (Q_{MLT}) e mínimas ($Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$, $Q_{90\%}$) tem sido desenvolvidos ao longo dos anos, a maioria deles apoiada em estudos de regionalização de vazões.

Desta forma, foram analisados estudos existentes com o objetivo de identificar suas principais características e limitações, para selecionar aqueles que serão utilizados no PERHI na estimativa de vazões médias e mínimas. Esses estudos são os seguintes:

- Estudos de Regionalização de Vazões das Sub-Bacias 58 - CPRM
- Estudos de Regionalização de Vazões das Sub-Bacias 59 - CPRM
- Estudos hidrológicos da Planer/Fundenor
- Estudo de Disponibilidade Hídrica da Bacia do rio Macaé – Ecologus
- Avaliação de Disponibilidade Hídrica na RH-I: Tese de Doutorado - UFF
- Estudo de Regionalização do Macroplano da Baía de Sepetiba
- Regionalização Hidrológica na Região Hidrográfica Capixaba – Rio Itabapoana
- Estudo de Disponibilidade Hídrica do PRH-Macaé/Ostras

A análise realizada mostrou que o estudo de regionalização de vazões elaborado pela CPRM para a bacia do rio Paraíba do Sul (sub-bacia 58) é uma ferramenta eficiente e útil para determinação da disponibilidade hídrica. Ainda que esteja desatualizado, pois seus dados de origem não contemplam os últimos dez anos, a maioria das séries utilizadas possui mais de 20 anos de informações. Assim, esse estudo foi utilizado nas UHPs localizadas na bacia do Paraíba do Sul.

Vale ressaltar que a CPRM está atualizando a regionalização das vazões mínimas $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$. Quando os novos estudos estiverem concluídos, a disponibilidade hídrica calculada no âmbito do PERHI deverá ser revisada.

Para a bacia do rio Itabapoana foi utilizado o estudo de regionalização hidrológica na região hidrográfica capixaba.

Muito embora existam hoje estudos de regionalização de vazões já realizados para as bacias da região litorânea do estado (sub-bacia 59), a ausência de monitoramento contínuo dos cursos d'água ao longo do tempo e a inadequada distribuição espacial da rede de estações são as principais dificuldades para determinação da disponibilidade hídrica. Como resultado, independente da técnica utilizada, esses estudos produzem, em geral, estimativas imprecisas que refletem as deficiências de monitoramento.

Mesmo com as limitações observadas, alguns estudos foram utilizados no cálculo da disponibilidade hídrica, com exceção do estudo elaborado pela CPRM para a sub-bacia 59 e pela Planer/Fundenor.

Para complementar a base de dados disponível foram elaborados estudos específicos para as séries históricas de vazões de postos operados pela ANA, Light, Inea e DNOS. Os estudos realizados compreenderam:

- Atualização dos cálculos das vazões mínimas $Q_{7,10}$, $Q_{90\%}$, $Q_{95\%}$ e da vazão média de longo termo (Q_{MLT}) das estações da ANA e da Light.
- Estudo de consistência de dados de estações fluviométricas do Inea e DNOS, em operação ou desativadas, selecionadas de acordo com a disponibilidade de dados, confiabilidade das informações e áreas de drenagem.
- Determinação de séries de vazões médias diárias das estações fluviométricas selecionadas do Inea e DNOS.
- Determinação das vazões mínimas $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e da Q_{MLT} das estações selecionadas do Inea e DNOS.

As tabelas 12.1.1.1.1 e 12.1.1.1.2 apresentam as vazões mínimas $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$ e a Q_{MLT} dos postos do Inea, DNOS, ANA e Light.

Tabela 12.1.1.1.1 – $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$, $Q_{90\%}$ e Q_{MLT} das estações do Inea e DNOS

Código	Estação	Rio	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	$Q_{95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{90\%}$ (m ³ /s)	Q_{MLT} (m ³ /s)
59305088	André Rocha	Grande	31,0	-	0,08	0,13	0,47
59305112	Av. Brasil	Campinho	33,0	-	0,29	0,31	0,86
59305090	Av. dos Industriários	Tindiba	20,0	-	0,30	0,32	0,49
59235002	Cachoeiras de Macacu	Macacu	154,0	1,29	1,89	2,24	6,52
59305092	Estiva	Grande	47,0	-	0,33	0,41	0,81
59305108	Estrada do Mato Alto	Cabuçu	60,0	-	0,29	0,34	1,45
59237000	Japuiba	Macacu	256,0	2,28	3,69	4,25	10,82
59000500	Porto Rio do Sul	Imbe	708,0	3,67	5,07	6,00	22,01
59002500	Próx Lagoa de Cima	Ururáí	1.010,0	4,04	5,79	7,64	28,29
59245002	Quizanga	Guapiaçu	355,0	2,45	3,67	4,48	11,99

Tabela 12.1.1.1.2 – $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$, $Q_{90\%}$ e Q_{MLT} das estações da ANA e Light

Código	Nome	Rio	Área (km ²)	Período de Dados	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	$Q_{95\%}$ (m ³ /s)	$Q_{90\%}$ (m ³ /s)	Q_{MLT} (m ³ /s)
58338000	Faz. Santana	do Braço	134	jan/52 a dez/61	1,18	2,10	2,60	8,2
58335000	Lídice ⁽¹⁾	Piraí	108	jan/52 a dez/95	0,98	1,45	1,76	4,5
59100000	Macabuzinho	Macabu	630,0	jan/31 a dez/49	3,23	5,40	6,15	19,4
59120000	Macaé de Cima	Macaé de Cima	67,0	jan/68 a dez/05	0,62	0,87	0,96	2,6
59125000	Galdinópolis	Macaé	104,0	jan/51 a dez/05	1,10	1,44	1,61	4,3
59135000	Piller	Bonito	71,0	jan/51 a dez/05	0,73	1,10	1,33	3,5
59181000	Correntezas	São João	404,0	jan/83 a dez/07	2,74	4,82	5,58	19,4
59235000	Cachoeiras de Macacu	Macacu	151,0	jan/32 a dez/78	1,28	2,15	2,66	8,3
59240000	Parque Ribeira	Macacu	289,0	jan/70 a dez/05	1,83	2,57	3,17	10,2
59245000	Quizanga	Guapiaçu	353,0	jan/70 a dez/78	1,76	2,88	3,40	11,4
59245100	Orindi	Iconha	47,0	jan/70 a dez/78	0,27	0,64	0,90	2,8
59355000	Fazenda das Garrafas	Mambucaba	21,0	jan/79 a dez/05	0,23	0,31	0,35	0,8
59360000	Faz. da Posse	Mambucaba	21,0	jan/68 a dez/77	0,65	0,76	0,84	1,5
59370000	Faz. Fortaleza	Mambucaba	635,0	jan/36 a dez/05	7,64	9,72	10,80	24,9
59380000	Parati	Pereque-Açu	79,0	jan/63 a dez/04	0,80	1,08	1,28	4,2

Com as vazões calculadas, tanto de estações do Inea e DNOS como da ANA e Light, a disponibilidade hídrica em algumas UHPs foi determinada com base na relação entre áreas de drenagem das UHPs e de postos selecionados.

Para as bacias dos rios Macacu, Guapiaçu e Iconha foi ajustada uma curva regional de vazões $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e Q_{MLT} e áreas de drenagem, utilizando dados das estações da ANA e do Inea. As equações ajustadas possibilitaram a determinação da disponibilidade em algumas bacias da RH-V - Baía de Guanabara.

12.1.1.2. Disponibilidade hídrica

As vazões mínimas e médias e as metodologias utilizadas em cada UHP estão reunidas nas tabelas 12.1.1.2.1 a 12.1.1.2.9. Com o propósito de uniformização de informações não foram incluídas as vazões $Q_{90\%}$ no cálculo da disponibilidade hídrica, tendo em vista que os estudos de regionalização utilizados não consideram vazões com essa permanência.

É importante destacar que a disponibilidade hídrica calculada reflete a base de dados atual, caracterizada por uma grande escassez de informações, principalmente na região litorânea do Estado. À medida que novos dados estejam disponíveis, os estudos de regionalização de vazões e de disponibilidade hídrica devem ser reavaliados para melhoras as estimativas de vazões nas sub-bacias estaduais.

A tabela 12.1.1.2.10 apresenta as disponibilidades hídricas calculadas na foz e na divisa dos rios Federais localizados no estado do Rio de Janeiro.

Para cálculo das vazões dos rios Bananal, Preto, Paraibuna, Pirapetinga, Pomba, Carangola e Muriaé, foram utilizadas precipitações médias determinadas a partir das seguintes informações:

1) Dados de precipitação média nas bacias de postos fluviométricos localizados nas proximidades da foz ou da divisa desses rios, indicadas no estudo de regionalização de vazões da CPRM.

2) Chuvas médias das UHPs (tabelas 12.1.1.2.3, 12.1.1.2.4, 12.1.1.2.7 e 12.1.1.2.9).

A precipitação média na foz ou na Divisa foi calculada a partir de média ponderada com a área de drenagem. O quadro a seguir reúne as precipitações médias utilizadas para cálculo das vazões na foz e na divisa.

Rio	Prec. Média Foz (mm)	Prec. Média Divisa (mm)
Bananal	1466	1466
Preto	1634	-
Paraibuna	1531	1470
Pirapetinga	1190	1207
Muriaé	1250	1330
Carangola	1308	1308
Pomba	1381	1407

Tabela 12.1.1.2.1 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica da Baía de Ilha Grande - RH-I

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-I	I-a	Paraty	704,1	7,1	9,6	37,4	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico de Parati no rio Perequê-Açu (A= 79 km ²).
	I-b	Rio Mambucaba	355,6	4,3	5,4	13,9	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico Faz. Fortaleza no rio Mambucaba (A= 635 km ²) ⁽¹⁾ .
	I-c	Angra dos Reis	494,5	7,2	9,7	29,1	Regionalização Tese de doutorado da UFF (item 12.1.1.1) ⁽²⁾ .
	I-d	Ilha Grande	180,3	-	-	-	-

Obs.: (1) – Área obtida no Sistema Hidroweb da ANA. (2) – O limite de aplicação do estudo corresponde à área de 179 km². Portanto as vazões calculadas para a UHP foram extrapoladas.

Tabela 12.1.1.2.2 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Guandu - RH-II

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-II	II-a	Rio Pirai - montante Tocos	274,7	2,5	3,7	11,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico de Lídice no rio Pirai (A = 108 km ²).
	II-b	Rio Pirai	501,6	4,6	6,7	20,9	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o Posto fluviométrico de Lídice no rio Pirai (A = 108 km ²).
	II-c	Foz Rio Pirai - Rio Sacra Família	236,4	-	1	-	Vazão de referência adotada pela ANA.
	II-d	Reservatório de Lajes	334,2	-	-	-	Disponibilidade Mínima igual a 16,5 m ³ /s. Vazão regularizada pelo reservatório de Lajes. Fonte: PERH-Guandu.
	II-e	Rio Guandu	1.059,8	-	129,3	188,6	Q _{95%} e Q _{MLT} calculadas somando a vazão mínima e média defluente da UHE Pereira Passos (120 e 160 m ³ /s) com a Q _{95%} e Q _{MLT} da área incremental (foz-UHE Pereira Passos), obtidas por relação de área com o posto de Av. Brasil no rio Campinho (A = 33 km ²).
	II-f	Rios Litorâneos	384,4	-	3,4	10,4	Q _{95%} e Q _{MLT} calculadas por relação de área de drenagem com o posto Av. Brasil no rio Campinho (A = 33 km ²).
	II-g	Rio da Guarda	345,1	-	3,0	9,3	Q _{95%} e Q _{MLT} calculadas por relação de área com o Posto Av. Brasil, rio Campinho (A= 33 km ²).
	II-h	Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos	478,9	-	4,21	12,9	Q _{95%} e Q _{MLT} calculadas por relação de área com o Posto Av. Brasil, rio Campinho (A= 33 km ²).

Tabela 12.1.1.2.3 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul - RH-III

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Chuva Média (mm)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
					Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul – Margem Direita (montante Santa Cecília)	1.147,3	1.466	5,3	7,9	14,5	Foram calculadas as vazões do rio Bananal, maior afluente do Paraíba do Sul no trecho/margem (A= 523 km ² e P= 1466 mm) com a equação CPRM da região III (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP as vazões foram calculadas por relação de áreas de drenagem com a bacia do rio Bananal.
	III-b	Rio Paraíba do Sul – Margem Esquerda (montante Santa Cecília)	1.625,6	1.606	12,4	15,5	33,6	Foram calculadas as vazões do rio Turvo, maior afluente do Paraíba do Sul no trecho/margem (A= 410 km ² e P= 1606 mm) com a equação CPRM da região III (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP as vazões foram calculadas por relação de áreas de drenagem com a bacia do rio Turvo.
	III-c	Rio Paraíba do Sul – Margem Direita (Santa Cecília – Piabanha)	1.059,6	1.187	3,8	5,5	18,1	A vazão na UHP foi obtida por relação de áreas da UHP e da bacia incremental do Paraíba do Sul entre Santa Cecília (A= 16.616 km ²) e a confl. com o Paraibuna (A= 18.395 km ²). As vazões da área incremental foram calculadas pela diferença das vazões nesses dois pontos, as quais resultaram da utilização da equação CPRM da Região VIII.1 e VIII (variável área).
	III-d	Rio Paraíba do Sul – Margem Esquerda (Santa Cecília – Paraibuna)	719,1	1.179	2,6	3,8	12,29	A vazão na UHP foi obtida por relação de áreas da UHP e da bacia incremental do Paraíba do Sul entre Santa Cecília (A= 16.616 km ²) e a confl. com o Paraibuna (A= 18.395 km ²). As vazões da área incremental foram calculadas pela diferença das vazões nesses dois pontos, as quais resultaram da utilização da equação CPRM da Região VIII.1 e VIII (variável área).
	III-e1	Rio Preto – Margem Direita (montante rio das Flores)	867,4	1.729	7,1	9,6	24,7	As vazões do rio Preto a montante da confluência com o rio das Flores (A= 2388 km ² e P= 1760 mm), foram calculadas com a eq. CPRM da região Va e V (var. área e precipitação). As vazões na UHP foram calculadas pela relação entre as áreas da UHP e da bacia do rio Preto a montante do rio das Flores.
	III-e2	Rio das Flores	653,3	1.352	3,2	4,1	10,9	Vazões calculadas com a Equação CPRM da região Va e V (variáveis área e precipitação).
	III-e3	Rio Preto – Margem Direita (Foz - Rio das Flores)	247,2	1.220	1,3	1,6	3,4	As vazões da área incremental do rio Preto entre a foz (A= 3414 km ² e P= 1634 mm) e jusante da confluência com o rio das Flores (A= 3041 km ² e P= 1672 mm) foram calculadas pela diferença das vazões nesses dois pontos, as quais foram obtidas utilizando a eq. CPRM da região Va e V (var. área e precipitação). A vazão na UHP foi obtida pela relação de áreas da bacia incremental e da UHP.
	III-f	Rio Paraibuna	109,6	1.176	0,26	0,37	1,4	A vazão na UHP foi obtida por relação de áreas da UHP e da bacia incremental do rio Paraibuna da foz (A= 8558 km ² e P= 1531 mm) até jusante da confluência com o Preto (A= 7180 km ² e P=1580 mm). As vazões da área incremental foram calculadas pela diferença das vazões nesses dois pontos, utilizando a eq. CPRM da região Vb e V (var. área e precipitação).

Tabela 12.1.1.2.4 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Piabanha - RH-IV

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Chuva Média (mm)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
					Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha	2.060,7	1.483	7,1	9,7	35,3	Vazões calculadas pela Equação CPRM da região IV (variável área).
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado	1.398,5	1.331	6,1	8,3	20,5	As vazões do rio Paquequer (A= 770,8 km ² e P= 1331 mm) foram calculadas com a equação da CPRM - região VI e VIa (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP (627,7 km ²) as vazões foram calculadas por relação entre as áreas de drenagem do rio Paquequer e das demais bacias.

Tabela 12.1.1.2.5 – Disponibilidade Hídrica nas Principais nas UHPs - Região Hidrográfica Baía de Guanabara - RH-V

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-V	V-a	Rios Iguaçu e Saracuruna	1.101,0	7,6	10,2	33,7	Para o rio Iguaçu (720 km ²) as vazões foram calculadas com a equação regional dos rios Guapiaçu, Macacu e Orindiaçu ⁽¹⁾ (tabela 4.2.3.3.3 do relatório RT-01). As vazões do rio Saracuruna foram calculadas por relação de áreas com a bacia do Iguaçu. A soma das vazões das duas bacias resulta na vazão da UHP.
	V-b	Lagoa de Jacarepaguá e Marapendi	317,5	-	2,2	5,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Estiva no rio Grande (A = 47 km ²).
	V-c1	Rios Pavuna-Meriti, Faria-Timbó e Maracanã	335,6	-	2,4	5,8	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Estiva no rio Grande (A = 47 km ²).
	V-c2	Lagoa Rodrigo de Freitas	32,8	-	0,23	0,57	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Estiva no rio Grande (A = 47 km ²).
	V-d1	Rio Macacu	1.067,0	7,3	8,6	27,1	Vazões calculadas com a equação regional da bacia dos rios Guapiaçu, Macacu e Orindiaçu ⁽¹⁾ .
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu e Guaxindiba	1.514,5	10,5	15,6	54,8	Para os rios Caceribu (812 km ²), Guaxindiba (171 km ²), Roncador (132 km ²), Suruí (85 km ²) e Iriri (20 km ²) as vazões foram calculadas com a equação regional dos rios Guapiaçu, Macacu e Orindiaçu. As vazões da área restante da UHP (295 km ²) foram calculadas por relação de áreas com a bacia do Guaxindiba. A soma das vazões resulta na vazão da UHP.
	V-e1	Lagoas de Niterói	49,2	-	0,35	0,85	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Estiva no rio Grande (A = 47 km ²).
	V-e2	Lagoa de Maricá	347,5	-	2,4	6,0	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Estiva no rio Grande (A = 47 km ²).

Obs.: (1) - O limite de aplicação da equação corresponde à área de 353km². Portanto, as vazões calculadas foram extrapoladas.

Tabela 12.1.1.2.6 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Lagos de São João - RH-VI

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	1.341,0	9,1	16,0	64,4	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	817,5	5,5	9,8	39,3	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-b	Rio Una	451,0	3,1	5,4	21,7	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	1.030,3	7,0	12,3	49,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto de Correntezas no rio São João (A = 404 km ²).

Tabela 12.1.1.2.7 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Rio Dois Rios - RH-VII

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Chuva Média (mm)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
					Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios	3.156,6	1.331	13,0	16,0	45,8	Vazões calculadas pela Equação da CPRM da região VI e VIb (variáveis área e precipitação).
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo	725,7	1.186	1,2	1,7	8,1	As vazões do rib. das Areias (A=409,5 km ² e P= 1186 mm) foram calculadas com a equação CPRM - região VI e VIa (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP (316,2 km ²) as vazões foram calculadas por relação de áreas do rib. das Areias e das demais bacias.
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes Margem Direita do Paraíba do Sul	212,1	1.060	0,12	0,18	1,9	As vazões do cór. do Tanque (A= 69 km ² e P= 1060 mm) foram calculadas com a equação CPRM - região VI e VIa (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP (143,1 km ²) as vazões foram calculadas por relação de áreas do cór. do Tanque e das demais bacias.
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes Margem Direita do Paraíba do Sul	368,0	1.200	0,61	0,88	4,4	As vazões do rio do Colégio (A= 203,8 km ² e P= 1200 mm) foram calculadas com a equação CPRM - região VI e VIa (variáveis área e precipitação). Para as demais bacias da UHP (164,2 km ²) as vazões foram calculadas por relação de áreas do rio do Colégio e das demais bacias.

Tabela 12.1.1.2.8 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Macaé e das Ostras - RH-VIII

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé	1.790,7	8,8	11,9	49,4	Vazões na UHP determinadas com base na relação de áreas com os valores obtidos para o rio Macaé (Área= 1712 km ²) no PRH-Macaé.
	VIII-a2	Rio Imboacica	57,8	0,04	0,14	1,1	Vazões na UHP determinadas com base na relação de áreas com os valores obtidos para a Lagoa de Imboacica (Área= 46,4 km ²) no PRH-Macaé.
	VIII-b	Rio Jundiá / das Ostras	162,8	0,60	0,91	4,3	Vazões na UHP determinadas com base na relação de áreas com os valores obtidos para a foz do rio das Ostras (Área= 171 km ²) no PRH-Macaé.

Tabela 12.1.1.2.9 – Disponibilidade Hídrica nas UHPs - Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul - RH- IX

Região Hidrográfica	UHP	Nome UHP	Área (km ²)	Chuva Média (mm)	Vazões (m ³ /s)			Metodologia
					Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluentes Margem Esquerda Paraíba do Sul	170,5	1.150	0,50	0,65	1,8	A vazão na UHP foi obtida por relação de áreas da UHP e da bacia incremental do Pirapetinga entre a foz (A= 691 km ² e P= 1190 mm) e a divisa c/ MG (A= 561 km ² e P= 1207 mm). As vazões da área incremental foram calculadas pela diferença das vazões nesses dois pontos, utilizando a equação CPRM da região Vb e V (var. área e precipitação).
	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes Margem Esquerda Paraíba do Sul	530	1.049	1,5	2,0	5,7	A vazão na UHP foi obtida por relação de áreas da UHP e da bacia incremental do rio Pirapetinga entre a foz, conforme UHP IX-a1.
	IX-b	Rio Imbé	980,8	1.268	5,1	7,0	30,5	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto Porto do Rio Sul no rio Imbé (A = 708 km ²).
	IX-c	Rio Macabu	1.058,10	1.335	5,4	9,1	32,6	Vazões calculadas por relação de área de drenagem com o posto Macabuzinho no rio Macabu (A = 630 km ²).
	IX-d	Lagoa Feia / Sistema Macaé-Campos	3.107,70	950	-	-	-	-
	IX-e	Rio Pomba	896,7	1.158	1,71	2,42	9,4	A vazão na UHP foi calculada pela diferença entre as vazões na foz (A= 8616 km ² e P= 1381 mm) e na divisa com MG (A= 7719 km ² e P= 1409 mm), utilizando a equação CPRM da Região Vb e V (variáveis área e precipitação).
	IX-f	Rio Muriaé	3.841,20	1.143	4,5	5,9	36,5	A vazão do rio Muriaé foi calculada pela diferença entre as vazões na foz (A= 8162 km ² e P= 1253 mm) e na divisa c/ MG (A= 2978 km ² e P= 1370 mm), utilizando a equação CPRM da Região VII (var. área e precipitação).
	IX-g	Sistema Vigário/Brejos - foz Paraíba do Sul (Margem Esquerda)	1.347,80	938	-	-	-	-
	IX-h	Rio Itabapoana	1.507,3	1.164	5,6	7,1	14,7	As vazões do rio Itabapoana na foz (A= 2388 km ² e P= 1760 mm) foram calculadas pela regionalização de vazões da região hidrográfica capixaba. As vazões na UHP foram calculadas por relação de áreas de drenagem da UHP e do rio Itabapoana na foz.

Tabela 12.1.1.2.10 – Disponibilidade Hídrica nas Bacias Federais

Região Hidrográfica	Curso D'água	Área Foz (km ²)	Área Divisa ERJ (km ²)	Vazões Foz (m ³ /s)			Vazões Divisa ERJ (m ³ /s)			Metodologia
				Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	Q _{7,10}	Q _{95%}	Q _{MLT}	
RH-I	Mambucaba	738,4	382,8	8,9	11,3	29,0	4,6	5,9	15,0	Vazões calculadas por relação de área com o Posto Faz. Fortaleza, rio Mambucaba (A=635 km ²).
	Bracuí	196,6	108,3	2,8	3,8	11,2	1,4	2,0	5,9	Regionalização Tese Doutorado UFF (item 3.4).
	Ariró	62,9	24,6	0,8	1,1	3,2	0,2	0,3	0,9	Regionalização Tese Doutorado UFF (item 3.4).
RH-II	Pirai	1.117,6 ⁽¹⁾	105,0	-	1	-	1,0	1,4	4,4	Vazão de referência na foz fornecida pela ANA. Vazões calculadas por relação de área com o Posto de Lídice no rio Pirai (A = 108 km ²).
RH-III	Bananal	523	404,8	2,4	3,58	6,63	1,77	2,66	5,02	Vazões calculadas pela Equação CPRM da região III (variáveis área e precipitação).
	Preto	3.414,2 ⁽¹⁾	1.646,3 ⁽³⁾	24,7	33,1	82,3	13,2 ⁽²⁾	17,8 ⁽²⁾	43,4 ⁽²⁾	Vazões calculadas pela Equação CPRM da região Va e V (variáveis área e precipitação).
	Paraibuna	8.558	7.148,2 ⁽⁴⁾	44,7	63,5	176,6	41,4	58,6	158,3	Vazões calculadas pela Equação CPRM da região Vb e V (variáveis área e precipitação).
RH-IX	Pirapetinga	691 ⁽¹⁾	615,1 ⁽³⁾	2,8	3,6	8,8	2,2	3,3	8,0	A vazão do Pirapetinga em MG foi calculada somando-se a vazão na divisa (A= 561 km ² e P= 1207 mm) com a vazão do restante da área mineira da bacia (A= 54,3 km ²), usando a eq. CPRM - região Vb e V (área e precipitação).
	Muriaé	8.162 ⁽¹⁾	2.978 ⁽¹⁾	15,8	20,4	92,7	11,3	14,6	56,2	Vazões calculadas pela eq. CPRM da Região VII (variáveis área e precipitação).
	Carangola	2.027 ⁽¹⁾	1.343	4,9	6,6	28,2	3,1	4,2	18,3	Vazões calculadas pela eq. CPRM da Região VII (variáveis área e precipitação).
	Pomba	8.616 ⁽¹⁾	7.719	35,2	49,2	142,8	33,5	46,8	133,4	Vazões calculadas pela Equação CPRM da região Vb e V (variáveis área e precipitação).
	Itabapoana	4.875	3.368	18,2	22,9	47,5	12,6 ⁽²⁾	15,8 ⁽²⁾	32,8 ⁽²⁾	Vazões calculadas pela regionalização da região hidrográfica capixaba (item 12.1.1.1).
RH-III, RH-IV, RH-VII e RH-IX	Paraíba do Sul	55.500 ⁽¹⁾	-	-	367,9	-	-	-	-	Vazão de referência na foz fornecida pela ANA.

Obs: (1) - Fonte: Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança. (2) - Calculada pela diferença entre as vazões na foz e as vazões na UHP.
(3) – Área da bacia em Minas Gerais. (4) – Área da bacia do Paraibuna na Divisa com MG, a jusante da confluência com o rio Preto.

12.1.2. Águas Subterrâneas

12.1.2.1. Informações Cadastrais

A avaliação da utilização de águas subterrâneas no estado foi realizada com base no cadastro de poços tubulares profundos do Inea e no Projeto Rio de Janeiro executado pela CPRM (2000). Além disso, foram consultados os principais estudos e projetos realizados no estado.

Ao todo foram analisados mais de quinhentos processos, reunindo informações cadastradas até julho de 2012, consistindo informações de 634 poços declarados no CNARH.

A tabela 12.1.2.1.1 apresenta a distribuição dos poços por região hidrográfica utilizando as informações obtidas nos processos do Inea e no Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000).

Tabela 12.1.2.1.1 - Distribuição dos Poços Cadastrados pelo Inea e no Projeto Rio de Janeiro, por Região Hidrográfica

Região Hidrográfica	Número de Poços Outorgados (Inea)	Número de Poços CPRM (2000)
I	2	32
II	72	123
III	60	209
IV	45	193
V	414	618
VI	3	53
VII	9	101
VIII	20	9
IX	9	277
Total	634	1.615

A tabela 12.1.2.1.2 apresenta um resumo dos dados de outorgas referentes às vazões médias, vazões específicas médias, dias e horas de funcionamento do poço identificado por regiões hidrográficas.

Tabela 12.1.2.1.2 - Dados de vazão, vazão específica e tempo de uso dos poços obtidos de processo de outorga do Inea

Região Hidrográfica		Vazão (m ³ /hora) Outorgada	Vazão Específica (m ³ /hora/m)**	Dias Outorgados	Tempo Médio de Bombeamento (horas/dia)
I*	Máxima	1,03	-----	-----	
	Mínimo	-----	-----	-----	
	Média	1,00	0,03	15	5
II	Máxima	20,30	7,60	30	20
	Mínimo	0,60	0,1	18	1
	Média	5,81	0,59	28	13,8
III	Máxima	93,18	3,73	30	24,00
	Mínimo	0,46	0,01	21	0,50
	Média	10,59	0,82	29	17,33
IV	Máxima	50,09	3,48	30	24,00
	Mínimo	0,40	0,02	3	2,30
	Média	11,02	0,63	28	16,92

Região Hidrográfica		Vazão (m ³ /hora) Outorgada	Vazão Específica (m ³ /hora/m)**	Dias Outorgados	Tempo Médio de Bombeamento (horas/dia)
V	Máxima	53,50	6,52	30	20
	Mínimo	0,17	0,1	20	1
	Média	5,08	0,50	28	11,4
VI	Máxima	5	3,48	30	18
	Mínimo	3,07	0,02	20	6
	Média	3,9	0,63	29	11,4
VII	Máxima	14,40	1,05	30	20
	Mínimo	1,20	0,03	20	2,5
	Média	4,61	0,37	28	11,8
VIII	Máxima	12,24	2,86	30	24
	Mínimo	0,434	0,03	20	3
	Média	3,53	0,93	28	14,2
IX	Máxima	52,00	8,28	30	15
	Mínimo	0,64	0,03	15	5
	Média	18,15	1,80	26	10

*Insuficiência de dados** Vazão específica é a razão entre vazão de bombeamento (Q em m³/h) e o rebaixamento (s = m³/h/m) produzido no poço em função do bombeamento por um determinado tempo.

Observa-se que as maiores vazões e vazões específicas foram registradas nas regiões hidrográficas III, V e IX, ocorrendo em poços situados em bacias sedimentares. Contudo, na consulta à lista de processos que produziram a tabela 12.1.2.1.2 não foram identificadas informações referentes aos poços de grandes vazões existentes na Bacia de Campos, tais como, o Donana 04 que produziu a vazão de 310 m³/hora (86 l/s), outro no Distrito do Farol de São Tomé, o Poço Boa Vista, que registro vazão de 260 m³/hora (72 l/s) (CAETANO, 2000 e CAPUCCI et al, 2001).

Igualmente, também não foram identificados poços no sistema fraturado que apresentaram vazões na ordem de 100 m³/hora, bem como o poço surgente de 40 m³/h em Além Paraíba, conforme citado em CAPUCCI, 1988, apud MARTINS et al, 2006.

A tabela 12.1.2.1.3 apresenta o resumo dos dados referentes às vazões médias, vazões específicas médias e profundidade média, individualizados por tipo de aquífero e separados por Regiões Hidrográficas, coletados a partir das informações cadastradas pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000).

Tabela 12.1.2.1.3. - Vazão média, vazão específica média e profundidade média dos poços divididos por tipo de aquífero e Região Hidrográfica, a partir das informações do Projeto Rio de Janeiro, CPRM (2000)

Região Hidrográfica	Número de Poços	Aquífero	Média das Vazões (m ³ /hora)	Média das Vazões Específica (m ³ /hora/m)	Profundidade (metros)
Região I	24	Fraturado	4,75	0,27	85,63
	8	Misto	2,78	0,11	51,65
Região II	94	Fraturado	6,64	0,45	72,9
	4	Poroso	3,13	0,17	41,92
	25	Misto	3,99	0,17	86,56
Região III	152	Fraturado	8,66	0,63	91,61
	8	Misto	6,3	0,35	90,83
	49	Poroso	14,48	0,32	129,35
Região IV	174	Fraturado	9,71	0,5	106,65
	19	Misto	5,24	0,57	78,11

Região Hidrográfica	Número de Poços	Aquífero	Média das Vazões (m ³ /hora)	Média das Vazões Específica (m ³ /hora/m)	Profundidade (metros)
Região V	7	Poroso	4,23	0,19	60
	126	Misto	5,45	1,79	66
	485	Fraturado	3,12	0,18	73,8
Região VI	23	Fraturado	2,95	0,24	66
	3	Misto	2,78	0,3	35,25
	13	Poroso	3,43	0,55	44,36
Região VII	101	Fraturado	13,9	1,01	81,14
Região VIII	6	Fraturado	3,29	0,45	23
	3	Poroso	4,67	0,29	46
Região IX	200	Fraturado	9,45	0,73	70,45
	76	Poroso	29,6	8,06	128,39

12.1.2.2. Disponibilidade hídrica

Considera-se reserva de água subterrânea o volume de água armazenada e que sofre variação em função do tempo e do tipo de aquífero. Geralmente são divididas em reservas reguladoras (ou renováveis), permanentes, naturais (totais) e explotável (*safe yield*). O recurso água subterrânea renovável pode ser avaliado mediante análise de variações potenciométricas, curvas de recessão de rios ou riachos ou a partir de análise de mapas de fluxo subterrâneo (FEITOSA *et al*, 2008). Esta contextualização é especialmente válida para aquíferos sedimentares, não podendo ser aplicada integralmente no caso de aquíferos fraturados.

De acordo com LOPES (1994) e PEREIRA e KILMMELMANN (2004) a avaliação preliminar da “disponibilidade” hídrica subterrânea para os aquíferos fraturados em uma determinada região pode ser calculada a partir do $Q_{7,10}$ (vazão mínima de sete dias consecutivos e tempo de retorno de dez anos) a qual é similar ao escoamento de base dos rios, ou seja, à contribuição do aquífero para os rios ao longo de um ano hidrológico.

No entanto, geralmente o potencial dos aquíferos do estado do Rio de Janeiro é estimado em função das vazões nominais dos poços (m³/h). Logo, a maior parte das estimativas se origina das vazões de poços instalados, obtidas através de informações bibliográficas ou por meio de inventário de poços. Segundo COSTA (1998) há que se considerar a descarga que está sendo retirada dos aquíferos, denominando-a como *disponibilidade efetiva*. A disponibilidade efetiva é definida como a descarga anual efetivamente bombeada em certo momento considerado e estimado através do cadastramento de poços em uma área, aquífero ou sistema de aquíferos.

Por outro lado, de acordo com FEITOSA *et al* (2008), *disponibilidade instalada* é o volume anual passível de exploração através de poços existentes, com base na vazão máxima de exploração – ou vazão ótima – num regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano. Esta descarga é de grande importância, pois deve ser considerada no balanço hídrico, além de poder ser considerada como a descarga sustentável.

Em seguida são apresentadas as informações mais significativas quanto ao potencial dos aquíferos fluminenses obtidos na literatura geológica e nos dados do cadastramento de poços apresentados anteriormente.

12.1.2.2.1. Sistema aquífero fraturado

Segundo o Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000) há ocorrência de poços no sistema cristalino produzindo vazões em torno de 100 m³/h (não identificados nos cadastrados analisados). Esta vazão é anômala e muito diferente da média regional, que é inferior aos 10 m³/h (determinada no cadastramento dos poços no âmbito do PERHI). Por outro lado, em certas regiões, em função da evolução geológica, podem apresentar maior potencial de extração.

Na região fronteira dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, na bacia do rio Paraíba do Sul, ocorrem estruturas tectônicas favoráveis (Graben do rio Paraíba do Sul), com armazenamento de água subterrânea em volume significativo, com poços bem localizados e construídos produzindo boas vazões em ambas as margens.

De acordo com CAPUCCI (2003), poços perfurados no sistema cristalino nos municípios de Carmo, Três Rios e Barra Mansa produziram vazões operacionais superiores a 20 m³/h. Ainda segundo o autor, um poço construído para a Light, na Ilha dos Pombos, com 96 m de profundidade, próximo à cidade de Além Paraíba, produziu a inédita vazão de 40 m³/h, com água levemente ferruginosa. A tabela 12.1.2.2.1.1 apresenta as vazões médias obtidas em poços perfurados no sistema cristalino, apresentadas por região hidrográfica, de acordo com (CPRM, 2000).

Tabela 12.1.2.2.1.1 - Vazões médias encontradas em poços perfurados no sistema cristalino, divididas por região hidrográfica, (CPRM, 2000)

RH	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Vazão Média por RH (m ³ /h)	4,75	6,64	8,66	9,71	3,12	2,95	13,9	3,29	11,09
Número de poços avaliados	24	94	152	174	485	23	101	6	200

Observa-se que as vazões médias encontradas na RH-V (Baía da Guanabara), RH-VI (Lagos São João) e RH-VIII (Macaé e das Ostras) são pequenas, fato a ser considerado, pois são regiões que também apresentam restrições na disponibilidade hídrica superficial. As Regiões Hidrográficas (II, III e IX) apresentam vazões médias mais expressivas, possivelmente devido à contribuição dos aquíferos sedimentares sobrepostos. Por sua vez, os poços perfurados nas Regiões Hidrográficas IV e VII também apresentam médias significativas, possivelmente devido à associação com estruturas do Graben do Paraíba do Sul.

12.1.2.2.2. Sistemas aquíferos sedimentares

12.1.2.2.2.1. Bacia de Campos

- **Aquífero Flúvio Deltaico**

As vazões observadas geralmente são significativas e um único poço (Donana 04), produziu a vazão de 310 m³/h (86 l/s). As vazões específicas variam de 30 a 40 m³/h.m de rebaixamento (CAETANO, 2000). Segundo MARTINS *et al* (2006), pesquisas realizadas neste aquífero determinaram transmissividades de 6.000 a 7.000 m²/dia e potencial de 24x10⁶m³/ano. Esse autor concluiu que sua recarga principal tem origem no rio Paraíba do Sul e em seus canais de drenagem, recarregando também os aquíferos mais antigos através de falhamentos.

- **Aquífero Emboré**

Na região do Distrito do Farol de São Tomé, o poço Boa Vista apresentou a vazão de 260 m³/h (72 l/s). De acordo com a Fundação CEPERJ (2010), nesta bacia são disponibilizados 338,3 l/s, captados em 80 poços que abastecem mais de 154 mil habitantes.

A análise de 76 poços perfurados exclusivamente no sistema sedimentar, com base no cadastro de poços do Inea, resultou na estimativa de 29,6 m³/h de vazões médias.

12.1.2.2.2 Bacia de Resende

- **Aquífero Multicamadas**

Segundo CASTRO (2002), com base nos poços cadastrados calculou-se a disponibilidade hídrica renovável do Aquífero Multicamadas em 18 hm³/ano e em 6,4 hm³/ano o volume explorado, correspondendo à retirada de 20% dos recursos subterrâneos totais disponíveis neste aquífero.

A tabela 12.1.2.2.2.1 apresenta os valores médios encontrados nos aquíferos da Bacia de Resende.

Tabela 12.1.2.2.2.1 - Distribuição das médias das vazões, nível estático e nível dinâmico nos diferentes tipos de aquíferos da Bacia de Resende, modificado a partir de CASTRO (2002)

Aquíferos	Valores	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão m ³ /h
Sedimentar	Máximo	78	131,7	54,8
	Média	11,3	46,5	11,5
	Mínimo	1,0	6,0	0,04
Cristalino	Máximo	57,0	116	4,8
	Média	12,1	58,4	3,4
	Mínimo	2,2	30	0,3
Cristalino e Sedimentos	Máximo	18	69	28,8
	Média	8,8	39,6	7,1
	Mínimo	0,7	6,0	4,0

12.1.2.2.3. Área da Baía da Guanabara

- **Aquífero Macacu**

O aquífero Macacu apresenta vazões entre 5,5 e 42,7 m³/h e vazões específicas entre 0,5 e 1,0 m³/h/mês (ALMEIDA et al, 2010). Por sua vez, o CONSÓRCIO ECOLOGUS – AGRAR (2005) indicou a existência de poços perfurados na região de Itaboraí com vazões entre 15 a 42 m³/mês, considerando a Formação Macacu como de alto potencial explorável. No entanto, a média das vazões em 7 poços cadastrados pelo Inea foi de 4,23 m³/h.

- **Aquífero Aluvionar**

A produção observada nos poços tubulares profundos alcança vazões superiores aos 10 m³/h. Neste aquífero, ensaios de vazão produziram valores entre 10 e 42 m³/h (ALMEIDA et al, 2010).

O Programa de Aproveitamento Racional de Água Subterrânea do PDRH (2004) sugere a utilização deste aquífero através da construção de baterias de poços, contendo entre 10 e 20 poços, para uma produção da ordem de 100 a 400 m³/h (28 a 112 l/s), dependendo do número de poços. A tabela 12.1.2.2.3.1 apresenta o resumo das disponibilidades hídricas subterrâneas de acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara (CONSÓRCIO ECOLOGUS – AGRAR, 2005).

Tabela 12.1.2.2.3.1 - Reservas Permanentes, Reservas Renováveis e Rendimento Médio por Poço na Região Hidrográfica da Baía da Guanabara (CONSÓRCIO ECOLOGUS – AGRAR, 2005)

Aquífero	Reserva Permanente (10⁹m³)	Reserva Renovável (10⁸m³)	Rendimento Médio por Poço (m³/h)
Aluvião	1,026	1,48	10 - 20
Formação Macacu-Caceribu	0,39	0,39	20
Flúvio Marinho Argilo-Arenoso	0,92	0,69	5 - 10
Cristalino Favorabilidade Mediano	----	-----	10

- **Aquífero Piranema**

Segundo TUBBS (2005), o potencial utilizável do aquífero varia entre 35,5 x 10⁶m³ e 30,8 x 10⁶m³/ano (aproximadamente 1,12 m³/s e 0,97 m³/s) e uma reserva reguladora entre 30 e 34,5 10⁶m³/ano, ou seja, uma vazão em torno de 1 m³/s.

12.1.2.2.4. Províncias Hidrogeológicas

CAPUCCI (1988) apud MARTINS et al (2006), propõe a divisão do estado do Rio de Janeiro em províncias hidrogeológicas considerando as vazões (capacidades) específicas dos poços existentes. A figura 12.1.2.2.4.1 apresenta um resumo do potencial hídrico subterrâneo do estado do Rio de Janeiro segundo esse autor.

O autor atribuiu quatro padrões de potencialidade para os aquíferos estudados no estado do Rio de Janeiro, utilizando valores de vazão específica que é o parâmetro mais apropriado para exprimir inicialmente o potencial de um aquífero, quando comparada com a vazão nominal:

- Muito elevado: vazões específicas maiores de 12 m³/h/mês (bacia de Campos).
- Elevado: para vazões específicas entre 5 e 12 m³/h/mês (bacia de Campos) e (Resende).
- Médio: para vazões específicas entre 0,5 e 5 m³/h/mês (Graben do rio Paraíba do Sul) e entre 0,5 e 1 m³/h/mês (bacia de Itaboraí).
- Fraco: para vazões específicas menores que 1,0 m³/h/mês (bacia de Campos) e menores que 0,5 m³/h/mês (bacia de Itaboraí).

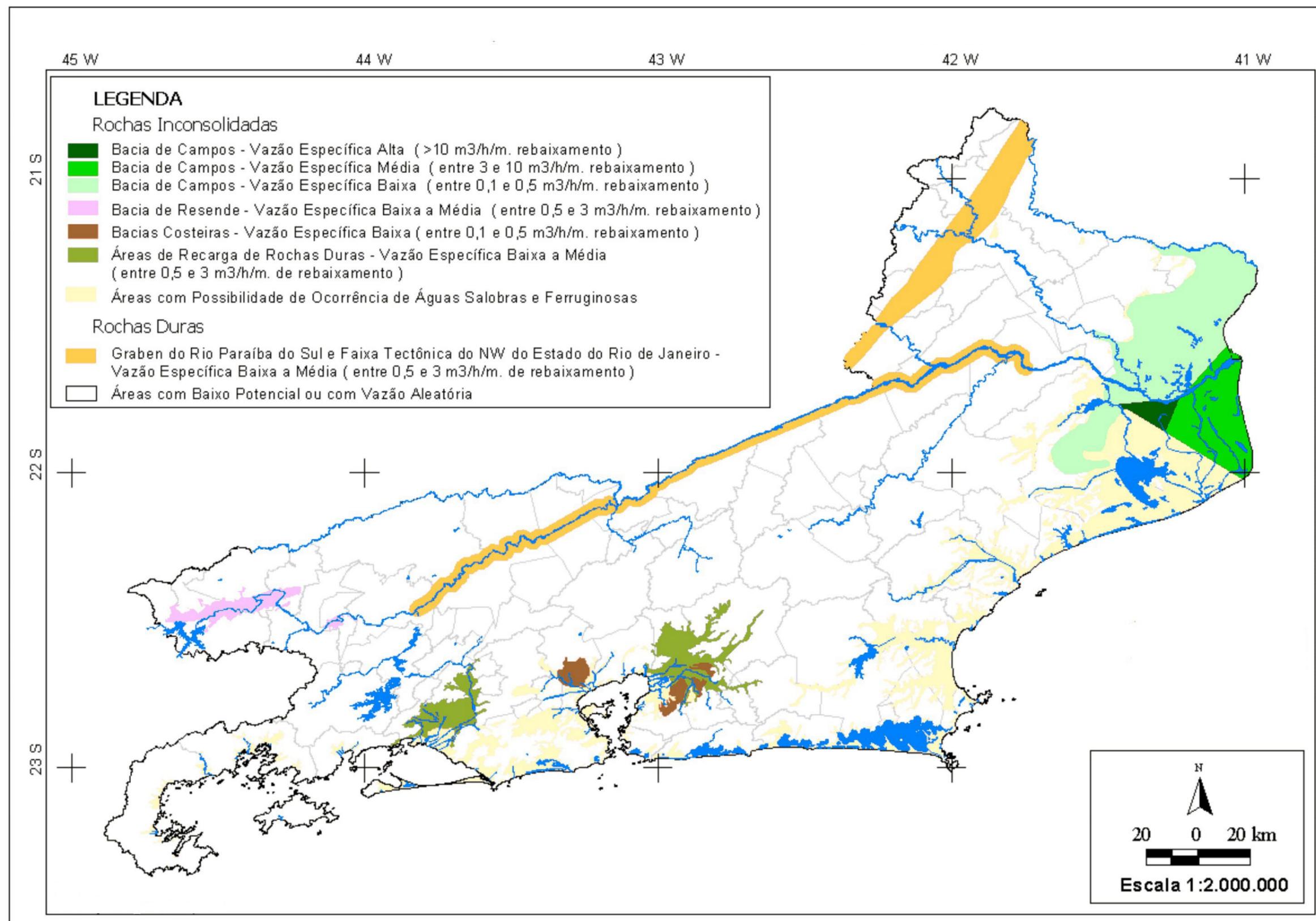


Figura 12.1.2.2.4.1 - Províncias Hidrogeológicas do estado do Rio de Janeiro (Fonte: CAPPUCI, 1988)

12.1.2.2.3. Disponibilidade efetiva e disponibilidade instalada a partir do cadastro de poços

Como visto a disponibilidade efetiva e a disponibilidade instalada são associadas ao volume explorado dos aquíferos por intermédio das obras de captações existentes. Convém ressaltar, no entanto, que essa constatação é de ordem prática e que considera somente o número de poços e suas vazões nominais obtidas por ensaios de vazão. A tabela 12.1.2.2.3.1 apresenta a disponibilidade efetiva e instalada para todas as regiões hidrográficas.

Tabela 12.1.2.2.3.1 - Disponibilidade efetiva e instalada por Região Hidrográfica

Região Hidrográfica	Nº Total de Poços	Vazão Média (m ³ /h)	Vazão Total (m ³ /h)	Tempo médio bombeado horas/dia	Disponibilidade Efetiva (m ³ /média de horas bombeadas durante um dia)	Disponibilidade Instalada (m ³ /ano)
R-I	34	5	170	10	1700	1.489.200
R-II	195	5,81	1132,95	13,8	15.634,71	413.545
R-III	269	10,59	2848,71	17,3	49.282,68	24.954.685
R-IV	238	11,02	2622,76	16,9	44.324,65	22.975.290
R-V	1032	5,08	5.242,56	11,4	59.765,18	45.924.665
R-VI	56	3,84	215,04	11,4	2.451	1.883.400
R-VII	110	4,61	507,1	11,8	5.983,78	4.441.320
R-VIII	29	3,53	102,37	14,2	1.453,65	893.520
R-IX	276	16,57	5.054,4	10	50.544	44.273.040
Total	2249	-	17.850,89	-	231.139	147.248.665

A análise da tabela 12.1.2.2.3.1 permite observar o grande volume de água captado em poços na Região Hidrográfica V (45.924.665 m³/ano), aproximadamente 1,46 m³/s. Esse volume se deve ao elevado número de poços em operação. A Região Hidrográfica IX apresenta volume de captação de água subterrânea (43.878.840 m³/ano) em torno de 1,39 m³/s, neste caso, devido à contribuição das excelentes vazões conhecidas na Bacia de Campos. Cabe ressaltar ainda a disponibilidade das Regiões Hidrográficas III e IV: a primeira certamente por influência da Bacia de Resende.

Em resumo, os números apresentados permitem estimar que a descarga total instalada em poços tubulares no estado do Rio de Janeiro é da ordem de (147.248.665 m³/ano) ou 4,67 m³/s.

A Estimativa do potencial de recarga natural dos aquíferos do estado do Rio de Janeiro encontra-se no R3-B – Temas Técnicos Estratégicos. RT-06 - Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses.

12.2. Aspectos Qualitativos

12.2.1. Águas Superficiais

O monitoramento de qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental e de recursos hídricos, uma vez que permite avaliar os aspectos qualitativos dos corpos d'água para fins de licenciamento ambiental e para aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, tais como, outorga, cobrança e enquadramento. Além disso, a qualidade da água é um balizador de investimentos em tratamentos de esgotos sanitários e de efluentes de atividades econômicas em geral.

No estado do Rio de Janeiro, o monitoramento vem sendo realizado desde a década de 70 nos principais rios, reservatórios, lagoas costeiras, baías e praias. De modo geral abrange parâmetros bacteriológicos, físico-químicos, biológicos, ecotoxicológicos e bioensaios.

Os itens a seguir apresentam a avaliação da qualidade de água dos rios, lagoas, reservatórios, baías e praias, tendo como base dados de qualidade da água de diversos parâmetros e o relatório de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010), ambos fornecidos pelo Inea.

➤ Rios e Lagoas

Atualmente o monitoramento dos principais cursos d'água do Estado é realizado pela GEAG/DIGAT⁶ que disponibilizou um banco de dados com 5 anos de monitoramento de qualidade da água do período de 2006 a 2011, além de uma lista com 197 estações consideradas em operação.

Essa lista de estações foi atualizada no âmbito do relatório RT-02 – “Avaliação da Rede Quali-Quantitativa para Gestão das Águas no estado do Rio de Janeiro e Proposição de Pontos de Controle em Bacias Estratégicas”, uma vez que o “Plano de Monitoramento de 2013 dos Corpos d'água do estado do Rio de Janeiro” está em fase de implantação, onde a rede de monitoramento foi otimizada e novas estações de qualidade da água vêm sendo instaladas. Assim, foram contabilizados 255 postos em operação.

Desse total, 123 estações de qualidade de água possuem dados completos no período de 5 anos, e portanto foram utilizadas para o diagnóstico dos corpos fluviais. A descrição dessas estações está reunida no Anexo 1.

Para avaliar a qualidade de água dos corpos hídricos do Estado, estava previsto a utilização do Índice de Qualidade de Água (IQA) desenvolvido pela CETESB, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para avaliação da qualidade das águas. São eles: coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido.

Após a análise do banco de dados de qualidade de água fornecido pelo Inea, observou-se que a maioria das campanhas de medição não apresentavam os 9 parâmetros necessários para o cálculo do IQA.

Existem estudos que utilizam um método de ponderação para redistribuir o peso dos parâmetros sem dados para aqueles que possuem informações, de forma a possibilitar a aplicação do cálculo do IQA pelo método CETESB. Contudo, observou-se que esse

⁶ Gerência de Avaliação de Qualidade das Águas/Diretoria de Gestão das Águas e do Território.

método poderia superestimar ou subestimar significativamente o valor de IQA, reduzindo a sensibilidade das análises. Sendo assim, o presente estudo não utilizou o método IQA no diagnóstico de qualidade de água.

Dessa forma, para análise dos dados de qualidade da água, foi realizada uma estatística, para cada parâmetro e cada estação de amostragem, do percentual de amostras cujas concentrações violaram os padrões da Resolução Conama 357/2005, considerando o enquadramento do rio, seja federal ou estadual, no local de cada estação. Além dos índices de violação de classe, os corpos fluviais foram avaliados utilizando percentis de 75, 50 e 25% e pelas concentrações máximas, médias e mínimas dos parâmetros de qualidade de água.

Todas as análises realizadas tiveram como base o enquadramento dos diversos trechos dos cursos de água federais da bacia do rio Paraíba do Sul, estabelecido pela Portaria GM/086 de 04-06-81. De acordo com essa portaria, estão enquadrados em classe 2 os rios Pomba, Muriaé, Carangola, Preto (foz do rio Prata até a foz), Paraibuna (barragem de Chapéu d’Uvas até a foz), Bananal (cidade de Bananal até a foz) e Paraíba do Sul (barragem de Santa Branca até Campos). O rio Paraíba do Sul no trecho entre a cidade de Campos e a foz está enquadrado em classe 3.

Para os rios estaduais que não possuem enquadramento, as análises foram realizadas tendo como base os limites para classe 2, de acordo com a Conama 357/2005.

Os índices de violação de classe estão apresentados em mapas por Região Hidrográfica no Anexo 2, para os cinco parâmetros com as maiores violações de classe em cada região. O Anexo 3 reúne os gráficos com os percentis e concentrações máximas, médias e mínimas dos 6 parâmetros com maiores índices de violação de classe por curso d’água ou conjunto de rios, para cada região hidrográfica.

Com o objetivo de conhecer os parâmetros que apresentam concentrações mais significativas nas bacias estaduais, foi calculada a média das violações de classe de todas as estações no Estado, para cada parâmetro de qualidade da água. A classificação em ordem decrescente das médias obtidas, tabela 12.2.1.1, é um indicativo dos constituintes mais críticos.

Nos desenhos 12.2.1.1, 12.2.1.2, 12.2.1.3, 12.2.1.4 e 12.2.1.5 são apresentados mapas que indicam as faixas de violação de classe dos cinco parâmetros com as maiores violações médias no Estado, para todas as estações de qualidade da água que possuem dados no período disponível.

Tabela 12.2.1.1 - Classificação dos Parâmetros de acordo com a Média das Violações de Classe em todo Estado

Ordem	Parâmetro	% Violação
1	Coliformes Fecais	87,5
2	Fósforo Total	67,7
3	OD	42,6
4	DBO	40,3
5	Manganês Total	30,9
6	Ferro Sol.	30,1
7	Chumbo	20,4
8	Cloreto	18,3
9	Alumínio Sol.	17,0
10	Cádmio	14,9

Entre os parâmetros que apresentam um elevado nível de comprometimento estão os coliformes fecais, o fósforo total, o oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica de oxigênio, evidenciando contínuo processo de poluição por material orgânico. Com o desenvolvimento urbano e industrial do Estado, houve um comprometimento da qualidade da água por despejos que contêm grande quantidade de matéria orgânica, haja vista a ausência quase completa de tratamento de esgotos. Esses parâmetros estão classificados nas primeiras posições do ranking dos maiores violadores de classe do Estado (desenho 12.2.1.1).

O manganês, em águas, é proveniente da lixiviação de rochas e minerais ou de efluentes industriais. Suas principais aplicações estão na metalurgia, na preparação de aços especiais e na química fina para a preparação de compostos orgânicos.

Na RH-I não foi possível realizar o diagnóstico de qualidade da água para os corpos hídricos, devido à ausência de estações nessa região. No entanto, os trechos finais dos rios do Corisco e Perequê-Açu que atravessam o centro urbano de Paraty, sofrem com os despejos urbanos desse município que não recebem qualquer tipo de tratamento. O mesmo ocorre com os rios que banham o município de Angra dos Reis, em uma região com crescimento populacional e ausência de infraestrutura básica. No entanto, nesse município existe uma estação de tratamento de esgotos de “tempo seco”⁷, com índice de tratamento de esgotos de 45%.

A expansão urbana do município do Rio de Janeiro em direção à zona oeste gerou um aumento da população nos municípios da RH-II e a expansão das atividades econômicas, propiciado por atividades industriais diversificadas. Como consequência, são lançados diariamente nos rios efluentes de natureza doméstica e industrial, na maioria das vezes sem qualquer tipo de tratamento.

As bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim apresentam parâmetros com elevados índices de violação de classe 2. De acordo com as figuras reunidas no Anexo 2, os parâmetros que apresentam as maiores violações de classe coincidem com aqueles encontrados para todo o estado do Rio de Janeiro, mudando apenas a ordem de classificação. Assim, os parâmetros com as maiores violações de classe são os coliformes fecais, fósforo total, OD, manganês e DBO.

Observa-se tanto nos mapas de violação de classe (Anexo 2) quanto nos gráficos de percentis e concentrações máximas, médias e mínimas (Anexo 3), que a calha principal do rio Guandu encontra-se em condições melhores de qualidade da água, em especial no trecho do ribeirão das Lajes. Já os rios dos Poços, Queimados, Ipiranga e Macaco, afluentes do rio Guandu, apresentam condições de qualidade da água mais críticas pelos despejos lançados sem tratamento nesses cursos d’água e suas vazões reduzidas.

Com relação à RH-III, o rio Paraíba do Sul e afluentes do trecho apresentam elevadas concentrações de coliformes fecais e de fósforo total em praticamente todas as estações, de modo especial naquelas onde a influência dos despejos domésticos é mais acentuada, ou seja, nas proximidades das maiores cidades ribeirinhas (Anexos 2 e 3). A exceção é a jusante da barragem de Funil, estação PS410, que apresenta boas condições de qualidade da água, com índices de violação de Classe 2 inferiores a 20% na maioria dos parâmetros analisados.

De modo geral, o rio Paraíba do Sul e seus afluentes no trecho (rios Pirapetinga, Bananal, Paraibuna, Preto e Córrego Água Branca) tem concentrações de OD, DBO e

⁷ O termo tempo seco refere-se ao período sem chuvas.

manganês nos padrões da Classe 2 da Conama 357/05, com índices de violação de classe inferiores a 20%.

Na Região Hidrográfica do Piabanha, RH-IV, a ocupação urbana expressiva, principalmente nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, combinada com um tratamento inadequado de esgotos e as reduzidas vazões dos cursos d'água, comprometem significativamente a qualidade da água (Anexos 2 e 3).

Observam-se elevadas concentrações de coliformes fecais e de fósforo total nos rios da região. A estação de qualidade de água PB0011 do rio Piabanha foi a que apresentou o menor índice de violação de classe para o parâmetro coliformes fecais, na faixa entre 40 e 60%. Isso pode ser explicado pelo fato de localizar-se a jusante da PCH Piabanha.

Também podem ser observadas pequenas violações de classe de ferro dissolvido, fenóis e cádmio. Vale destacar que os parâmetros OD, manganês e DBO não se encontram entre os cinco maiores violadores de Classe 2 em função da metodologia utilizada para selecionar os parâmetros mais críticos que consistiu na determinação das médias das violações nos rios da região. Assim, as violações desses parâmetros ocorridas nas estações a jusante das cidades de Petrópolis e Teresópolis (PB002 e PQ113) não são apresentadas nos Anexos 2 e 3. No entanto, podem ser observadas nos desenhos 12.2.1.3 a 12.2.1.5.

Com relação à qualidade da água do rio Paraíba do Sul na RH-IV, observa-se violações de classe de coliforme fecais e fósforo total, seguindo as mesmas condições do trecho de montante.

De modo geral, a Região Hidrográfica da Baía de Guanabara apresenta elevadas violações de classe 2 dos parâmetros coliformes fecais, fósforo total, DBO, OD e manganês, fato que pode ser explicado pela intensa ocupação urbana da região. Os rios que atravessam as áreas mais densamente ocupadas recebem grandes quantidades de lançamentos domésticos e industriais, além de despejos de resíduos sólidos, e, por isso, apresentam os piores índices de violação (Anexos 2 e 3).

As melhores condições de qualidade da água são verificadas nas cabeceiras dos rios Roncador, Soberbo, Guapiaçu, Caceribu e Macacu, a montante dos grandes centros urbanos. Por exemplo, a estação MC965, localizada no rio Macacu, apresenta violações de classe de coliformes fecais e fósforo total inferiores a 60% e 20%, respectivamente. Os demais parâmetros, OD, manganês e DBO, apresentam concentrações em classes 1 e 2.

As lagoas do sistema lagunar de Jacarepaguá apresentam condições críticas de qualidade da água, em todas as estações monitoradas, como consequência da péssima qualidade da água dos rios contribuintes. Assim, nesses corpos hídricos são observadas elevadas violações de classe dos mesmos parâmetros relacionados anteriormente.

Para os sistemas lagunares de Maricá e Araruama não existem dados de monitoramento disponível nos últimos 5 anos. Com relação ao primeiro sistema, o relatório de qualidade da água do Inea (2000-2010) indica que as melhores condições são observadas nas lagoas do Padre e Guarapina, em função, principalmente, da baixa ocupação do seu entorno e da renovação constante de massas d'água entre a lagoa e o mar. O mesmo não ocorre com as lagoas da Barra e Maricá que apresentam maior ocupação e uso do solo na bacia contribuinte, além de barreiras fisiográficas e perdas de coluna d'água.

Com relação à Lagoa de Araruama, o relatório do Inea destaca que o ecossistema da lagoa vem passando por um aumento acelerado da poluição por nutrientes o que acarreta impactos gerais sobre sua estrutura ecológica, paisagística e características balneares. Também ressalta que o alto grau de eutrofização poderá comprometer no futuro, a pesca, a extração de sal, as atividades turísticas, dentre outras, todas importantes para a região.

As estações localizadas na bacia contribuinte à Lagoa Rodrigo de Freitas apresentam, de forma geral, violações de classe 2 de OD e DBO inferiores a 20%. Para coliformes fecais apenas a estação CB0085 no rio Cabeça não apresenta violação de classe 2 e o posto MC0085 no rio Macaco tem índices de violação na faixa entre 20 e 40%. As demais apresentam níveis elevados de coliformes fecais e fósforo total.

Vale ressaltar que em 2003 foi instalada uma galeria de cintura no entorno da Lagoa e que em 2004, o Inea, com auxílio da Cedae, identificou e retirou lançamentos irregulares de esgotos nos rios da bacia de drenagem da lagoa. Tais ações resultaram na melhoria da qualidade da água da região.

Na RH-VI (Lagos São João) observa-se que o rio São João apresenta os menores índices de violação de classe 2 para todos os parâmetros analisados. As condições mais críticas são verificadas nos rios Capivari, Una e Bacaxá com relação ao parâmetro coliformes fecais (Anexos 2 e 3).

Embora com poucas estações de qualidade de água, pode-se observar que a RH-VI sofre com a rápida expansão urbana em torno das grandes lagoas e da região costeira entre Maricá e Rios das Ostras, que vem contribuindo para a poluição das lagoas e regiões estuarinas. Outra fonte de poluição nessa região é o crescimento acelerado da atividade de extração de areia e outros minerais da construção civil.

Na Região Hidrográfica do Rio Dois Rios, RH-VII, as estações de qualidade de água localizadas no rio Paraíba do Sul (PS0434 e PS0436) mostram a mesma situação observada nos trechos de montante, com maiores concentrações de coliformes fecais e fósforo total.

O rio Bengala apresenta condições de qualidade da água mais desfavoráveis em função dos despejos domésticos da cidade de Nova Friburgo, situada na sua bacia de drenagem, e de suas baixas vazões que reduzem a capacidade de diluição das cargas lançadas.

Na RH-VIII o monitoramento de qualidade da água foi interrompido nos últimos anos, sendo retomado nesse ano de 2013 com o “Plano de Monitoramento de Qualidade da Água de 2013” do Inea. Assim, os dados disponibilizados para elaboração do PERHI não contemplam informações dessa região.

No PRH-Macaé foi analisado o estudo realizado por Pinheiro (2008) que realizou duas campanhas de medição de qualidade da água na bacia do rio Macaé e aplicou o IQA da CETESB. Os piores índices foram encontrados na estação mais a jusante, próxima ao centro urbano. Esse trabalho concluiu que a contaminação por esgoto doméstico é a principal fonte de poluição na bacia, impedindo diversos usos múltiplos. O trabalho identificou coliformes fecais como o parâmetro crítico na bacia.

O PRH-Macaé também realizou três campanhas de medição na bacia do rio Macaé, em 11 pontos ao longo do rio. As análises das medições mostram que as concentrações de coliformes termotolerantes, fósforo total e oxigênio dissolvido são mais críticas no ponto

localizado no trecho urbano de Macaé, fora dos padrões de qualidade da resolução Conama até mesmo para classe 3 de águas salinas. O Plano do Macaé aponta que as condições de qualidade da água refletem o efeito do aglomerado urbano e do despejo de efluentes sanitários *in-natura* nos trechos mais a jusante do rio, principalmente na cidade de Macaé. O Anexo 4 reúne os principais resultados das campanhas realizadas no PRH-Macaé.

Toda a região do Baixo Paraíba do Sul, RH-IX, apresenta alta disponibilidade de oxigênio nas estações de monitoramento, em função das características físicas dos rios da região, favoráveis aos processos de oxigenação. Esse aspecto é relevante na manutenção dos mecanismos de oxidação da matéria orgânica residual. Observa-se em todas as estações elevados concentrações de OD e baixos valores de DBO.

Os parâmetros com as maiores violações de classe são o alumínio, ferro dissolvido, fósforo total, cobre e fenóis (Anexos 2 e 3). Mesmo assim, as violações de classe são inferiores a 60% para o alumínio, parâmetro com maior violação de classe na região. Vale destacar que não existem dados disponíveis para coliformes fecais no período em análise.

➤ **Baías**

Para avaliação da qualidade de água das baías de Sepetiba e Guanabara foi utilizado o índice de conformidade, tendo como base estudos realizados no âmbito do relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010), elaborado pela GEAG/Inea.

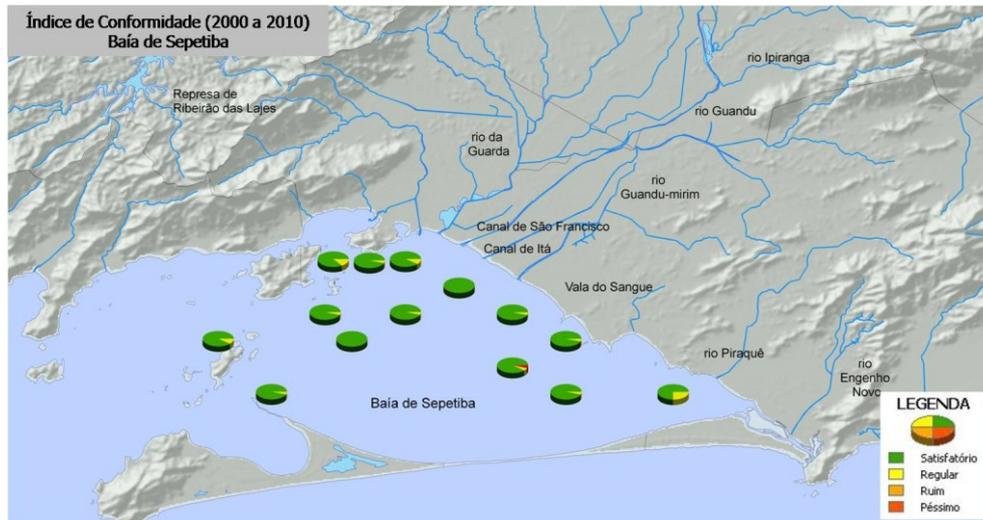
Na composição do índice de conformidade são utilizados 5 parâmetros de qualidade da água: Coliformes Fecais, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Nitrato e Nitrogênio Amoniacal. Esse índice reflete, portanto, a qualidade da água em relação à contaminação do corpo hídrico por efluentes sanitários.

A metodologia de cálculo do índice considera a aderência dos valores medidos para esses parâmetros aos padrões propostos pela Resolução Conama 357/2005. Assim, o valor obtido na amostragem de cada parâmetro é denominado (V). A razão do valor (V) pelo Padrão (P) equivale ao subíndice de conformidade de um determinado parâmetro. O Índice de Conformidade é a média das razões obtidas para os cinco parâmetros. O subíndice e o Índice de Conformidade respeitam a regra de classificação apresentada na tabela 12.2.1.2.

Tabela 12.2.1.2 - Faixas do Índice de Conformidade

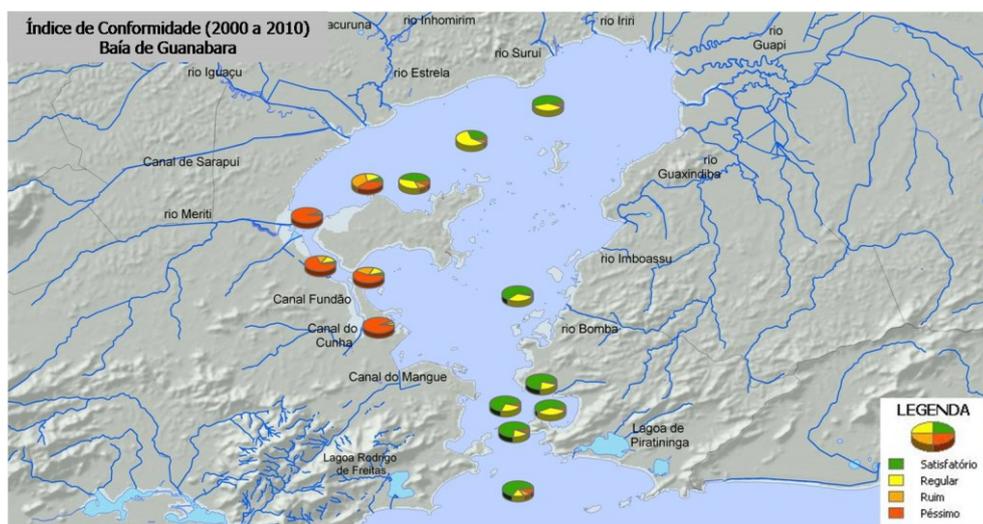
Classificação do Índice de Conformidade	
$(V) / (P) \leq 1,00$	Satisfatório
$1,00 \leq (V) / (P) \leq 1,50$	Regular
$1,50 \leq (V) / (P) \leq 2,00$	Ruim
$(V) / (P) \geq 2,00$	Péssimo

O índice de conformidade foi determinado para os dados das estações de qualidade da água localizadas nas Baías de Sepetiba e Guanabara, no período de 2000 a 2010. Os resultados foram condensados em gráficos de pizza que mostram os percentuais do índice em cada faixa de classificação da tabela 12.2.1.2. As Figuras 12.2.1.1 e 12.2.1.2 apresentam a aplicação do índice de conformidade para as Baías de Sepetiba e Guanabara.



Fonte: relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010) fornecido pela GEAG/Inea.

Figura 12.2.1.1 - Índice de Conformidade da Baía de Sepetiba



Fonte: relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010) fornecido pela GEAG/Inea.

Figura 12.2.1.2 - Índice de Conformidade da Baía de Guanabara

A Baía de Sepetiba tem a qualidade de suas águas fortemente influenciada pela drenagem da bacia hidrográfica contribuinte que abriga áreas industriais e urbanas, com uma população de cerca de 1,8 milhão de habitantes (R2-F: relatório de caracterização ambiental, volume 1, PERHI).

Observa-se que as estações de monitoramento localizadas nas proximidades da foz dos rios Piraquê, Guandu Mirim, da Guarda e canal de São Francisco já apresentam um percentual de suas amostras classificada como “regular”. No entanto, a maioria das estações apresenta padrões satisfatórios de índice de conformidade na maioria de suas amostras (figura 12.2.1.1).

Com relação à baía de Guanabara, figura 12.2.1.2, os resultados do índice de conformidade mostram que a hidrodinâmica da baía influencia significativamente na qualidade da água.

A região de maior confinamento das águas, na margem oeste, onde se localizam as estações próximas à Ilha do Governador, apresenta os piores índices, com mais de 50% das amostras na categoria “péssimo”. Nos pontos mais próximos à região do canal central, onde há maior circulação e renovação das águas, predominam a condição “Satisfatória”.

Destaca-se ainda a qualidade da água na proximidade das margens, que sofre influência direta de lançamentos de efluentes e drenagem dos rios contribuintes à baía de Guanabara, refletindo os impactos da ocupação urbana da região metropolitana.

➤ Praias

O monitoramento de qualidade de água das praias do litoral do estado do Rio de Janeiro realizado pelo Inea tem como função acompanhar a balneabilidade, de modo a informar à população as praias que são recomendadas ou não para o banho de mar.

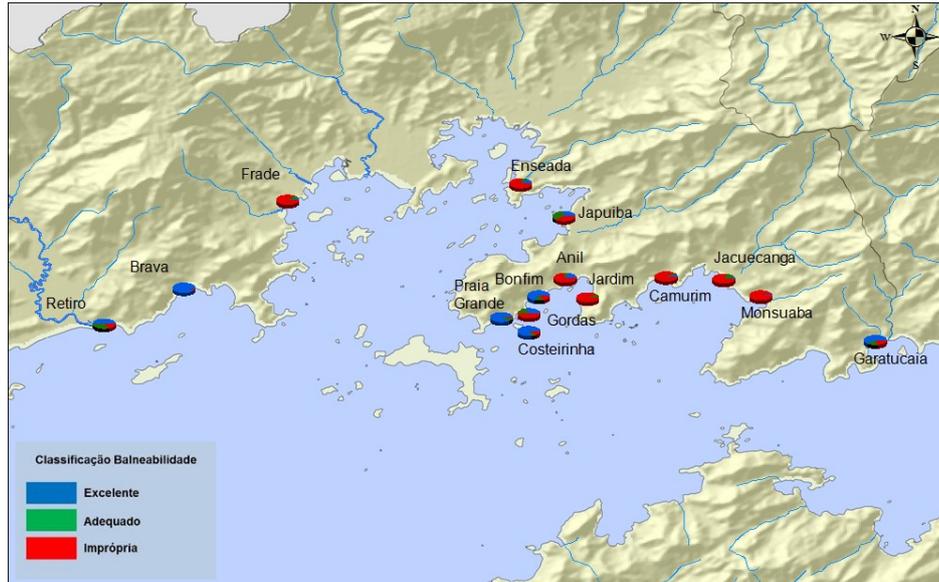
Para caracterizar a balneabilidade, a GEAG/Inea se baseia na Resolução Conama 274/2000, classificando em três faixas os resultados de coliformes fecais obtidos nas amostragens, de acordo com a tabela 12.2.1.3.

Tabela 12.2.1.3 - Faixas de Balneabilidade de acordo com a Resolução Conama 274/2000

Faixas	Limites Coliformes Fecais (CF)	Recomendações
Excelente	$CF \leq 250 \text{ NMP}/100\text{mL}$	Recomendada ao banho de mar
Adequada	$250 \leq CF \leq 1.000 \text{ NMP}/100\text{mL}$	Recomendada ao banho de mar
Imprópria	$CF \geq 1.000 \text{ NMP}/100\text{mL}$	Não recomendada ao banho de mar

Vale destacar que a avaliação da balneabilidade apresentada a seguir baseou-se no relatório de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010) fornecido pela GEAG/Inea.

O monitoramento das praias de Angra dos Reis é realizado mensalmente desde 2008. As praias do Retiro, Braba, Grande, Bonfim, Costeirinha e Garatuaia, figura 12.2.1.3, apresentam índice de balneabilidade na faixa “Excelente” em mais de 50% dos resultados. O mesmo não ocorre com as praias de Frade, Enseada, Japuíba, Anil, Jardim, Camurim, Jacuecanga e Monsuaba, onde a classificação é “Imprópria” na maioria das amostras.

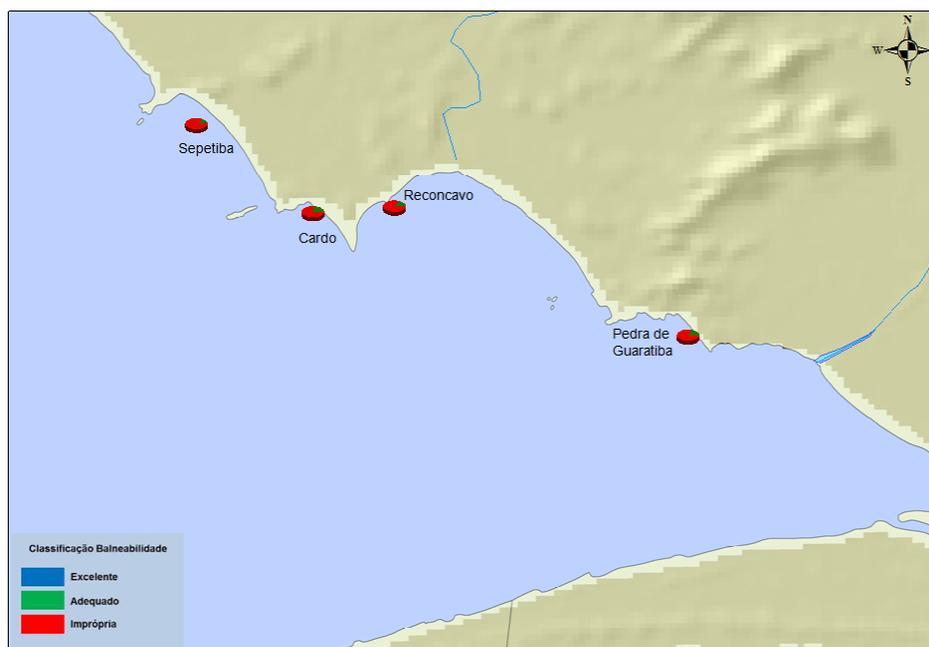


Fonte: GEAG/Inea - relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010).

Figura 12.2.1.3 - Balneabilidade das praias de Angra dos Reis

As praias de Sepetiba possuem monitoramento mensal desde 2001. A praia de Pedra de Guaratiba é a única que teve seu monitoramento interrompido em 2010, devido à dificuldade de acesso dos banhistas. De modo geral, todas as praias se encontram na faixa “Imprópria”, como é observado na figura 12.2.1.4.

Já as praias da Barra da Tijuca (figura 12.2.1.5) são monitoradas três vezes por semana desde o ano de 2000. De forma geral, as praias são classificadas na faixa “Excelente”, com exceção da praia de Barra de Guaratiba, que possui problemas pontuais de extravasamento de águas pluviais e das praias de Quebra-Mar e Joatinga, que sofrem com a proximidade da saída do canal da Joatinga.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.4 - Balneabilidade das praias de Sepetiba

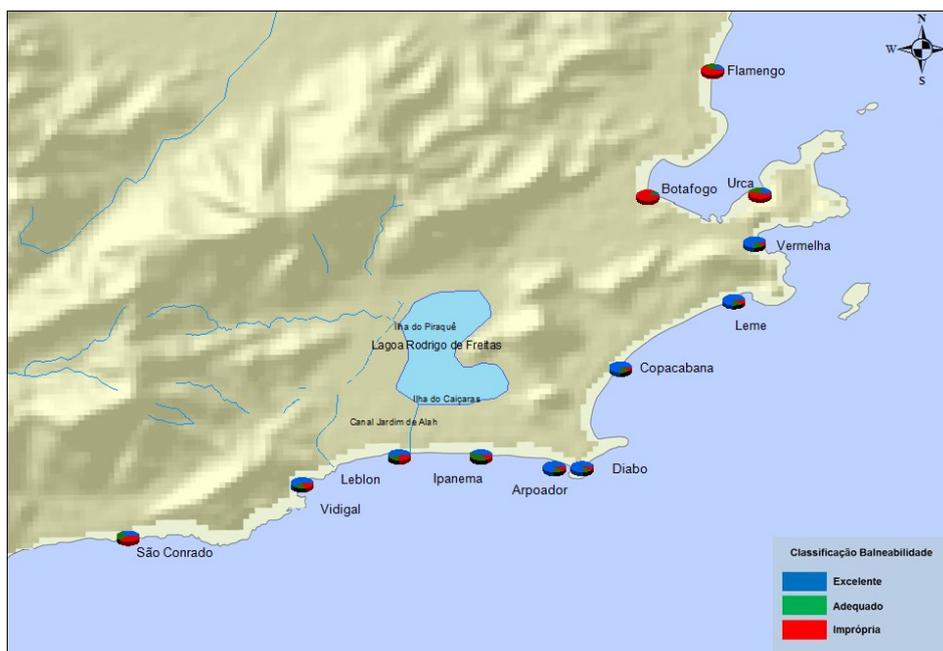


Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.5 - Balneabilidade das praias da Barra da Tijuca

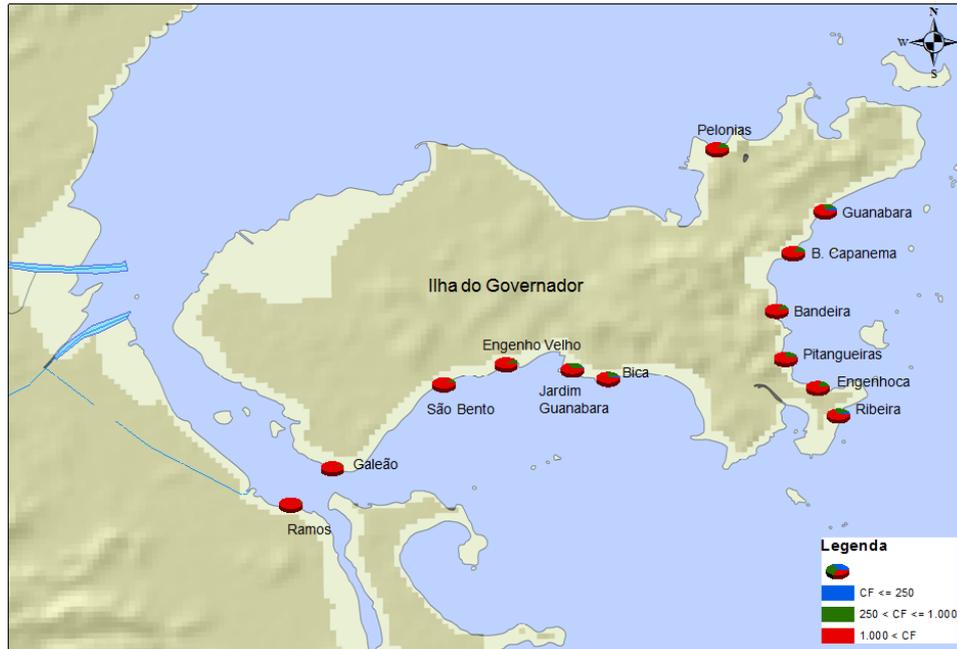
Com relação às praias da Zona Sul (figura 12.2.1.6), o monitoramento é realizado três vezes por semana desde o ano de 2000. O índice de balneabilidade encontra-se nas faixas “Adequada” e “Excelente”, a menos das praias da Urca, Botafogo, Flamengo e São Conrado, que sofrem com fontes de extravasamento e deságue de rios e canais.

As praias da Ilha do Governador e de Ramos (figura 12.2.1.7) são monitoradas semanalmente desde 2000 e quinzenalmente a partir de 2009. Em geral, as praias são consideradas na faixa “Imprópria”, refletindo a baixa qualidade das águas da Baía de Guanabara nessa região.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.6 - Balneabilidade das praias da Zona Sul



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.7 - Balneabilidade das praias da Ilha do Governador e de Ramos

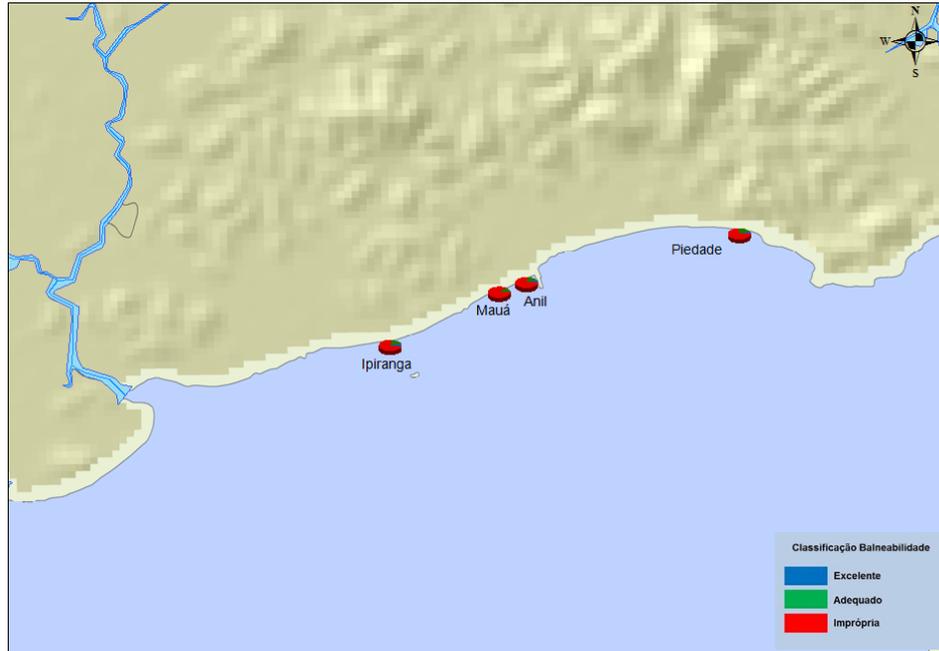
As praias de Paquetá (figura 12.2.1.8) são monitoradas semanalmente desde 2000, contudo o monitoramento foi interrompido entre os anos de 2007 e 2009. As praias de Paquetá possuem cerca de 30% de seus dados na faixa “Imprópria”.

Já as praias de Magé são monitoradas mensalmente desde 2000 e são classificadas como “Impróprias” (figura 12.2.1.9), em função de sua localização, no fundo da baía de Guanabara, o que dificulta a renovação da massa d’água. Além disso, os municípios localizados nessa região lançam seus esgotos na baía praticamente sem tratamento.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.8 - Balneabilidade das praias de Paquetá



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.9 - Balneabilidade das praias de Magé

As praias de Niterói são monitoradas semanalmente desde 2000. Observa-se na figura 12.2.1.10 a influência das águas da Baía de Guanabara nas praias mais próximas a baía, que possuem classificação da qualidade de água pior que as das praias da Região Oceânica. Na Região Oceânica, a praia de Itaipu difere das demais, devido a sua proximidade com a saída do canal de Itaipu.

As praias de Maricá são monitoradas mensalmente desde 2003. Observa-se na figura 12.2.1.11 que as praias oceânicas são classificadas como “Excelente”, diferentemente da praia lagunar de Araçatiba, devido à sua localização.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.10 - Balneabilidade das praias de Niterói



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.11 - Balneabilidade das praias de Maricá

As praias de Saquarema são monitoradas mensalmente desde 2001, contudo, seu monitoramento foi interrompido em 2003 e retomado em 2009. Observa-se na figura 12.2.1.12 que as praias oceânicas são classificadas como “Excelente”, diferentemente das praias lagunares. Já As praias de Araruama e Iguaba Grande, figura 12.2.1.13, são monitoradas mensalmente desde 2009, e foram monitoradas também nos anos de 2000, 2002 e 2006. Observa-se que a balneabilidade das praias é “Excelente”. A Praia do Centro é a única que foi classificada como “Imprópria” na maior parte das amostras.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

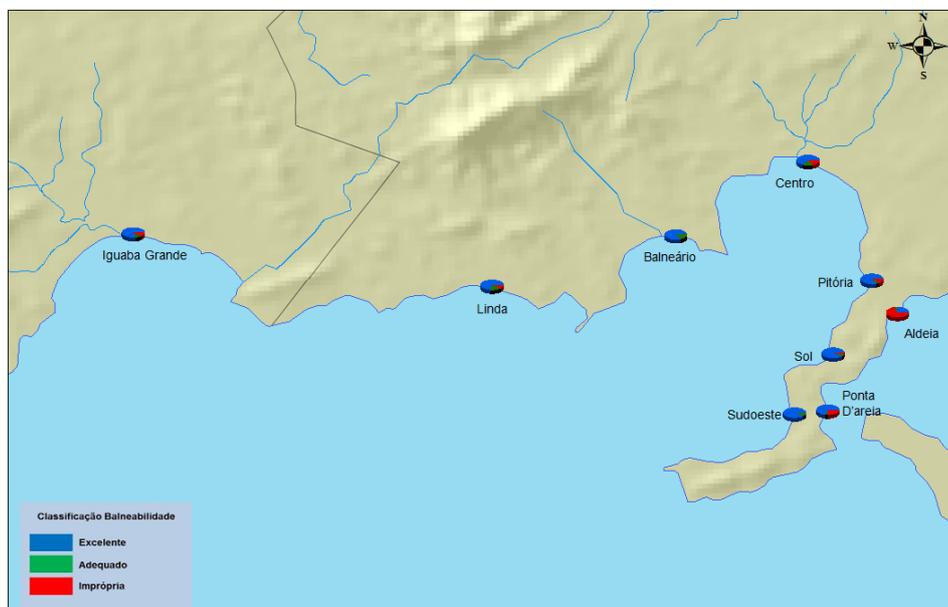
Figura 12.2.1.12 - Balneabilidade das praias de Saquarema



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.13 - Balneabilidade das praias de Araruama e Iguaba Grande

As praias de São Pedro da Aldeia (figura 12.2.1.14) e de Arraijal do Cabo (figura 12.2.1.15) são monitoradas mensalmente desde 2009 e foram monitoradas também nos anos de 2000, 2002 e 2006. A balneabilidade nessas praias é “Excelente”. As Praias Aldeia e dos Anjos apresentaram um número considerável de coliformes fecais na faixa “Imprópria”, provavelmente pelos despejos urbanos desses municípios.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

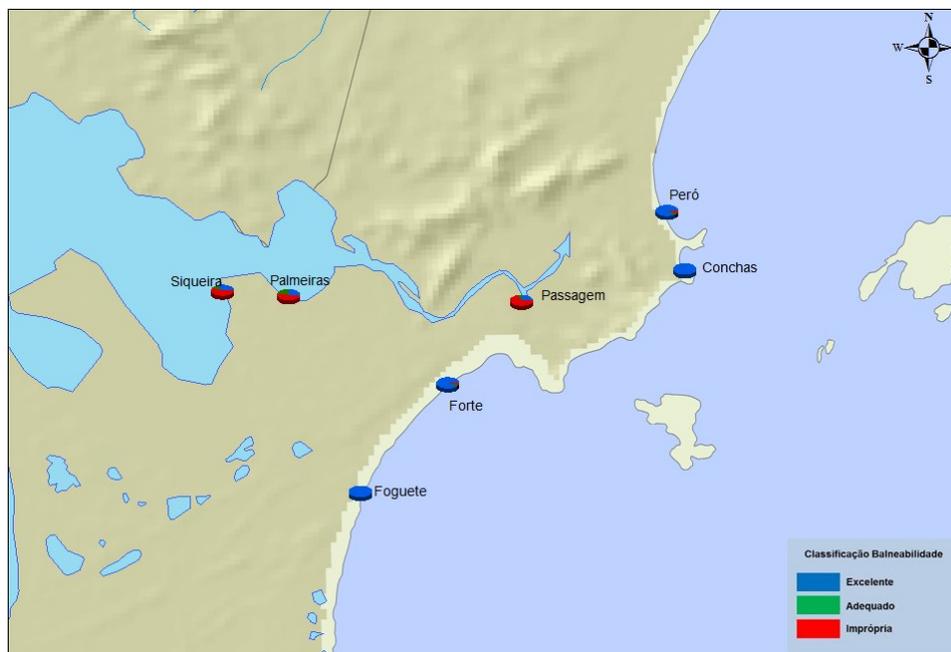
Figura 12.2.1.14 - Balneabilidade das praias de São Pedro da Aldeia



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.15 - Balneabilidade das praias de Arraial do Cabo

As praias de Cabo Frio (figura 12.2.1.16) e de Búzios (figura 12.2.1.17) são monitoradas mensalmente desde 2009 e foram monitoradas também nos anos de 2000, 2002 e 2006. Observa-se que a balneabilidade das praias oceânicas está concentrada na faixa “Excelente”, diferentemente das praias lagunares classificadas como “Impróprias” na maioria das análises bacteriológicas, devido aos efluentes urbanos lançados sem qualquer tipo de tratamento.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

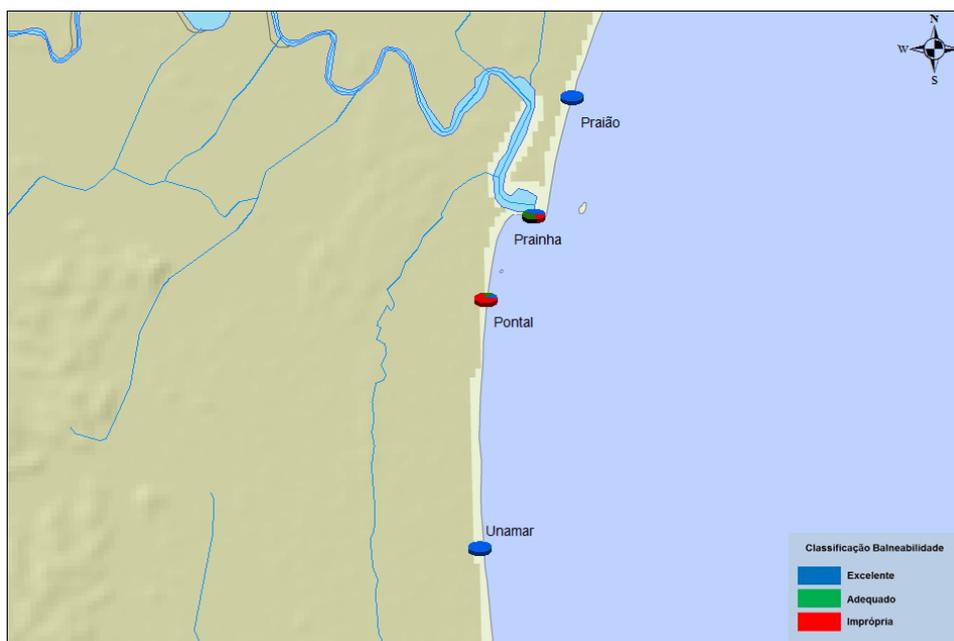
Figura 12.2.1.16 - Balneabilidade das praias de Cabo Frio



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

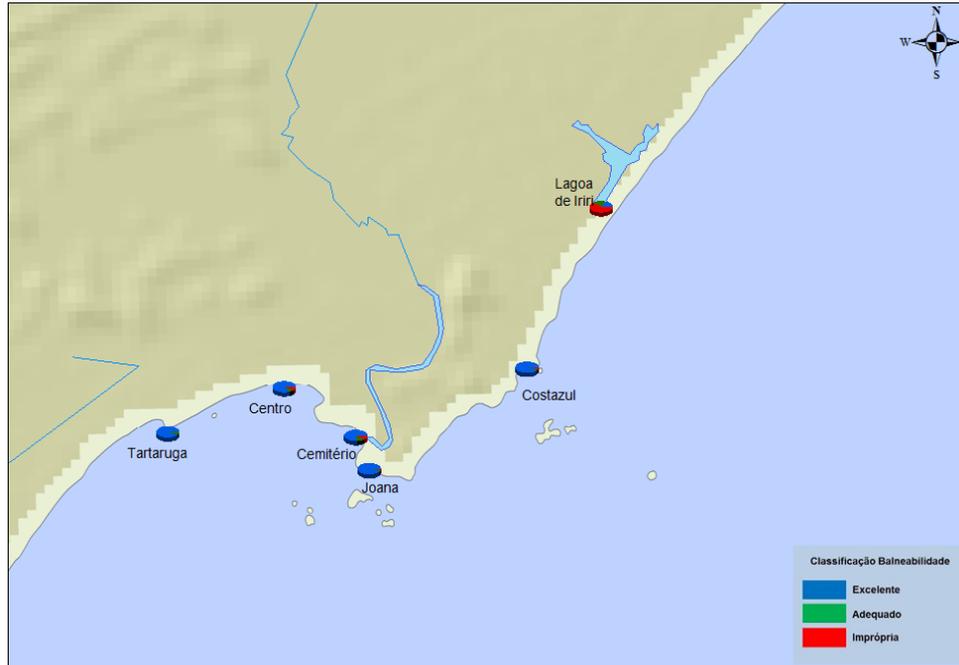
Figura 12.2.1.17 - Balneabilidade das praias de Búzios

As praias de Casimiro de Abreu, Barra de São João e Unamar são monitoradas mensalmente desde 2009. A figura 12.2.1.18 mostra que as praias do Pontal e da Prainha sofrem influência direta do deságue do rio São João na sua balneabilidade. As demais praias estão classificadas na faixa “Excelente”. A balneabilidade das praias de Rio das Ostras (figura 12.2.1.19) se concentra na faixa “Excelente”, exceto a Lagoa de Iriri que tem predominância de amostras na faixa “Imprópria”, em função das baixas taxas de renovação e lançamento de cargas poluidoras. Os resultados apresentados na figura 12.2.1.19 são referentes ao monitoramento mensal entre os anos de 2000 e 2007.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

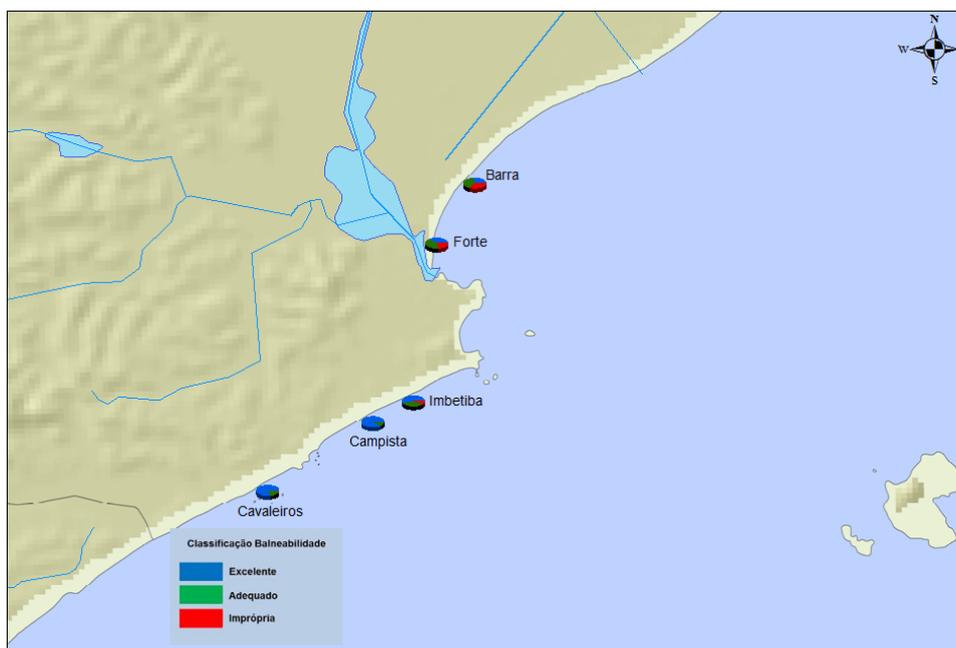
Figura 12.2.1.18 - Balneabilidade das praias de Casimiro de Abreu



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

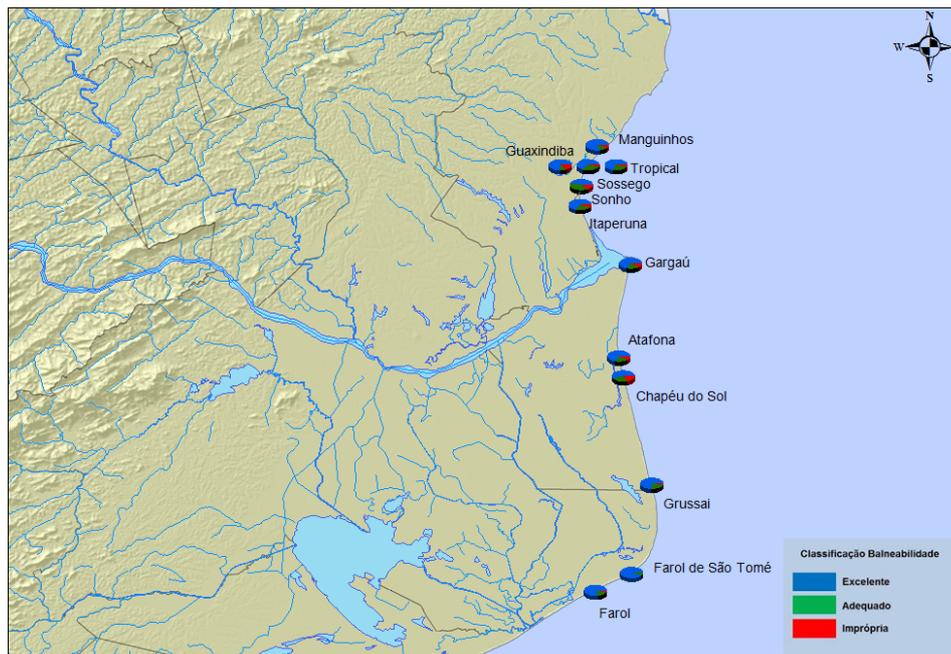
Figura 12.2.1.19 - Balneabilidade das praias de Rio das Ostras

O monitoramento das praias de Macaé (figura 12.2.1.20) e Campos, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana (figura 12.2.1.21) foi realizado mensalmente no período de 2004 a 2009. Observa-se que a balneabilidade das praias dos Cavaleiros e Campista, em Macaé, e todas as praias do município de Campos, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana se concentra na faixa “Excelente”. Já as praias do Forte e da Barra apresentam de 20 a 30% das amostras na faixa “Imprópria”.



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.20 - Balneabilidade das praias de Macaé



Obs: (1) – Fonte: GEAG/Inea, relatório interno de qualidade das águas superficiais no estado do Rio de Janeiro (2000 a 2010). (2) – Desenho ilustrativo, sem escala.

Figura 12.2.1.21 - Balneabilidade das praias de Campos, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana

12.2.2. Águas Subterrâneas

12.2.2.1. Introdução

A qualidade da água é determinada por solutos e gases dissolvidos na água, como também pela matéria em suspensão. Esta qualidade também é proporcionada pelos processos físicos e químicos relativos ao estado natural da água e por qualquer alteração a partir de interferências humanas.

O diagnóstico apresentado a seguir foi elaborado utilizando-se os diagramas de Piper-Hill e o inventário das análises químicas que violaram a legislação pertinente. Cabe ressaltar que as análises químicas apresentadas foram obtidas do cadastro existente no Inea, considerando-se apenas aquelas com o balanço químico de carga dentro do erro permitido.

12.2.2.2. Classificação das Águas Subterrâneas de Acordo com o Diagrama de Piper

Os diagramas de Piper, ou diagrama triangular, são ideais para representar simultaneamente cátions e ânions. A utilidade desses diagramas decorre da operacionalidade de representação de muitas análises em um mesmo gráfico, facilitando a visualização da classificação. Nesse tipo de representação, as águas são agrupadas por semelhança química e, desta forma, podem ser classificadas segundo sua posição no diagrama.

As concentrações de íons em meq/l são obtidas calculando a percentagem em relação à soma de ânions e cátions, respectivamente. Em cada triângulo é colocado apenas três ânions e três cátions. Cada vértice corresponde a 100% de um ânion ou de um cátion.

Os itens a seguir apresentam a classificação das águas aplicando essa metodologia para as análises químicas disponíveis nos processos de outorga no Inea. O resultados são apresentados por Região Hidrográfica, visando facilitar o entendimento da hidroquímica das águas subterrâneas. Vale ressaltar que não foi possível elaborar o diagrama para as RH-I, VI e X devido à falta de análises corretas, quanto ao balanço de cargas, e por apresentar erro acima do aceitável, ou seja, acima de 5%.

A figura 12.2.2.2.1 apresenta o diagrama de Piper para todas as análises químicas obtidas nos processos de outorga no Inea e validadas no presente estudo.

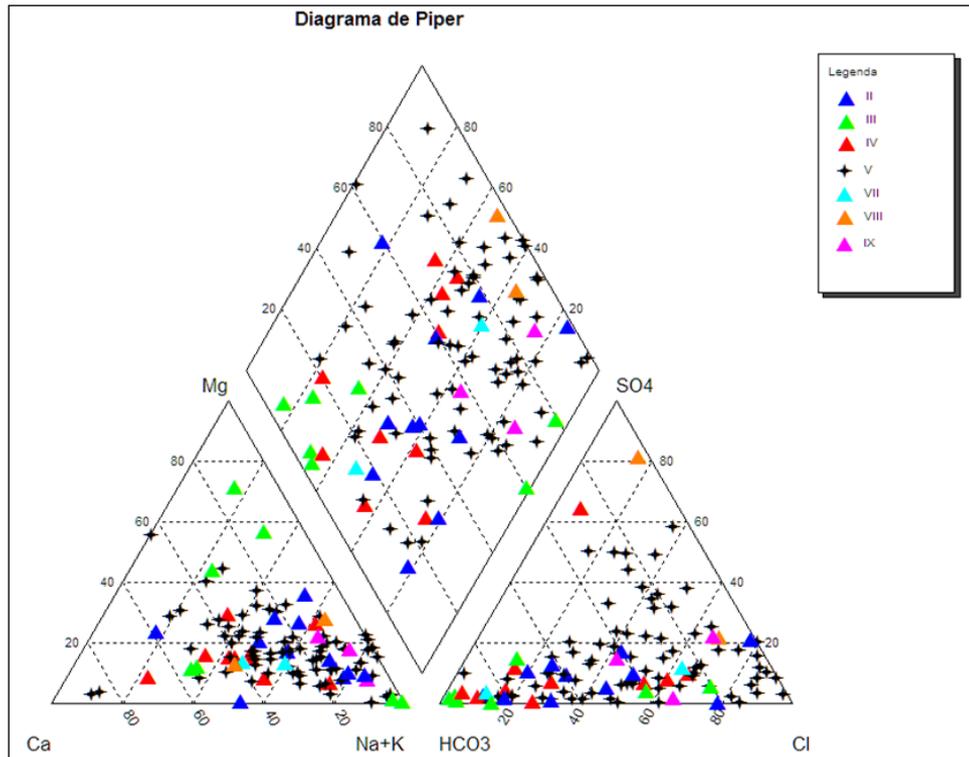


Figura 12.2.2.2.1 - Diagrama de Piper para todas as Regiões Hidrográficas

12.2.2.3. Diagramas de Piper – Região Hidrográfica II - Guandu

A figura 12.2.2.3.1 apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica II.

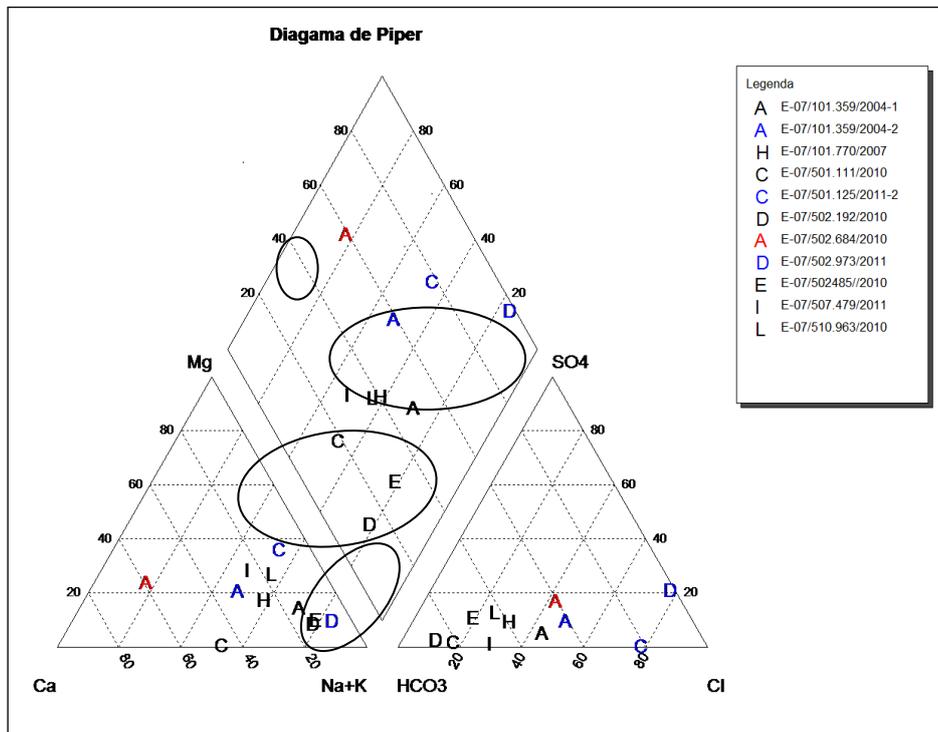


Figura 12.2.2.3.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica II

As amostras referentes às águas da Região Hidrográfica II podem ser classificadas como bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas cálcicas, seguidas de águas cloretadas sódicas e/ou cálcicas e ainda sulfatadas cálcicas. Essas classificações reproduzem os diferentes ambientes geológicos na região. As bicarbonatadas cálcicas seriam típicas de terrenos cristalinos nas serras, enquanto as águas cloretadas, principalmente as sódicas, teriam origem em ambiente sedimentar próximo ao litoral.

12.2.2.4. Diagramas de Piper – Região Hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul

A figura 12.2.2.4.1. apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica III - Médio Paraíba do Sul.

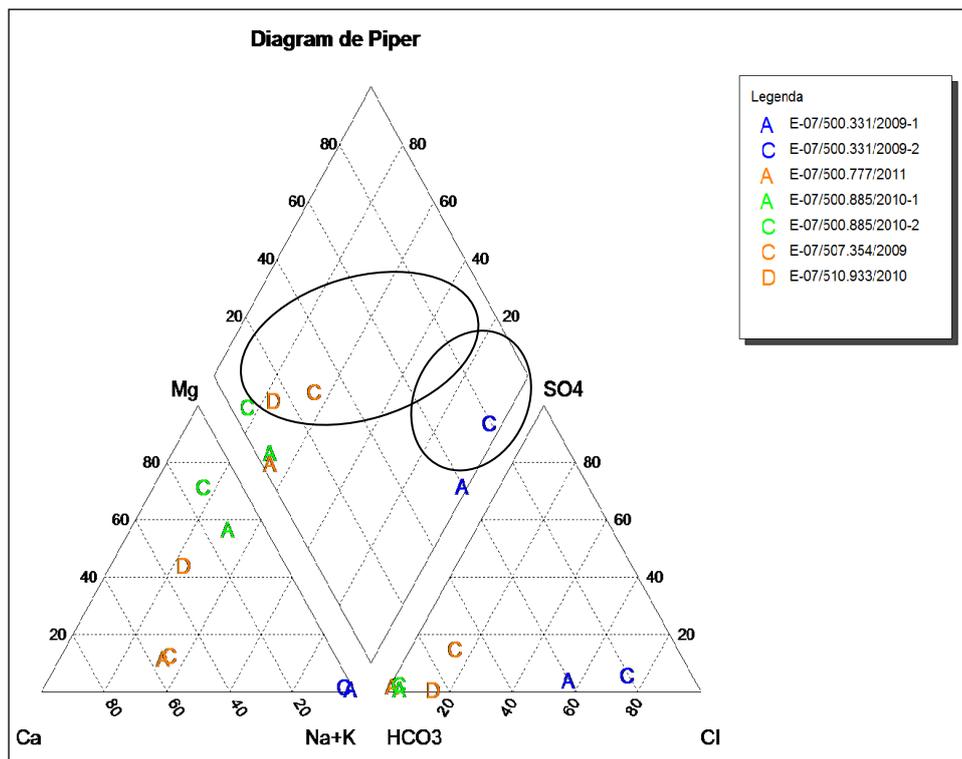


Figura 12.2.2.4 1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica III

Em relação às amostras identificadas no cadastro do Inea, é possível distinguir dois grupos distintos de amostras. O primeiro grupo apresenta águas de composição bicarbonatada magnesiânica e bicarbonatadas cálcicas. O segundo grupo pode ser classificado como águas de composição cloretada sódica. Em relação ao ambiente de circulação, ambas parecem derivar de aquífero cristalino em profundidades diferentes.

12.2.2.5. Diagrama de Piper Região Hidrográfica IV – Piabanha

A figura 12.2.2.5.1 apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica IV - Piabanha.

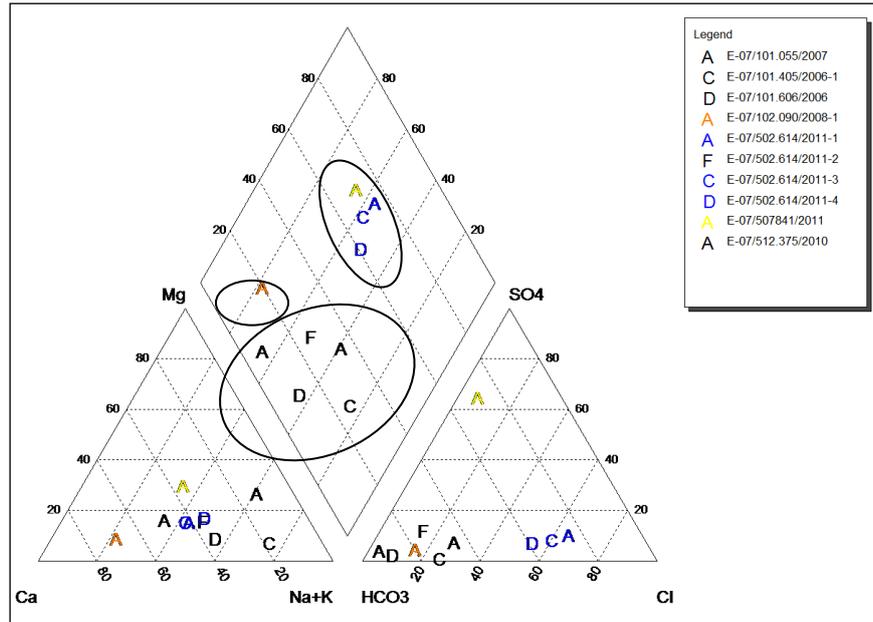


Figura 12.2.2.5.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica IV

A Região Hidrográfica IV apresenta três grupos de amostras bem caracterizadas. São águas de origem cloretadas cálcicas (sódicas), bicarbonatadas sódicas (cálcicas) e sulfatada cálcica. A exceção de uma amostra, as demais foram obtidas no vale do rio Piabanha e, portanto, originadas em ambiente de rochas cristalinas e cristalinas alteradas. Devido à distância da Região Hidrográfica IV em relação ao litoral, as amostras classificadas como cloretadas podem ter sua origem em águas de circulação em fraturas de pouca profundidade.

12.2.2.6. Diagrama de Piper Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara

A figura 12.2.2.6.1. apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica V.

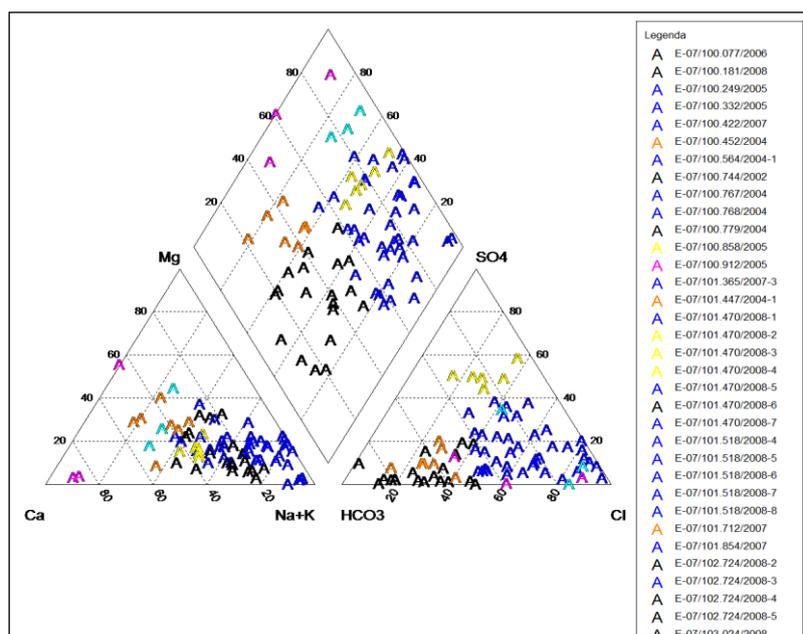


Figura 12.2.2.6.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica V

A Região Hidrográfica V apresenta, em relação às demais, o maior número de poços perfurados e de informações sobre a hidroquímica das águas subterrâneas. A visualização do diagrama permite concluir a existência de intensa variação química, influenciada possivelmente por fatores ambientais e pela diversidade dos ambientes geológicos. A maior parte das águas é classificada como cloretada sódica e bicarbonatada sódica e, em menor proporção, águas bicarbonatadas cálcicas e sulfatadas cálcicas. Em termos litológicos as águas derivam de rochas cristalinas, cristalinas alteradas e em menor número de rochas básicas, carbonáticas e sedimentares.

12.2.2.7. Diagrama de Piper – Região Hidrográfica VII – Rio Dois Rios

A figura 12.2.2.7.1. apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica VII.

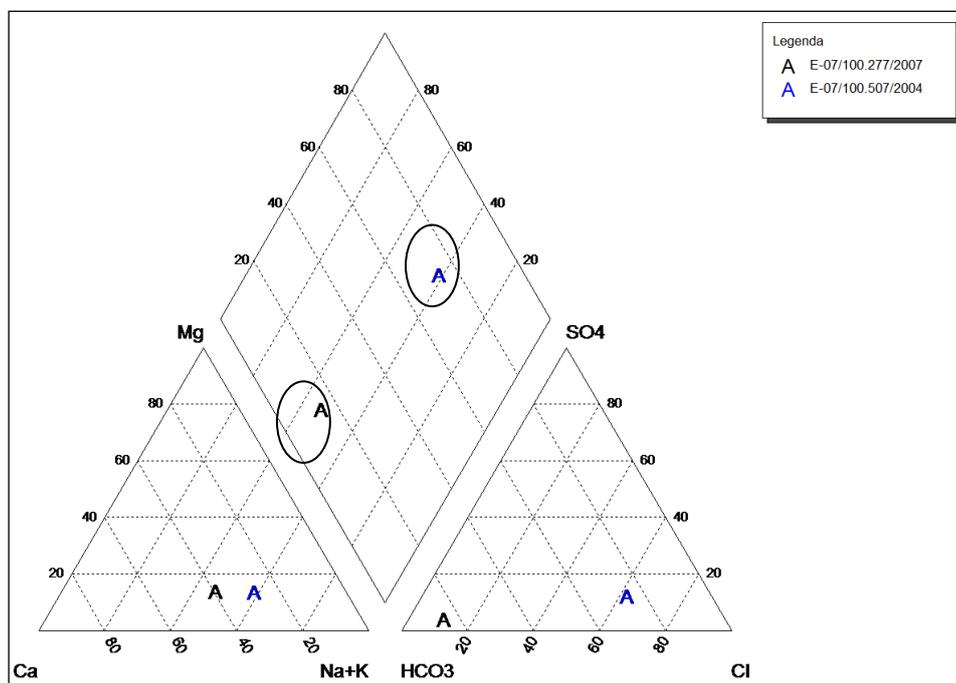


Figura 12.2.2.7.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica VII

Considerando as duas análises existentes no cadastro do Inea, as águas em questão enquadram-se no grupo de águas cloretadas sódicas e bicarbonatadas cálcicas, originadas possivelmente da circulação em fraturas de rochas cristalinas.

12.2.2.8. Diagrama de Piper – Região Hidrográfica VIII – Macaé e das Ostras

A figura 12.2.2.8.1 apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na Região Hidrográfica VIII.

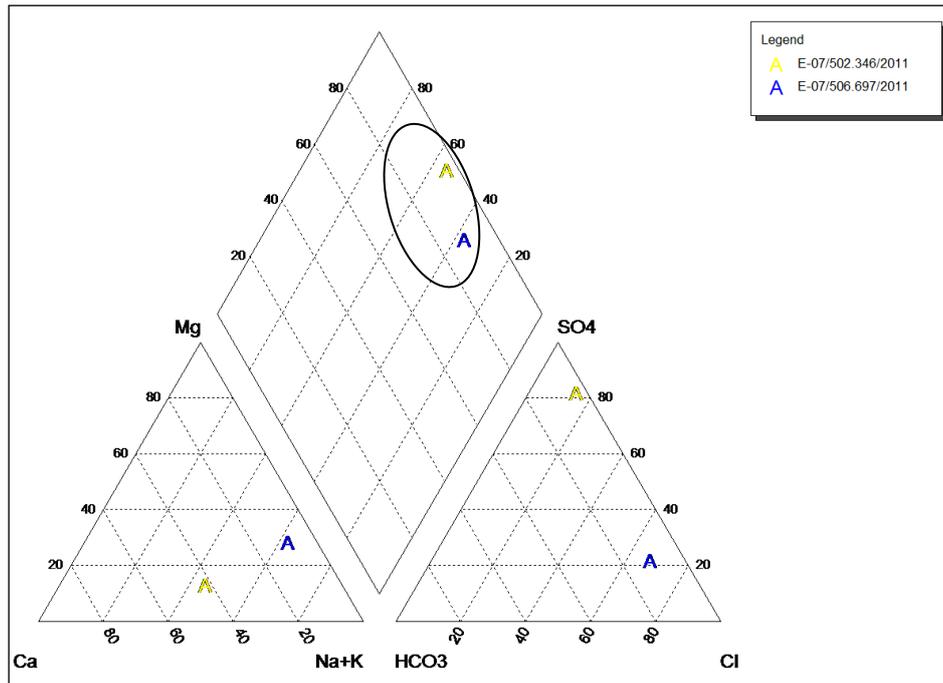


Figura 12.2.2.8.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica VIII

As duas análises disponíveis nos processos de outorga do Inea permitem classificar as águas como cloretada sódica e sulfatada cálcica, possivelmente pela influência da proximidade da costa e/ou de ambientes sedimentares.

12.2.2.9. Diagramas de Piper – Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

A figura 12.2.2.9.1 apresenta o diagrama de Piper para as águas subterrâneas de poços perfurados na região hidrográfica IX.

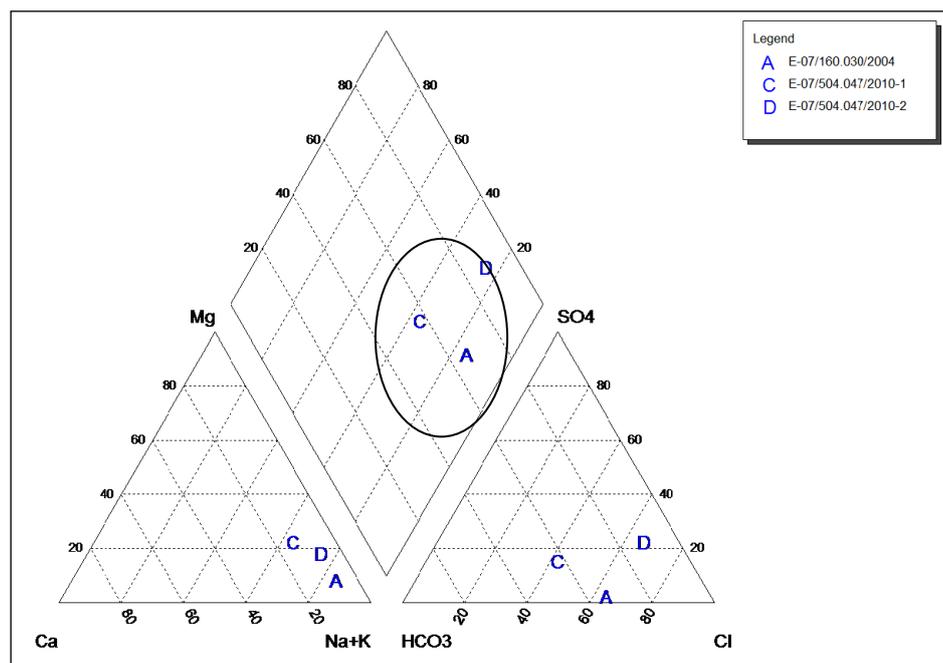


Figura 12.2.2.9.1 - Diagrama de Piper para a Região Hidrográfica IX

A despeito da importância dos aquíferos desta Região Hidrográfica, somente três análises disponíveis no Inea puderam ser validadas. Assim, considerando essas análises, as águas em questão podem ser classificadas como cloretadas sódicas e bicarbonatadas.

12.2.2.10. Restrições ao Uso das Águas Subterrâneas

No estado do Rio de Janeiro ainda não foram registradas restrições regionais ao uso dos aquíferos, quer pela quantidade ou qualidade. Os casos de contaminações naturais ou antrópicas identificados são pontuais e estatisticamente não causam impedimento ao uso das águas subterrâneas

Com o banco de dados desenvolvido no âmbito desse estudo e o prosseguimento da informatização dos dados hidrogeológicos pelo Inea, será possível acompanhar a instalação de novos poços e a expansão da demanda nas Regiões Hidrográficas do estado. Destaca-se que as áreas não atendidas por sistemas públicos de abastecimento e as de maior crescimento econômico, devem ser objeto de acompanhamento e fiscalização de uso pelos riscos à saúde envolvidos.

Qualquer aproveitamento de água subterrânea, a semelhança das águas superficiais, merece a atenção dos gestores, mesmo tratando-se de pequenos aquíferos.

Em três áreas do estado devem ser concedidas atenção especial visando prevenir a super exploração ou outro tipo de impacto ambiental aos aquíferos. A primeira consiste no Aquífero Multicamadas da Bacia de Resende. A utilização desse aquífero tem aumentando devido ao crescimento industrial e populacional nos últimos anos. Estudos de avaliação dos efeitos da exploração das águas subterrâneas devem ser realizados, conforme já apontava os estudos de CASTRO *et al* (2002).

Na região da Baía da Guanabara, observa-se o crescimento recente das perfurações de poços na área do Aquífero Macacu, devido ao aumento populacional provocado pela instalação do complexo petroquímico do COMPERJ, associado ao déficit crônico de água tratada na região.

Esses dois aquíferos (Resende e Macacu) em função das suas características geológicas devem ser estudados e monitorados, inclusive devido ao risco de subsidência dos terrenos.

A Bacia de Campos, em função do potencial hídrico das suas unidades aquíferas e da expansão das atividades econômicas para o Norte Fluminense, merece um enfoque especial, inclusive contemplando o desenvolvimento de um programa de estudos específico para a gestão dos aquíferos.

O “Aquífero Piranema”, mesmo apresentando dimensões reduzidas, em função da sua posição estratégica, em região de intenso crescimento econômico, deve ser melhor avaliado, pois a atividade exploratória de areia vem causando nas últimas décadas intensa degradação ambiental. Recentemente, um grande aterro sanitário (aterro de Seropédica) foi instalado em áreas de recargas do aquífero e, por conseguinte, deve ser investigado se há riscos de contaminação desse manancial.

Quanto aos aquíferos costeiros, deve ser investigada a possibilidade de interferências relacionadas à intrusão salina. A intrusão salina ocorre quando a cunha de água salgada do mar avança e se mistura com as águas doces do aquífero, fenômeno geralmente intensificado pela exploração dos aquíferos litorâneos CRUZ (2006). Estudos relatam que

os aquíferos da região litorânea do estado do Rio de Janeiro vêm sendo afetados pela intrusão marinha, devido ao longo período de exploração dessas águas, geralmente localizadas em reservatórios pequenos e vulneráveis (SILVA JUNIOR et al, 2000).

Em relação à qualidade das águas subterrâneas, não há registros de restrições regionais que inviabilizem, de forma permanente, os aquíferos do estado. As informações existentes sobre a contaminação são, em geral, de caráter pontual, descritas para sistemas pouco profundos e na maior parte dos casos ligados a contaminações por bactérias, nitrato e eventualmente pesticidas e metais pesados. Além dessas contaminações são conhecidas algumas concentrações elevadas, possivelmente de origem natural, de Al, Ba, Zn, Se e F.

De acordo com GODOY (2000) e PINTO et al (2006) as amostras de maior mineralização são encontradas na região costeira do estado, como Cabo Frio e Maricá, cuja composição química, com elevados teores de sódio, magnésio, cloreto e sulfato denota intrusão de água do mar. Esses teores também são encontrados na chamada Faixa Paraíba, situada no norte do estado, onde, tradicionalmente, são encontradas águas alcalino-terrosas de elevada mineralização.

Ainda segundo GODOY, op cit, foi encontrado uma amostra com concentração de mercúrio, $2,2 \times 10^{-3}$ mg.L⁻¹, acima do permissível, qualquer que seja a regulamentação adotada.

A ocorrência de águas com leve teor de radioatividade é comum, principalmente em águas minerais e geralmente são classificadas como radioativas na fonte, sendo encontradas em Nova Friburgo, Teresópolis, Carmo, Comendador Levy Gasparian, Sapucaia e Duque de Caxias.

No entanto, estudos realizados ao norte do estado, detectaram a ocorrência anômala dos isótopos radioativos de Rádio, Ra-228 e Ra-226, em águas subterrâneas da região de Buena. Segundo LAURIA e GODOY (2000), a origem das elevadas concentrações de Rádio estaria relacionada à lixiviação da monazita, induzida pela alta salinidade (14‰) e baixo pH (3,7) da água.

A partir dos dados cadastrais de poços e das informações bibliográficas foram identificadas concentrações acima dos valores permitidos pela legislação (Resolução CONAMA nº 396/2008) para os seguintes elementos: Amônia, Nitrato, Flúor, Alumínio, Cromo, Cádmio, Bário, Chumbo, Selênio, Arsênio.

Embora no cadastro de poços não se tenha identificado a presença de elementos orgânicos voláteis, é notória a existência de diversos sítios contaminados por esses compostos, principalmente relacionados a postos de gasolina e a áreas industriais.

Não obstante a falta de informações relacionadas a contaminações de origem bacteriológica no acervo do Inea é notória a ocorrência dessas contaminações devido a múltiplas causas, sejam elas naturais e/ou antrópicas. Geralmente em captações caseiras, por conta da deficiência técnica construtiva dos poços rasos.

Na análise do cadastro do Inea foram identificados diversos locais que apresentavam algum tipo de contaminação. A tabela 12.2.2.10.1 apresenta uma relação dos parâmetros e os locais com valores acima da Portaria 2914 da Anvisa-MS.

Tabela 12.2.2.10.1 - Concentrações acima dos valores de referência em relação à Portaria 2914 Anvisa-MS

Parâmetro	Concentrações (mg/l)	Limite Portaria 2914 MS	Número do Processo no Inea	Região Hidrográfica
Amônia	95	----	E-07/102.926/2008	II
Bário	0,96 0,8	0,7	E-07/500.472/2009 E-07/101.470/2008	V
Cádmio	0,051	0,005	E-07/101.518/2008	V
Chumbo	0,19 0,045	0,01	E-07/500.184/2010 E-07/507841/2011	II
Cromo	1,19 0,19	0,05	E-07/100.193/2004	V
Flúor	3,2	1,5	E-07/502485/2010	II
	2,14		E-07/100.621/2008	III
	3,98		E-07/101.518/2008	V
	2,3		E-07/101.696/2002	V
	14,6		E-07/505.438/2009	IX
Nitrato (N)	50	10	E-07/102.926/2008	IV

A análise realizada identificou poucas restrições à utilização das águas subterrâneas, destacando-se somente algumas ocorrências de Flúor, Chumbo e Cromo. No entanto, é notória a contaminação por bactérias, nitrato entre outras substâncias, embora de consequências localizadas, sem inviabilizar a utilização dos aquíferos. É importante destacar também a ocorrência de selênio e elementos radiativos no norte do estado, bem como uma informação pontual da presença de Mercúrio.

Embora o cadastro de poços do Inea não registre presença de elementos orgânicos voláteis e de pesticidas, é patente a existência de diversos sítios contaminados por esses compostos, principalmente relacionados a postos de gasolina, áreas industriais e regiões com atividade agrícola.

13. DEMANDAS DE RECURSOS HÍDRICOS

Na avaliação das demandas de recursos hídricos identificou-se a existência de duas fontes de informações para a quantificação das demandas atuais dos usuários de recursos hídricos utilizadas pelo Inea: o CNARH e o banco de dados do serviço de outorga da GELIRH/DILAM.

O CNARH foi adotado pelo órgão gestor do Estado em 2008, sendo as outorgas emitidas a partir de então analisadas com base nas informações internalizadas naquele sistema. A vantagem do CNARH foi a unificação dos diversos cadastros existentes à época (CEUA, GESTIN, cadastro de outorga, cadastro de cobrança), e a garantia de maior consistência e confiabilidade dos dados registrados, uma vez que o sistema prevê a “aprovação” de cada declaração pelos órgãos gestores. Com isso, cada usuário de recursos hídricos regularizado ou em processo de regularização ganha um número de identificação (número CNARH), que o “credencia” perante o sistema de gestão de recursos hídricos (ACSELRAD et al, 2008, 2009a, 2009b; NUNES, 2009; NUNES et al, 2008, 2011).

Após a adoção do CNARH, os procedimentos de outorga e cobrança ganharam agilidade, o que se refletiu no maior número de outorgas emitidas e no incremento do valor arrecadado apenas pelo aprimoramento do gerenciamento interno (NUNES et al, 2008).

No entanto, nem todos os usuários com outorga emitida anteriormente à 2008 se regularizaram no CNARH, muito embora tenham sido convocados para recadastramento⁸. Esse fato, gerou distorções entre as vazões outorgadas contabilizadas no banco de outorga e aquelas registradas no CNARH.

Além disso, a comparação entre os dois bancos de dados demonstrou que o banco da outorga possui fragilidades e inconsistências que possivelmente não poderão ser sanadas, e sua estrutura não permite o cruzamento das informações de modo satisfatório com o banco de dados do CNARH.

Por outro lado, observa-se que as vazões máximas instantâneas (utilizadas para o cálculo da demanda atual para fins de balanço hídrico) não divergem significativamente daquelas registradas no CNARH.

Com isso, optou-se por utilizar o banco do CNARH como fonte primária de informação para a quantificação da demanda atual, complementadas pela inclusão das demanda consideradas significativas constantes do banco de dados da outorga e não inseridas no CNARH.

No entanto, é essencial que tais vazões sejam registradas no CNARH, para que este seja, de fato, a fonte de informações oficial do órgão gestor para o planejamento e gestão das águas. A utilização de bancos de dados fragmentados e desvinculados pode gerar dados conflitantes, impactando de forma negativa todos os instrumentos de gestão.

As informações foram extraídas do CNARH, por intermédio do Inea, através do site <http://cnarh.ana.gov.br>, de três diferentes formas: Consulta ao Cadastro de Declaração, Comparação de Declarações e Comparação de Declarações (detalhadas). O objetivo foi extrair, para um único arquivo, todas as informações existentes nos processos de outorga. Porém, cada forma de consulta possui um determinado número de informações. Sendo assim, foram executadas as três formas possíveis de consulta, de forma a obter todas as informações contidas no banco.

⁸ Lei 40.156/2006 e Portaria SERLA 555/2007.

Por meio da “Consulta do Cadastro de Declaração” obteve-se as informações para as seguintes finalidades de uso: abastecimento público, esgotamento sanitário, indústria, mineração, irrigação, criação animal, aquicultura, termoeletrica, aproveitamento hidrelétrico, reservatório e outras, resultando em 11 planilhas distintas.

No entanto, como o CNARH só informa as vazões totais e um grande número de usuários de recursos hídricos possui mais de uma finalidade de captação, não foi possível separar as vazões captadas por finalidade através dos procedimentos convencionais de consulta.

Assim, foi necessário realizar consultas - por usuário e por finalidade - para obtenção dos percentuais por tipo de uso, tomando como base a “Consulta à declaração CNARH”. Esse procedimento, imprescindível para o estudo de demandas, exigiu um esforço adicional não previsto inicialmente, uma vez que o trabalho foi realizado de forma manual.

Após a obtenção dos percentuais de uso por finalidade, estruturou-se um banco de dados com rotinas simples escritas em linguagem de programação *Python*, com o auxílio do pacote *xlrd*, que permite uma interface de leitura de arquivos *Excel 97-2003*.

Por fim, as informações do CNARH organizadas por finalidades e complementadas com as demandas significativas extraídas do banco de dados da outorga. Essa complementação se restringiu às Regiões Hidrográficas II e V.

O CNARH possui particularidades que dificultam a quantificação das demandas hídricas para alguns usos, principalmente para o abastecimento humano, a criação animal e a agricultura, pelas seguintes razões:

- Os usos cadastrados até o momento não esgotam todo o universo de usuários de recursos hídricos, sobretudo em relação ao setor agropecuário. Ainda são necessários esforços para a ampliação do cadastro de usuários de água no Estado.
- Os usos insignificantes, dispensados de outorga, podem, em certas situações, apresentar valores consideráveis.
- As vazões outorgadas ou em processo de outorga podem ser maiores ou menores do que as vazões efetivamente utilizadas.
- As outorgas concedidas aos sistemas de abastecimento de água não refletem, necessariamente, as necessidades de suprimento de toda a população urbana.
- As outorgas concedidas aos sistemas de abastecimento normalmente não contemplam o suprimento da população rural.
- As informações do CNARH seguramente subestimam as demandas relacionadas à criação animal.

Optou-se, então, em relação aos usos para abastecimento humano, dessedentação animal e irrigação, pela utilização de métodos indiretos para a estimativa de demandas, conforme preconizado pela ANA e pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Vale ressaltar que para o setor industrial e de mineração o uso de métodos indiretos de estimativa de demandas não oferecem resultados satisfatórios. Assim, para esses usos a fonte básica de informação foi o CNARH, até mesmo porque, esses setores já institucionalizaram procedimentos de controle ambiental e regularização de uso da água, estando em sua grande maioria outorgados.

As tabelas 13.1 e 13.2 apresentam os dados extraídos do CNARH e banco de outorgas referentes ao uso industrial e mineração, respectivamente, agrupados por Região

Hidrográfica, o manancial utilizado (superficial ou subterrâneo) e o tipo de interferência (captação e lançamento). As vazões estão apresentadas nas tabelas em l/s.

Para o cálculo das demandas com base no CNARH foram utilizados os seguintes critérios:

- Quando o ponto de captação ou lançamento se localiza no limite entre municípios, adotou-se preferencialmente o município onde está localizada a indústria;
- Não foram consideradas as captações e lançamentos sem coordenadas, à exceção de alguns pontos que puderam ser identificados individualmente;
- Não foram consideradas as vazões de retorno lançadas em solo;
- Não foram consideradas as captações em rede pública.

Tabela 13.1 – Captações e lançamentos cadastrados no CNARH referentes ao setor industrial, por Região Hidrográfica e tipo de manancial, ano base 2012.

RH	Setor Industrial							
	Captações						Lançamentos	
	Superficial		Subterrânea		Total			
	Número	Vazão (l/s)	Número	Vazão (l/s)	Número	Vazão (l/s)	Número	Vazão (l/s)
I	2	4,72	-	-	2	4,72	2	0,72
II	31	35.836,16	73	99,78	104	35.935,94	43	26.534,18
III	30	16.666,46	59	226,79	89	16.893,26	64	10.522,19
IV	13	184,04	125	383,21	138	567,24	16	278,55
V	21	1.117,65	211	255,41	232	1.373,06	46	1.016,29
VI	-	-	18	6,73	18	6,73	-	-
VII	17	225,09	22	37,71	39	262,80	10	16,47
VIII	5	736,56	7	4,51	12	741,07	4	77,63
IX	35	14.551,41	41	62,16	76	14.613,57	19	5.204,66
TOTAL	154	69.322,09	556	1.076,31	710	70.398,40	204	43.650,69

Tabela 13.2 – Captações e lançamentos cadastrados no CNARH referentes ao setor de mineração, por Região Hidrográfica e tipo de manancial, ano base 2012.

RH	Setor de Mineração			
	Captações		Lançamentos	
	Número	Vazão (l/s)	Número	Vazão (l/s)
I	4	83,33	4	74,44
II	13	105,71	3	25,12
III	39	274,77	15	38,19
IV	9	29,50	2	5,66
V	1	3,33	1	0,05
VI	1	1,13	-	-
VII	3	12,18	-	-
VIII	-	-	-	-
IX	18	1.118,61	1	0,08
TOTAL	88	1.628,57	26	143,55

O Anexo 5 apresenta a relação de usuários industriais cadastrados no CNARH e banco de outorgas, utilizados no cálculo das demandas.

Em 2002, a Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA desenvolveu um manual para estimativa de demandas, tendo em vista a elaboração do primeiro Plano Nacional de Recursos Hídricos, concluído em 2006 (ANA, 2002a).

Ainda em 2002, a Superintendência de Outorgas da ANA emitiu o documento “Regularização dos Usos da Água na Bacia do Paraíba do Sul: Manual de Procedimento para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração” (ANA, 2002b). Esse manual teve objetivo de subsidiar a regularização dos usos da água na bacia, estabelecendo critérios para a avaliação das solicitações de outorga.

Posteriormente, em 2007, a ANA produziu a Nota Técnica Conjunta nº 01/2007/SUM/SPR (ANA, 2007) apoiada no projeto conduzido pelo ONS, denominado “Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN” (ONS, 2005), compreendendo os usos voltados para o abastecimento humano (urbano e rural), a irrigação, a criação animal e o uso industrial.

Esses documentos, em especial a Nota Técnica de 2007, juntamente ao CNARH, serviram de base para a avaliação das demandas no estado no âmbito do PERHI. Além do material mencionado, foram pesquisados artigos técnicos que estimam demandas hídricas, como por exemplo, o trabalho “Recursos Hídricos, Irrigação e Segurança Alimentar: O Estado das Águas no Brasil” (CHRISTOFIDIS - 2001/2002). Todavia, os trabalhos consultados utilizam indicadores muito abrangentes, adequados às comparações de disponibilidades hídricas entre grandes regiões do País, mas pouco aplicáveis em estudos que requeiram estimativas mais precisas.

Apresenta-se a seguir a metodologia empregada nas avaliações das demandas para cada um dos setores usuários de recursos hídricos, sem distinguir se correspondem a mananciais superficiais ou subterrâneos.

Posteriormente, são apresentadas as demandas de água para os 92 municípios fluminenses e, de forma agregada, para as Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) e Regiões Hidrográficas do estado (RH).

Cabe observar que na estimativa de demandas não foram consideradas áreas de municípios inferiores a 5% em uma determinada região hidrográfica, exceto quando há presença de área urbana.

13.1. Abastecimento Humano

Para avaliação dos consumos "*per capita*" por faixa de população foram adotados valores clássicos unitários verificados na literatura especializada e utilizados em projetos de abastecimento de água, como citado por Heber Pimentel Gomes em seu livro "Sistemas de Abastecimento de Água – Dimensionamento Econômico (2002)".

Apoiado na literatura indicada acima e na metodologia de cálculo utilizada no estudo "Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional" (ONS/CONSÓRCIO FAHMA- DZETA, 2005), elaborou-se a tabela 13.1.1.

Tabela 13.1.1 – Valores "*per capita*" em função das faixas populacionais urbanas

Faixa de População Urbana (habitantes)	Consumo " <i>Per Capita</i> " (l/hab.dia)
< 10.000	150
< 20.000	175
< 50.000	200
< 100.000	225
< 200.000	250
< 600.000	275
> 600.000	300

(*) Valores "*per capita*", sem as perdas físicas.

As perdas físicas na distribuição foram determinadas a partir de coeficientes informados pelo SNIS/2010. Para os casos não informados no SNIS adotou-se a média ponderada⁹ das perdas das cidades situadas na mesma região hidrográfica, ou ainda, quando disponíveis, os valores informados pelos operadores dos sistemas de abastecimento de água. Cabe observar que as perdas informadas pelo SNIS não representam, necessariamente, fugas e extravasamentos na distribuição. Parte dessas perdas correspondem aos volumes distribuídos sem medição e/ou por ligações clandestinas. A proporção dessas perdas geralmente não é conhecida pelos operadores dos sistemas.

No que tange às demandas de captação para o abastecimento da população rural, aplicou-se o coeficiente de retirada "*per capita*" proposto pela ANA (ANA, 2007) que, no caso do estado do Rio de Janeiro, corresponde à 125 l/hab.dia. Para esse tipo de abastecimento não foram utilizados índices de perdas.

Observa-se que no cálculo da demanda foi necessário adotar um critério simplificador para a distribuição espacial da população municipal, que consistiu em associar a localização das populações urbanas e rurais à localização do distrito sede do município (ONS/CONSÓRCIO FAHMA - DZETA, 2005). Essa simplificação metodológica decorre da dificuldade de se efetuar uma distribuição real das populações no espaço geográfico do município.

O município do Rio de Janeiro foi uma exceção pelo fato de sua mancha urbana se estender por duas regiões hidrográficas (RH-II - Guandu e RH-V - Baía de Guanabara). Nesse caso, distribuiu-se a população com base nos setores censitários do IBGE/2010.

As populações urbanas e rurais dos 92 municípios do estado estão apresentadas no Anexo 6.

⁹ Razão entre o somatório das populações multiplicado pelos índices de perdas e o somatório das populações

Para avaliação das demandas urbanas, o coeficiente de consumo foi acrescido do percentual de perdas, conforme definido no Relatório Técnico RT-04¹⁰. Por outro lado, foi considerada a totalidade da população urbana, independente de ser ou não atendida por rede de abastecimento.

Em relação às vazões de retorno, adotou-se a taxa de 80%, conforme recomendado pela Norma NBR 9649 da ABNT. Em relação às populações rurais, por se tratar de escoamento difuso, adotou-se a taxa de 50% (ANA, 2007).

A figura 13.1.1 ilustra a distribuição espacial das vazões demandadas pelos municípios do ERJ. Observa-se que as maiores demandas situam-se na Região Metropolitana, Região Serrana e nas Regiões Norte e Noroeste Fluminense.

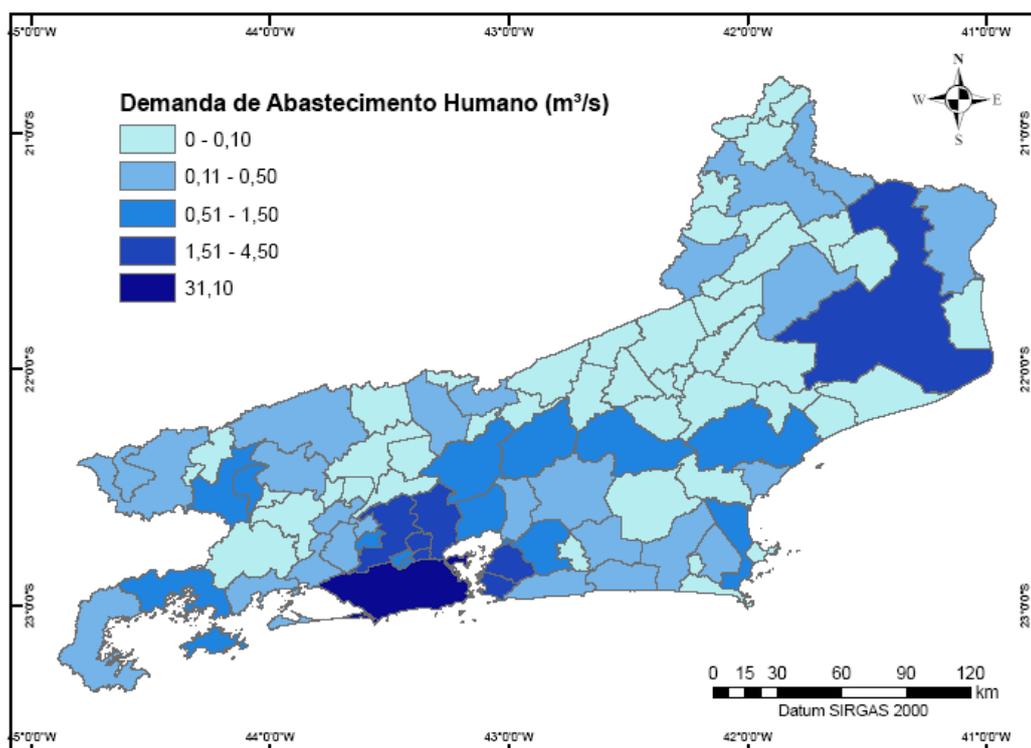


Figura 13.1.1 - Demanda de Água para o Abastecimento Humano

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 13.1.2. As demandas foram estimadas para a totalidade da população municipal (urbana + rural). Devido à dificuldade de estabelecer a distribuição espacial da população rural, adotou-se o critério preconizado pelo ONS (2005). Quando a sede municipal situa-se em mais de uma UHP foi feita a ponderação pela área. Foi o caso do Rio de Janeiro, Rio das Ostras e Barra do Piraí. Cabe observar que quando a vazão é inferior a 0,1 l/s o resultado apresentado na tabela é zero.

Como pode ser observado na tabela 13.1.2 as vazões demandadas para o abastecimento humano das populações urbanas e rurais totalizam aproximadamente 70 m³/s, com vazão de retorno de cerca de 56 m³/s.

¹⁰ Fundação Coppetec – PERHI, Relatório Técnico n° 3 – Fontes Alternativas para o Abastecimento do ERJ com ênfase na RMRJ. Revisão 3, julho de 2013.

Tabela 13.1.2 - Vazões Demandadas pelo Abastecimento Humano

RH	UHP	Município	Abast. Humano (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-I	I-a	Paraty	104,71	79,49	104,71	79,49
RH-I	I-b	Paraty	-	-	-	-
RH-I	I-b	Angra dos Reis	-	-		
RH-I	I-c	Angra dos Reis	575,98	458,08	575,98	458,08
RH-I	I-d	Angra dos Reis	-	-	-	-
RH-II	II-a	Rio Claro	-	-	-	-
RH-II	II-b	Piraí	69,61	53,31	109,85	83,91
RH-II	II-b	Rio Claro	40,23	30,60		
RH-II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	225,95	180,66
RH-II	II-c	Mendes	48,74	38,89		
RH-II	II-c	Piraí	-	-		
RH-II	II-c	Barra do Piraí	177,21	141,77		
RH-II	II-d	Rio Claro	-	-	-	-
RH-II	II-e	Itaguaí	-	-	1.189,09	947,14
RH-II	II-e	Seropédica	-	-		
RH-II	II-e	Queimados	602,51	481,91		
RH-II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	27,84	20,66		
RH-II	II-e	Japeri	421,58	337,21		
RH-II	II-e	Paracambi	137,16	107,36		
RH-II	II-e	Piraí	-	-		
RH-II	II-e	Miguel Pereira	-	-		
RH-II	II-e	Rio de Janeiro	-	-		
RH-II	II-e	Nova Iguaçu	-	-		
RH-II	II-f	Mangaratiba	106,57	83,38	106,57	83,38
RH-II	II-f	Itaguaí	-	-		
RH-II	II-g	Itaguaí	426,79	339,32	681,83	537,27
RH-II	II-g	Rio de Janeiro	-	-		
RH-II	II-g	Seropédica	255,04	197,96		
RH-II	II-h	Mangaratiba	-	-	5.381,00	4.304,64
RH-II	II-h	Rio de Janeiro	5.381,00	4.304,64		
RH-II	II-h	Nova Iguaçu	-	-		
RH-III	III-a	Piraí	-	-	2.721,01	2.171,26
RH-III	III-a	Resende	444,68	352,51		
RH-III	III-a	Porto Real	39,83	31,83		
RH-III	III-a	Barra Mansa	805,51	643,19		
RH-III	III-a	Volta Redonda	1.180,41	944,28		
RH-III	III-a	Pinheiral	73,36	57,69		
RH-III	III-a	Barra do Piraí	177,21	141,77		

RH	UHP	Município	Abast. Humano (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-III	III-b	Itatiaia	101,52	80,79	133,08	105,71
RH-III	III-b	Resende	-	-		
RH-III	III-b	Quatis	31,56	24,92		
RH-III	III-b	Barra Mansa	-	-		
RH-III	III-b	Volta Redonda	-	-		
RH-III	III-b	Barra do Piraí	-	-		
RH-III	III-c	Mendes	-	-	247,60	188,47
RH-III	III-c	Miguel Pereira	86,02	67,45		
RH-III	III-c	Vassouras	91,46	68,30		
RH-III	III-c	Paty do Alferes	70,12	52,72		
RH-III	III-c	Paraíba do Sul	-	-		
RH-III	III-c	Três Rios	-	-		
RH-III	III-d	Valença	-	-	384,04	304,10
RH-III	III-d	Rio das Flores	-	-		
RH-III	III-d	Comendador Levy Gasparian	-	-		
RH-III	III-d	Barra do Piraí	-	-		
RH-III	III-d	Paraíba do Sul	109,65	85,58		
RH-III	III-d	Três Rios	274,38	218,52		
RH-III	III-e1	Itatiaia	-	-	224,55	174,33
RH-III	III-e1	Resende	-	-		
RH-III	III-e1	Quatis	-	-		
RH-III	III-e1	Rio das Flores	-	-		
RH-III	III-e1	Valença	-	-		
RH-III	III-e2	Rio das Flores	-	-		
RH-III	III-e2	Barra do Piraí	-	-		
RH-III	III-e2	Valença	208,37	162,52		
RH-III	III-e3	Rio das Flores	16,18	11,81		
RH-III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	-	-		
RH-III	III-e3	Paraíba do Sul	-	-		
RH-III	III-f	Comendador Levy Gasparian	23,51	18,67	23,51	18,67
RH-III	III-f	Três Rios	-	-		
RH-IV	IV-a	Paty do Alferes	-	-	1.927,81	1.522,76
RH-IV	IV-a	Paraíba do Sul	-	-		
RH-IV	IV-a	Três Rios	-	-		
RH-IV	IV-a	Areal	25,00	19,35		
RH-IV	IV-a	Teresópolis	576,19	453,34		
RH-IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	35,03	23,15		
RH-IV	IV-a	Petrópolis	1.291,59	1.026,92		

RH	UHP	Município	Abast. Humano (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-IV	IV-b	Três Rios	-	-	110,18	80,47
RH-IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	-	-		
RH-IV	IV-b	Sumidouro	25,49	16,29		
RH-IV	IV-b	Carmo	45,61	34,76		
RH-IV	IV-b	Sapucaia	39,08	29,42		
RH-V	V-a	Magé	-	-	11.538,08	9.229,20
RH-V	V-a	Duque de Caxias	4.146,55	3.315,98		
RH-V	V-a	Belford Roxo	2.110,77	1.688,62		
RH-V	V-a	Mesquita	696,21	556,97		
RH-V	V-a	São João de Meriti	-	-		
RH-V	V-a	Rio de Janeiro	-	-		
RH-V	V-a	Nilópolis	637,72	510,17		
RH-V	V-a	Nova Iguaçu	3.946,84	3.157,47		
RH-V	V-b	Rio de Janeiro	13.735,55	10.988,04	13.735,55	10.988,04
RH-V	V-c1	São João de Meriti	2.045,32	1.636,25	14.032,82	11.225,90
RH-V	V-c2	Duque de Caxias	-	-		
RH-V	V-c1	Nilópolis	-	-		
RH-V	V-c1	Rio de Janeiro	11.987,50	9.589,65		
RH-V	V-d1	Itaboraí	-	-	8.598,48	6.860,56
RH-V	V-d1	Guapimirim	-	-		
RH-V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	146,31	113,90		
RH-V	V-d2	Niterói	2.001,88	1.601,51		
RH-V	V-d2	São Gonçalo	4.350,86	3.480,37		
RH-V	V-d2	Itaboraí	833,37	665,57		
RH-V	V-d2	Tanguá	82,87	64,86		
RH-V	V-d2	Guapimirim	189,41	150,77		
RH-V	V-d2	Magé	856,01	679,56		
RH-V	V-d2	Rio Bonito	137,77	104,01		
RH-V	V-e1	Niterói	-	-	447,30	356,98
RH-V	V-e2	Maricá	447,30	356,98		
RH-VI	VI-a1	Rio Bonito	-	-	249,89	193,93
RH-VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	-	-		
RH-VI	VI-a1	Silva Jardim	54,26	41,14		
RH-VI	VI-a1	Araruama	-	-		
RH-VI	VI-a2	Silva Jardim	-	-		
RH-VI	VI-a2	Araruama	-	-		
RH-VI	VI-a2	Cabo Frio	-	-		
RH-VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	99,47	76,61		
RH-VI	VI-a2	Rio das Ostras	96,17	76,18		

RH	UHP	Município	Abast. Humano (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-VI	VI-b	Araruama	-	-	-	-
RH-VI	VI-b	Cabo Frio	-	-		
RH-VI	VI-b	Iguaba Grande	-	-		
RH-VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	-	-		
RH-VI	VI-c	Araruama	448,60	356,48	1.912,68	1.503,77
RH-VI	VI-c	Cabo Frio	635,27	488,37		
RH-VI	VI-c	Armação dos Búzios	89,31	71,45		
RH-VI	VI-c	Saquarema	267,84	212,63		
RH-VI	VI-c	Iguaba Grande	74,05	59,24		
RH-VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	307,78	243,74		
RH-VI	VI-c	Arraial do Cabo	89,82	71,85		
RH-VII	VII-a	Bom Jardim	53,68	38,51	899,46	697,07
RH-VII	VII-a	Duas Barras	20,74	15,20		
RH-VII	VII-a	Cordeiro	49,10	39,03		
RH-VII	VII-a	Macuco	11,73	9,09		
RH-VII	VII-a	Cantagalo	42,97	31,85		
RH-VII	VII-a	Itaocara	-	-		
RH-VII	VII-a	São Sebastião do Alto	17,75	12,34		
RH-VII	VII-a	Nova Friburgo	682,15	535,86		
RH-VII	VII-a	Santa Maria Madalena	21,35	15,18		
RH-VII	VII-a	São Fidélis	-	-		
RH-VII	VII-a	Trajano de Moraes	-	-		
RH-VII	VII-b	Carmo	-	-	-	-
RH-VII	VII-b	Duas Barras	-	-		
RH-VII	VII-b	Cantagalo	-	-		
RH-VII	VII-b	Itaocara	-	-		
RH-VII	VII-c1	Itaocara	64,07	48,84	178,71	137,13
RH-VII	VII-c1	São Fidélis	-	-		
RH-VII	VII-c2	São Fidélis	114,64	88,30		
RH-VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	-	-	780,41	622,65
RH-VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	-	-		
RH-VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	-	-		
RH-VIII	VIII-a1	Macaé	780,41	622,65		
RH-VIII	VIII-a1	Conceição de Macabu	-	-		
RH-VIII	VIII-a1	Carapebus	-	-		
RH-VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	-	-		
RH-VIII	VIII-a2	Macaé	-	-		
RH-VIII	VIII-b	Rio das Ostras	224,39	177,76	224,39	177,76
RH-IX	IX-a1	Aperibé	-	-	35,49	26,86
RH-IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	-	-		
RH-IX	IX-a2	São Fidélis	-	-		
RH-IX	IX-a2	Cardoso Moreira	-	-		
RH-IX	IX-a2	Cambuci	35,49	26,86		

RH	UHP	Município	Abast. Humano (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-IX	IX-b	Santa Maria Madalena	-	-	-	-
RH-IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	-	-		
RH-IX	IX-c	Quissamã	-	-	70,97	53,14
RH-IX	IX-c	Santa Maria Madalena	-	-		
RH-IX	IX-c	Trajano de Moraes	20,38	13,92		
RH-IX	IX-c	Conceição de Macabu	50,58	39,22		
RH-IX	IX-c	Carapebus	-	-		
RH-IX	IX-d	Quissamã	43,62	31,75	1.985,97	1.561,81
RH-IX	IX-d	São João da Barra	97,63	75,04		
RH-IX	IX-d	Carapebus	29,70	22,54		
RH-IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	1.815,01	1.432,47		
RH-IX	IX-e	Cambuci	-	-	225,16	174,52
RH-IX	IX-e	Aperibé	22,03	17,04		
RH-IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	118,94	91,03		
RH-IX	IX-e	Miracema	84,19	66,44		
RH-IX	IX-f	São Fidélis	-	-	527,90	410,25
RH-IX	IX-f	Cardoso Moreira	27,18	20,08		
RH-IX	IX-f	Italva	36,98	27,92		
RH-IX	IX-f	Cambuci	-	-		
RH-IX	IX-f	Itaperuna	350,71	277,32		
RH-IX	IX-f	São José de Ubá	12,55	8,35		
RH-IX	IX-f	Natividade	41,16	31,61		
RH-IX	IX-f	Laje do Muriaé	15,38	11,50		
RH-IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	-	-		
RH-IX	IX-f	Porciúncula	43,95	33,48		
RH-IX	IX-f	Varre-Sai	-	-	105,53	75,63
RH-IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	-	-		
RH-IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	105,53	75,63	122,80	94,26
RH-IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	-	-		
RH-IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	-	-		
RH-IX	IX-h	Porciúncula	-	-		
RH-IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	105,40	81,94		
RH-IX	IX-h	Varre-Sai	17,39	12,32		
TOTAIS			69.818,3	55.629,8	69.818,3	55.629,8

13.2 Setor Industrial

O estado do Rio de Janeiro possui um amplo e diversificado parque industrial distribuído por todo o estado, cuja maioria se concentra em 10 Distritos Industriais geridos pela Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro (Codin).

Dos dez distritos industriais vinculados à Codin, oito estão totalmente implantados (Campo Grande, Campos dos Goytacazes, Duque de Caxias, Macaé, Paciência, Palmares, Santa Cruz e Três Rios), um encontra-se em fase de ampliação (Queimados) e o de São João da Barra em fase de implantação.

Além dos 10 distritos industriais vinculados à Codin, cabe destacar outros importantes parques industriais localizados no estado, a saber: o Parque Fazenda Botafogo, no município do Rio de Janeiro; os parques Automotivo e Siderúrgico, localizados no médio vale do Paraíba do Sul (Resende, Volta Redonda e Barra Mansa); o Parque Naval (Niterói, Rio de Janeiro e Angra dos Reis); o Complexo Petroquímico do COMPERJ, situado na região leste da Baía de Guanabara, entre outros de menor porte.

A figura 13.2.1 mostra a localização dos distritos e parques industriais mais significativos do ERJ.

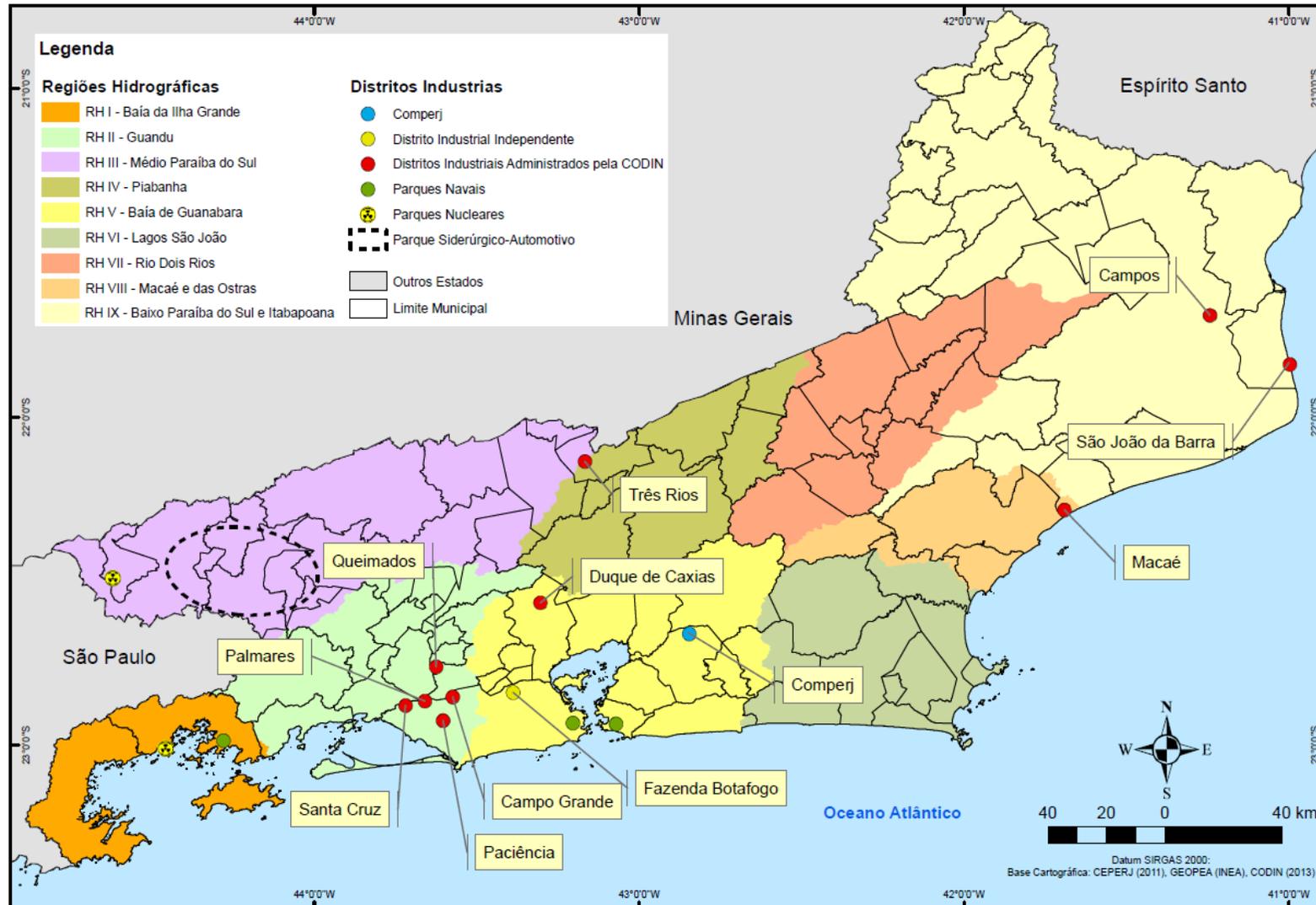


Figura 13.2.1 - Distritos e Parques Industriais mais Significativos do ERJ

A figura 13.2.2 apresenta a distribuição da demanda de água para o setor industrial, por município, para o ERJ. Observa-se que de um modo geral as maiores demandas informadas no CNARH e banco de dados da outorga são originadas nos municípios onde estão instalados os distritos industriais.

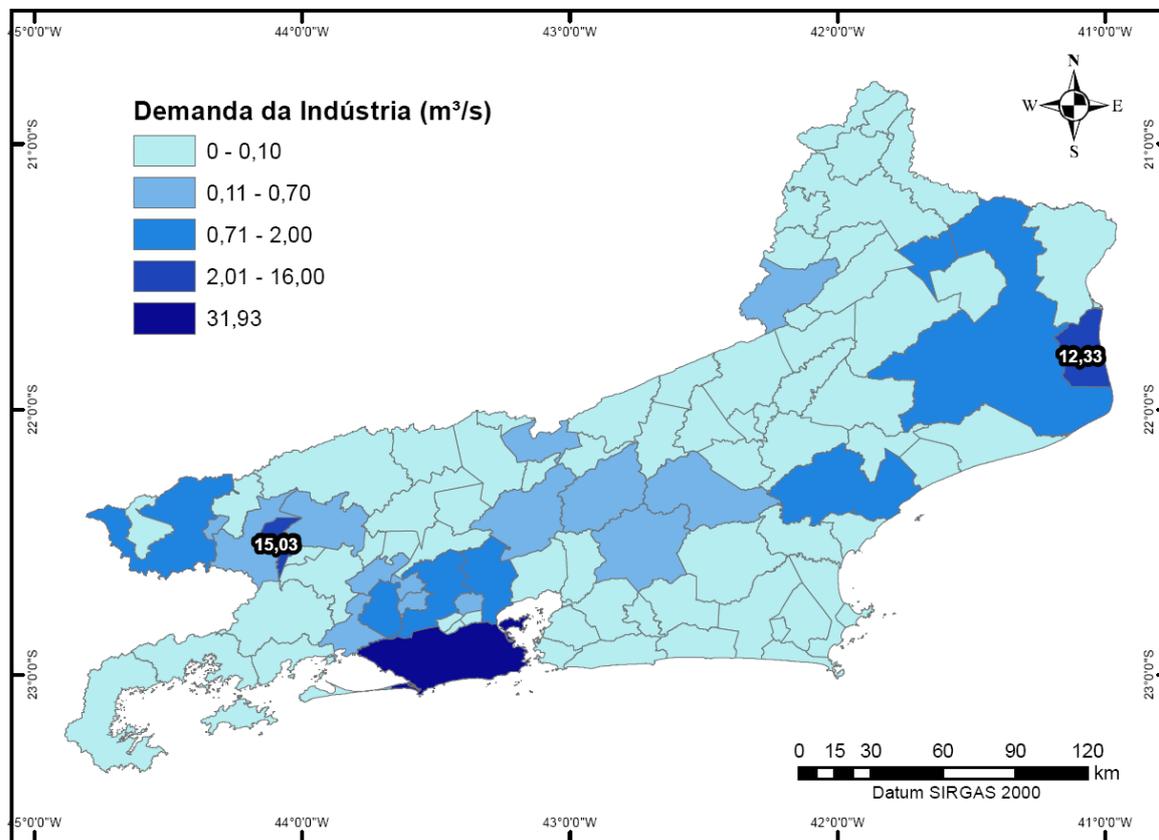


Figura 13.2.2 - Demanda de Água pelo Setor Industrial

A tabela 13.2.1 apresenta as vazões captadas e de retorno. Observa-se que a demanda de água para uso industrial corresponde a aproximadamente 70 m³/s, com vazão de retorno em torno de 40 m³/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

Tabela 13.2.1 - Vazões Demandadas pelo Setor Industrial e Vazões de Retorno

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH I	I-a	Paraty	4,72	-	0,72	4,72	0,72
RH I	I-b	Paraty	-	-	-	-	-
RH I	I-b	Angra dos Reis	-	-	-	-	-
RH I	I-c	Angra dos Reis	-	-	-	-	-
RH I	I-d	Angra dos Reis	-	-	-	-	-
RH II	II-a	Rio Claro	-	-	-	-	-
RH II	II-b	Pirai	1,22	-	145,22	1,22	145,22
RH II	II-b	Rio Claro	-	-	-	-	-

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	-	8,33	261,62
RH II	II-c	Mendes	-	-	-		
RH II	II-c	Piraí	-	-	255,56		
RH II	II-c	Barra do Piraí	8,33	-	6,06		
RH II	II-d	Rio Claro	-	-	-	-	-
RH II	II-e	Itaguaí	388,89	-	166,67	35.807,25	6.730,08
RH II	II-e	Seropédica	1.096,56	-	91,30		
RH II	II-e	Queimados	253,00	18,42	8,53		
RH II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	-		
RH II	II-e	Japeri	227,00	1,16	56,00		
RH II	II-e	Paracambi	413,89	0,28	111,11		
RH II	II-e	Piraí	-	-	-		
RH II	II-e	Miguel Pereira	-	0,22	-		
RH II	II-e	Rio de Janeiro	31.578,94	-	6.296,47		
RH II	II-e	Nova Iguaçu	1.828,33	0,56	-		
RH II	II-f	Mangaratiba	-	-	-		
RH II	II-f	Itaguaí	-	4,67	900,00		
RH II	II-g	Itaguaí	-	-	-	63,22	102,76
RH II	II-g	Rio de Janeiro	40,00	14,85	102,76		
RH II	II-g	Seropédica	-	8,37	-		
RH II	II-h	Mangaratiba	-	-	-	51,25	18.394,50
RH II	II-h	Rio de Janeiro	-	51,25	18.061,17		
RH II	II-h	Nova Iguaçu	-	-	333,33		
RH III	III-a	Piraí	-	-	-	16.415,00	10.347,65
RH III	III-a	Resende	685,69	29,53	71,94		
RH III	III-a	Porto Real	41,34	70,95	35,22		
RH III	III-a	Barra Mansa	285,67	4,07	325,07		
RH III	III-a	Volta Redonda	15.000,00	7,30	9.915,43		
RH III	III-a	Pinheiral	-	0,22	-		
RH III	III-a	Barra do Piraí	290,22	-	-		
RH III	III-b	Itatiaia	55,56	10,30	30,67	311,52	103,13
RH III	III-b	Resende	106,04	44,27	70,30		
RH III	III-b	Quatis	69,44	0,92	0,08		
RH III	III-b	Barra Mansa	-	-	-		
RH III	III-b	Volta Redonda	22,22	-	0,42		
RH III	III-b	Barra do Piraí	2,78	-	1,67		
RH III	III-c	Mendes	-	-	-	57,81	16,02
RH III	III-c	Miguel Pereira	-	-	-		
RH III	III-c	Vassouras	-	0,28	-		
RH III	III-c	Paty do Alferes	-	1,54	1,39		
RH III	III-c	Paraíba do Sul	-	-	-		
RH III	III-c	Três Rios	13,89	42,11	14,63		

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH III	III-d	Valença	-	-	-	79,54	45,98
RH III	III-d	Rio das Flores	-	-	-		
RH III	III-d	Comendador Levy Gasparian	-	-	-		
RH III	III-d	Barra do Piraí	-	0,11	-		
RH III	III-d	Paraíba do Sul	27,78	5,46	27,36		
RH III	III-d	Três Rios	45,83	0,36	18,62		
RH III	III-e1	Itatiaia	-	-	-	24,94	6,91
RH III	III-e1	Resende	-	-	-		
RH III	III-e1	Quatis	-	-	-		
RH III	III-e1	Rio das Flores	-	-	-		
RH III	III-e1	Valença	-	-	-		
RH III	III-e2	Rio das Flores	-	-	-		
RH III	III-e2	Barra do Piraí	-	-	-		
RH III	III-e2	Valença	20,00	4,94	6,91		
RH III	III-e3	Rio das Flores	-	-	-		
RH III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	-	-	-		
RH III	III-e3	Paraíba do Sul	-	-	-	4,44	2,50
RH III	III-f	Comendador Levy Gasparian	-	4,44	2,50		
RH III	III-f	Três Rios	-	-	-	561,60	274,38
RH IV	IV-a	Paty do Alferes	-	-	-		
RH IV	IV-a	Paraíba do Sul	-	-	-		
RH IV	IV-a	Três Rios	-	-	-		
RH IV	IV-a	Areal	-	19,1111	13,0611		
RH IV	IV-a	Teresópolis	140,61	69,71	128,48		
RH IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	-	2,41	1,00		
RH IV	IV-a	Petrópolis	36,43	293,34	131,84	7,03	4,17
RH IV	IV-b	Três Rios	0,33	-	-		
RH IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	-	-	-		
RH IV	IV-b	Sumidouro	-	-	-		
RH IV	IV-b	Carmo	6,67	-	4,17		
RH IV	IV-b	Sapucaia	-	0,03	-	943,45	830,35
RH V	V-a	Magé	2,78	2,03	-		
RH V	V-a	Duque de Caxias	719,33	44,23	782,46		
RH V	V-a	Belford Roxo	138,89	8,51	46,51		
RH V	V-a	Mesquita	-	-	-		
RH V	V-a	São João de Meriti	-	0,22	-		
RH V	V-a	Rio de Janeiro	-	1,44	1,39		
RH V	V-a	Nilópolis	-	-	-		
RH V	V-a	Nova Iguaçu	-	26,01	-	96,20	47,01
RH V	V-b	Rio de Janeiro	0,93	95,28	47,01		

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH V	V-c1	São João de Meriti	-	6,02	-	149,50	58,55
RH V	V-c1	Duque de Caxias	-	0,39	-		
RH V	V-c1	Nilópolis	-	-	-		
RH V	V-c1	Rio de Janeiro	102,50	40,59	58,55		
RH V	V-d1	Itaboraí	-	-	-	182,16	80,35
RH V	V-d1	Guapimirim	-	-	0,08		
RH V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	129,31	7,10	58,84		
RH V	V-d2	Niterói	-	-	-		
RH V	V-d2	São Gonçalo	-	4,93	7,78		
RH V	V-d2	Itaboraí	-	4,59	0,79		
RH V	V-d2	Tanguá	-	0,44	-		
RH V	V-d2	Guapimirim	23,89	2,37	11,11		
RH V	V-d2	Magé	0,02	2,24	0,02		
RH V	V-d2	Rio Bonito	-	7,28	1,72		
RH V	V-e1	Niterói	-	-	-		
RH V	V-e2	Maricá	-	0,36	0,06		
RH VI	VI-a1	Rio Bonito	-	0,25	-	0,25	-
RH VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	-	-	-		
RH VI	VI-a1	Silva Jardim	-	-	-		
RH VI	VI-a1	Araruama	-	-	-		
RH VI	VI-a2	Silva Jardim	-	-	-		
RH VI	VI-a2	Araruama	-	-	-		
RH VI	VI-a2	Cabo Frio	-	-	-		
RH VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	-	-	-		
RH VI	VI-a2	Rio das Ostras	-	-	-		
RH VI	VI-b	Araruama	-	-	-	-	-
RH VI	VI-b	Cabo Frio	-	-	-		
RH VI	VI-b	Iguaba Grande	-	-	-		
RH VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	-	-	-		
RH VI	VI-c	Araruama	-	5,07	-	6,48	-
RH VI	VI-c	Cabo Frio	-	-	-		
RH VI	VI-c	Armação dos Búzios	-	-	-		
RH VI	VI-c	Saquema	-	1,41	-		
RH VI	VI-c	Iguaba Grande	-	-	-		
RH VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	-	-	-		
RH VI	VI-c	Arraial do Cabo	-	-	-		

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH VII	VII-a	Bom Jardim	4,01	0,69	0,00	219,23	13,36
RH VII	VII-a	Duas Barras	-	-	-		
RH VII	VII-a	Cordeiro	-	-	-		
RH VII	VII-a	Macuco	16,00	-	-		
RH VII	VII-a	Cantagalo	64,06	1,82	1,61		
RH VII	VII-a	Itaocara	-	-	-		
RH VII	VII-a	São Sebastião do Alto	-	-	-		
RH VII	VII-a	Nova Friburgo	97,78	34,86	11,75		
RH VII	VII-a	Santa Maria Madalena	-	-	-		
RH VII	VII-a	São Fidélis	-	-	-		
RH VII	VII-a	Trajano de Moraes	-	-	-		
RH VII	VII-b	Carmo	-	-	-	-	-
RH VII	VII-b	Duas Barras	-	-	-		
RH VII	VII-b	Cantagalo	-	-	-		
RH VII	VII-b	Itaocara	-	-	-		
RH VII	VII-c1	Itaocara	1,39	0,33	3,11	43,58	3,11
RH VII	VII-c1	São Fidélis	-	-	-		
RH VII	VII-c2	São Fidélis	41,86	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	-	-	-	741,07	77,63
RH VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	-	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	-	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Macaé	736,56	3,14	77,56		
RH VIII	VIII-a1	Conceição de Macabu	-	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Carapebus	-	-	-		
RH VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	-	0,59	-		
RH VIII	VIII-a2	Macaé	-	0,79	0,07		
RH VIII	VIII-b	Rio das Ostras	-	-	-	-	-
RH IX	IX-a1	Aperibé	-	-	-	59,53	1,56
RH IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	57,48	2,06	1,56		
RH IX	IX-a2	São Fidélis	-	-	-		
RH IX	IX-a2	Cardoso Moreira	-	-	-		
RH IX	IX-a2	Cambuci	-	-	-	-	-
RH IX	IX-b	Santa Maria Madalena	-	-	-		
RH IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	-	-	-		
RH IX	IX-c	Quissamã	-	-	-	-	-
RH IX	IX-c	Santa Maria Madalena	-	-	-		
RH IX	IX-c	Trajano de Moraes	-	-	-		
RH IX	IX-c	Conceição de Macabu	-	-	-		
RH IX	IX-c	Carapebus	-	-	-		

RH	UHP	Município	Setor Industrial (ℓ/s)			Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação superficial	Captação subterrânea	Retorno	Captação	Retorno
RH IX	IX-d	Quissamã	0,14	0,08	-	13.135,56	5.109,73
RH IX	IX-d	São João da Barra	12.334,16	-	5.000,41		
RH IX	IX-d	Carapebus	-	-	-		
RH IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	793,83	7,34	109,32		
RH IX	IX-e	Cambuci	-	-	-	120,94	66,97
RH IX	IX-e	Aperibé	-	-	-		
RH IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	72,53	48,42	66,97		
RH IX	IX-e	Miracema	-	-	-		
RH IX	IX-f	São Fidélis	-	-	-	1.284,68	23,16
RH IX	IX-f	Cardoso Moreira	-	-	-		
RH IX	IX-f	Italva	1.222,22	-	0,90		
RH IX	IX-f	Cambuci	-	-	-		
RH IX	IX-f	Itaperuna	61,11	1,35	22,26		
RH IX	IX-f	São José de Ubá	-	-	-		
RH IX	IX-f	Natividade	-	-	-		
RH IX	IX-f	Laje do Muriaé	-	-	-		
RH IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	-	-	-		
RH IX	IX-f	Porciúncula	-	-	-		
RH IX	IX-f	Varre Sai	-	-	-		
RH IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	9,94	2,36	3,24	12,85	3,24
RH IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	-	0,56	-		
RH IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	-	-	-	-	-
RH IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	-	-	-		
RH IX	IX-h	Porciúncula	-	-	-		
RH IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	-	-	-		
RH IX	IX-h	Varre-Sai	-	-	-		
TOTAIS			69.322,09	1.076,31	43.650,72	70.398,40	43.650,72

Obs.: A vazão 0,00 indica que o primeiro dígito significativo encontra-se após a segunda casa decimal.

13.3 Setor de Mineração

A exploração mineral no estado do Rio de Janeiro envolve a extração de inúmeros materiais, tais como, areia, argila, areola, rocha para brita e cantaria, rocha ornamental e para revestimento, rochas carbonáticas, fluorita, monazita, zirconita, ilmenita, quartzito e saibro.

Segundo dados do Departamento de Recursos Minerais do ERJ (DRM, 2008), foram extraídos em 2006, em todo o estado, cerca de 7,6 milhões de metros cúbicos de brita e 3,5 milhões de metros cúbicos de areia destinados à construção civil. A extração de argila é significativa e praticada em inúmeras localidades, em especial nos pólos cerâmicos de Itaboraí, de Campos e do Vale do Médio Paraíba do Sul, com mais de 200 empresas

identificadas no ano de 2006, produzindo telhas e tijolos e, em menores quantidades, objetos artesanais.

A figura 13.3.1 ilustra a distribuição espacial da demanda de água pelo setor de Mineração no ERJ.

Observa-se na figura que as vazões mais expressivas, mesmo assim, pouco significativas, concentram-se nas RHs Baía de Ilha Grande, Guandu, Médio Paraíba do Sul e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

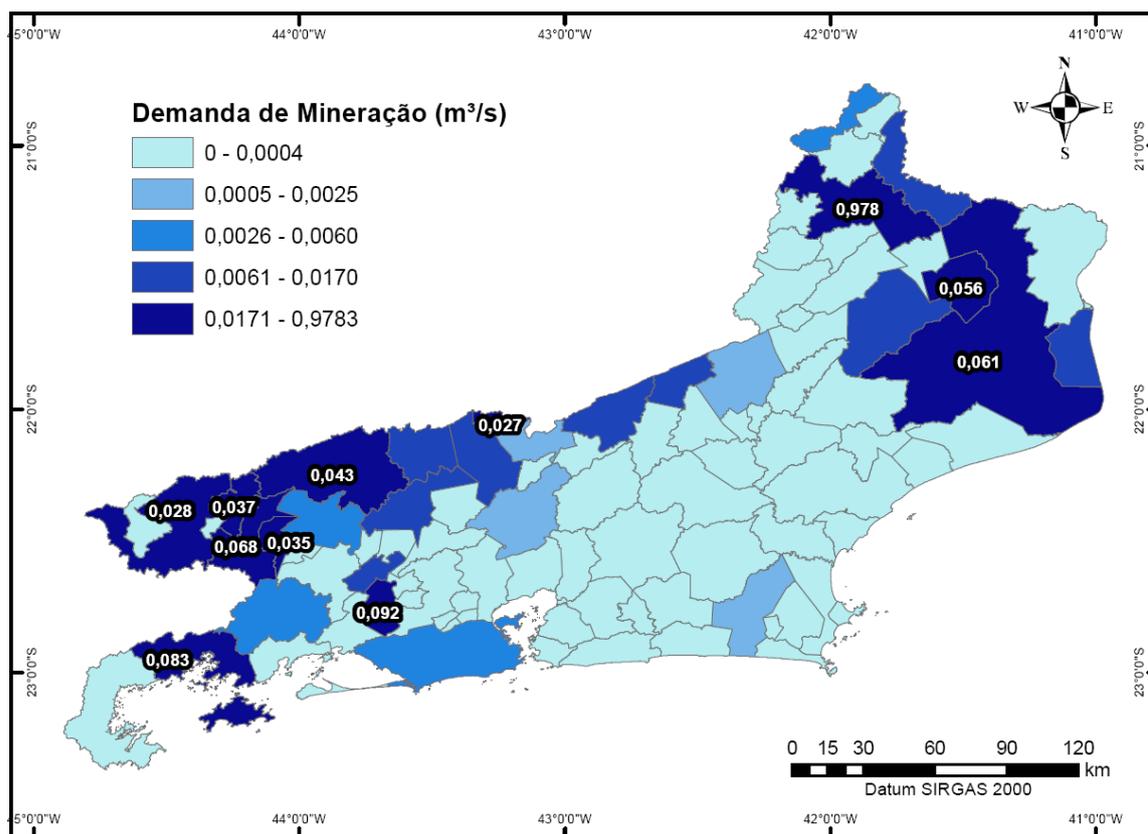


Figura 13.3.1 - Demanda de Água pelo Setor de Mineração

Apesar da importância econômica da exploração mineral no estado, a única fonte de informação disponível sobre o uso da água nesta atividade é o CNARH. A tabela 13.3.1 apresenta as vazões captadas e de retorno extraídas desse cadastro.

Observa-se que a demanda de água para o setor de mineração corresponde a aproximadamente 1,6 m³/s, com vazão de retorno em torno de 0,14 m³/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

Tabela 13.3.1 - Vazões Demandadas pelo Setor de Mineração e Vazões e de Retorno

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH I	I-a	Paraty	-	-	-	-
RH I	I-b	Paraty	-	-	83,33	74,44
RH I	I-b	Angra dos Reis	83,33	74,44		

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH I	I-c	Angra dos Reis	-	-	-	-
RH I	I-d	Angra dos Reis	-	-	-	-
RH II	II-a	Rio Claro	-	-	-	-
RH II	II-b	Piraí	-	-	2,77	2,48
RH II	II-b	Rio Claro	2,77	2,48		
RH II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	0,04	-
RH II	II-c	Mendes	-	-		
RH II	II-c	Piraí	-	-		
RH II	II-c	Barra do Piraí	0,04	-		
RH II	II-d	Rio Claro	-	-	-	-
RH II	II-e	Itaguaí	-	-	11,56	8,33
RH II	II-e	Seropédica	0,97	-		
RH II	II-e	Queimados	-	-		
RH II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-		
RH II	II-e	Japeri	0,17	-		
RH II	II-e	Paracambi	10,42	8,33		
RH II	II-e	Piraí	-	-		
RH II	II-e	Miguel Pereira	-	-		
RH II	II-e	Rio de Janeiro	-	-		
RH II	II-e	Nova Iguaçu	-	-		
RH II	II-f	Mangaratiba	-	-	-	-
RH II	II-f	Itaguaí	-	-		
RH II	II-g	Itaguaí	-	-	91,35	14,31
RH II	II-g	Rio de Janeiro	-	-		
RH II	II-g	Seropédica	91,35	14,31		
RH II	II-h	Mangaratiba	-	-		
RH II	II-h	Rio de Janeiro	-	-	-	-
RH II	II-h	Nova Iguaçu	-	-		
RH III	III-a	Piraí	-	-	76,74	8,76
RH III	III-a	Resende	8,68	8,68		
RH III	III-a	Porto Real	-	-		
RH III	III-a	Barra Mansa	68,06	0,08		
RH III	III-a	Volta Redonda	-	-		
RH III	III-a	Pinheiral	-	-		
RH III	III-a	Barra do Piraí	-	-		
RH III	III-b	Itatiaia	-	-	95,69	-
RH III	III-b	Resende	17,65	-		
RH III	III-b	Quatis	37,07	-		
RH III	III-b	Barra Mansa	-	-		
RH III	III-b	Volta Redonda	35,42	-		
RH III	III-b	Barra do Piraí	5,56	-		

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH III	III-c	Mendes	-	-	6,18	3,13
RH III	III-c	Miguel Pereira	-	-		
RH III	III-c	Vassouras	6,18	3,13		
RH III	III-c	Paty do Alferes	-	-		
RH III	III-c	Paraíba do Sul	-	-		
RH III	III-c	Três Rios	-	-		
RH III	III-d	Valença	-	-	18,04	1,44
RH III	III-d	Rio das Flores	2,78	-		
RH III	III-d	Comendador Levy Gasparian	-	-		
RH III	III-d	Barra do Pirai	-	-		
RH III	III-d	Paraíba do Sul	13,89	-		
RH III	III-d	Três Rios	1,37	1,44		
RH III	III-e1	Itatiaia	-	-	55,90	18,16
RH III	III-e1	Resende	1,74	0,87		
RH III	III-e1	Quatis	-	-		
RH III	III-e1	Rio das Flores	-	-		
RH III	III-e1	Valença	43,40	11,74		
RH III	III-e2	Rio das Flores	-	-		
RH III	III-e2	Barra do Pirai	-	-		
RH III	III-e2	Valença	-	-		
RH III	III-e3	Rio das Flores	5,56	5,56		
RH III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	5,21	-		
RH III	III-e3	Paraíba do Sul	-	-		
RH III	III-f	Comendador Levy Gasparian	22,22	6,70	22,22	6,70
RH III	III-f	Três Rios	-	-		
RH IV	IV-a	Paty do Alferes	-	-	2,42	0,10
RH IV	IV-a	Paraíba do Sul	-	-		
RH IV	IV-a	Três Rios	-	-		
RH IV	IV-a	Areal	-	-		
RH IV	IV-a	Teresópolis	-	-		
RH IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	-	-		
RH IV	IV-a	Petrópolis	2,42	0,10		
RH IV	IV-b	Três Rios	-	-	27,08	5,56
RH IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	-	-		
RH IV	IV-b	Sumidouro	-	-		
RH IV	IV-b	Carmo	16,67	5,56		
RH IV	IV-b	Sapucaia	10,42	-		

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH V	V-a	Magé	-	-	-	-
RH V	V-a	Duque de Caxias	-	-		
RH V	V-a	Belford Roxo	-	-		
RH V	V-a	Mesquita	-	-		
RH V	V-a	São João de Meriti	-	-		
RH V	V-a	Rio de Janeiro	-	-		
RH V	V-a	Nilópolis	-	-		
RH V	V-a	Nova Iguaçu	-	-		
RH V	V-b	Rio de Janeiro	3,33	-	3,33	-
RH V	V-c1	São João de Meriti	-	-	-	-
RH V	V-c1	Duque de Caxias	-	-		
RH V	V-c1	Nilópolis	-	-		
RH V	V-c1	Rio de Janeiro	-	-		
RH V	V-d1	Itaboraí	-	-	-	0,05
RH V	V-d1	Guapimirim	-	-		
RH V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	-	-		
RH V	V-d2	Niterói	-	-		
RH V	V-d2	São Gonçalo	-	-		
RH V	V-d2	Itaboraí	-	-		
RH V	V-d2	Tanguá	-	-		
RH V	V-d2	Guapimirim	-	-		
RH V	V-d2	Magé	-	0,05		
RH V	V-d2	Rio Bonito	-	-		
RH V	V-e1	Niterói	-	-	-	-
RH V	V-e2	Maricá	-	-		
RH VI	VI-a1	Rio Bonito	-	-	1,13	-
RH VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	-	-		
RH VI	VI-a1	Silva Jardim	-	-		
RH VI	VI-a1	Araruama	1,13	-		
RH VI	VI-a2	Silva Jardim	-	-		
RH VI	VI-a2	Araruama	-	-		
RH VI	VI-a2	Cabo Frio	-	-		
RH VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	-	-		
RH VI	VI-a2	Rio das Ostras	-	-		
RH VI	VI-b	Araruama	-	-	-	-
RH VI	VI-b	Cabo Frio	-	-		
RH VI	VI-b	Iguaba Grande	-	-		
RH VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	-	-		

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH VI	VI-c	Araruama	-	-	-	-
RH VI	VI-c	Cabo Frio	-	-		
RH VI	VI-c	Armação dos Búzios	-	-		
RH VI	VI-c	Saquarema	-	-		
RH VI	VI-c	Iguaba Grande	-	-		
RH VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	-	-		
RH VI	VI-c	Arraial do Cabo	-	-		
RH VII	VII-a	Bom Jardim	-	-	0,96	-
RH VII	VII-a	Duas Barras	-	-		
RH VII	VII-a	Cordeiro	-	-		
RH VII	VII-a	Macuco	-	-		
RH VII	VII-a	Cantagalo	0,96	-		
RH VII	VII-a	Itaocara	-	-		
RH VII	VII-a	São Sebastião do Alto	-	-		
RH VII	VII-a	Nova Friburgo	-	-		
RH VII	VII-a	Santa Maria Madalena	-	-		
RH VII	VII-a	São Fidélis	-	-		
RH VII	VII-a	Trajano de Moraes	-	-		
RH VII	VII-b	Carmo	-	-	-	-
RH VII	VII-b	Duas Barras	-	-		
RH VII	VII-b	Cantagalo	-	-		
RH VII	VII-b	Itaocara	-	-	11,22	-
RH VII	VII-c1	Itaocara	-	-		
RH VII	VII-c1	São Fidélis	-	-		
RH VII	VII-c2	São Fidélis	11,22	-		
RH VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	-	-	-	-
RH VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Macaé	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Conceição de Macabu	-	-		
RH VIII	VIII-a1	Carapebus	-	-		
RH VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	-	-		
RH VIII	VIII-a2	Macaé	-	-	-	-
RH VIII	VIII-b	Rio das Ostras	-	-		
RH IX	IX-a1	Aperibé	-	-	55,56	-
RH IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	-	-		
RH IX	IX-a2	São Fidélis	-	-		
RH IX	IX-a2	Cardoso Moreira	55,56	-		
RH IX	IX-a2	Cambuci	-	-	-	-
RH IX	IX-b	Santa Maria Madalena	-	-		
RH IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	-	-		

RH	UHP	Município	Setor de Mineração (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH IX	IX-c	Quissamã	-	-	-	-
RH IX	IX-c	Santa Maria Madalena	-	-		
RH IX	IX-c	Trajano de Moraes	-	-		
RH IX	IX-c	Conceição de Macabu	-	-		
RH IX	IX-c	Carapebus	-	-		
RH IX	IX-d	Quissamã	-	-	50,00	0,08
RH IX	IX-d	São João da Barra	9,72	-		
RH IX	IX-d	Carapebus	-	-		
RH IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	40,28	0,08		
RH IX	IX-e	Cambuci	-	-	-	-
RH IX	IX-e	Aperibé	-	-		
RH IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	-	-		
RH IX	IX-e	Miracema	-	-		
RH IX	IX-f	São Fidélis	-	-	999,17	-
RH IX	IX-f	Cardoso Moreira	-	-		
RH IX	IX-f	Italva	-	-		
RH IX	IX-f	Cambuci	-	-		
RH IX	IX-f	Itaperuna	978,33	-		
RH IX	IX-f	São José de Ubá	-	-		
RH IX	IX-f	Natividade	-	-		
RH IX	IX-f	Laje do Muriaé	-	-		
RH IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	20,83	-		
RH IX	IX-f	Porciúncula	-	-		
RH IX	IX-f	Varre-Sai	-	-		
RH IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	-	-	-	-
RH IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	-	-		
RH IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	-	-	13,89	-
RH IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	-	-		
RH IX	IX-h	Porciúncula	5,56	-		
RH IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	8,33	-		
RH IX	IX-h	Varre-Sai	-	-		
TOTAIS			1.628,57	143,55	1.628,57	143,55

Obs.: A vazão 0,00 indica que o primeiro dígito significativo encontra-se após a segunda casa decimal.

13.4 Setor Agrícola

Para estimativa das demandas do setor agrícola optou-se pela utilização de métodos indiretos, conforme descrito anteriormente.

As metodologias adotadas para a estimativa das vazões demandadas pela olericultura, cana-de-açúcar, fruticultura e rizicultura, as únicas irrigadas no estado, seguiram os passos apresentados a seguir.

13.4.1 Avaliação das áreas irrigadas

Não existem informações oficiais que permitam avaliar a extensão e localização das áreas irrigadas no estado. De fato, as únicas informações disponíveis são aquelas fornecidas pelo Censo Agropecuário/IBGE (2006) e, pela EMATER (2010), relativas às áreas cultivadas, irrigadas e respectivas culturas, agregadas para todo o estado. Outra fonte de informação, também da Emater, são os dados integrantes do “Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola (Aspa), estado do Rio de Janeiro/Emater, também de 2010.

Como o último Censo Agropecuário foi publicado em 2006, foram utilizados apenas os dados da Emater. Cabe destacar que tanto o Censo Agropecuário como os dados fornecidos pela Emater não informam a localização espacial das culturas irrigadas por município.

Os dados fornecidos pela Emater constam da tabela 13.4.1.1.

Tabela 13.4.1.1 - Áreas Cultivadas e Irrigadas no ERJ - 2010

Cultura	Área Cultivada		Área Irrigada (*)	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Cana-de-Açúcar	109.262	51	3.278	3
Olericultura	50.908	23,6	35.991	71
Fruticultura	37.517	17,4	3.752	10
Milho	7.045	3,3	0	0
Mandioca	4.265	2,0	0	0
Feijão	3.930	1,8	0	0
Arroz	1.609	0,7	1.609	100
Outras	1.400	0,6	0	0
Totais	215.936	100	44.630	21

(*) Estimada

Fonte: Emater-RIO/CPLAN/ASPA-2010.

Com base nos dados fornecidos pela Emater foram estimadas as áreas irrigadas em cada município, de acordo com os seguintes procedimentos:

- Avaliação da área plantada de cada uma das culturas irrigadas (olerícolas, cana-de-açúcar, fruticultura e rizicultura) em cada município com base nos dados da ASPA (EMATER, 2010);
- Classificação dos municípios em ordem decrescente pelo tamanho da área plantada, por cultura;
- Estimativa da área irrigada no município, mantendo-se a mesma relação entre a área irrigada e a área total cultivada por cultura observada no estado;

Esse critério foi também empregado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2005) no âmbito do projeto “Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN)”, em trabalho desenvolvido pelo Consórcio Fahma – Dzeta e que contou com o acompanhamento técnico sistemático de uma comissão formada por representantes da ANA, ANEEL e Ministério de Minas e Energia – MME;

- Seleção dos municípios de maior produção agrícola, cujo somatório de áreas irrigadas totalizasse o valor indicado pela Emater para as culturas de interesse no estudo.

Como resultado, foram selecionados 29 municípios para a olericultura, 33 para a cana-de-açúcar e 17 para a fruticultura. O arroz é cultivado em 17 municípios, todo ele irrigado.

O Anexo 7 apresenta as áreas plantadas, por cultura e por município, seu percentual em relação ao total do estado e a estimativa das áreas irrigadas no município.

Nos casos em que os territórios municipais ultrapassam mais de uma UHP ou RH foi adotado o critério de distribuição *prorata* da área.

13.4.2. Avaliação das demandas atuais por tipo de cultura irrigada

▪ Olerícolas

A metodologia proposta pela ANA (ANA, 2007) e ONS (ONS, 2005) envolve o emprego de parâmetros de difícil obtenção/avaliação como, por exemplo, a evapotranspiração real das culturas, a precipitação efetiva ao longo dos meses, o calendário de colheita, o coeficiente de cultura em função dos estágios de desenvolvimento da planta, o coeficiente de umidade da cultura e a eficiência de aplicação dos sistemas de irrigação, dentre outros. Alguns desses parâmetros são variáveis para cada localidade, para cada cultura e para cada tipo de irrigação, sendo que alguns são específicos para cada mês do calendário agrícola.

No caso das olerícolas, a irrigação é empregada em dezenas de cultivares diferentes e em diversos municípios situados nas regiões serrana e norte/noroeste fluminense, em variadas situações fisiográficas e pedológicas. Além disso, os agricultores no estado não seguem procedimentos técnicos para a otimização do uso da água nas culturas, mesmo contando com a assistência da Emater.

Os aspectos citados inviabilizam a utilização do método preconizado pela ANA no âmbito do PERHI. Por esse motivo, optou-se por calcular, com base no cadastro do CNARH, o coeficiente de demanda específica de água na irrigação, ou seja, a demanda de água por unidade de área efetivamente cultivada, aplicando-o às áreas irrigadas anteriormente avaliadas.

No CNARH existem apenas sete outorgas para irrigação, sendo quatro para o município do Rio de Janeiro e três para Itaocara. Baseado nos dados do ASPA foi possível inferir que no município do Rio de Janeiro é possível que sejam irrigadas mais de dois tipos de cultura. Já para Itaocara apenas olerícolas e arroz.

A vazão específica média calculada com base no CNARH para Itaocara é de 380,2 m³/ano.ha. Considerando que essa vazão é extremamente baixa para o cultivo de arroz por inundação, por exclusão, admitiu-se que essa vazão está relacionada à irrigação de olerícolas.

Na ausência de um dado mais preciso extrapolou-se essa vazão de captação para todas as culturas olerícolas, da seguinte forma:

$$Q_{\text{retirada}} = 12,05 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s.ha}$$

As vazões de retorno foram obtidas utilizando-se a seguinte equação:

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{retirada}} (1 - P_{\text{ev}} - E_a) \quad (\text{ANA, 2007}).$$

Onde:

P_{ev} = perdas de água por evaporação e arraste, igual a 10,9 % (ANA, 2007).

Ea = eficiência de aplicação da irrigação por aspersão igual a 0,71 (ANA, 2007).

Chegando-se ao seguinte valor para a vazão específica para a cultura de olerícolas:

$$Q_{\text{retorno}} = 2,18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$$

Levando em conta que a área realmente irrigada com olerícolas é de 35.991 ha (Emater, 2010), tem-se:

$$Q_{\text{retirada total}} = 433,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{retorno Total}} = 78,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

A demanda de água calculada para a olericultura é de aproximadamente 434 l/s, com vazão de retorno em torno de 78 l/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela 13.4.3.1.

▪ Cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar ocupa pequenas áreas em diversos municípios (Anexo 7 - Áreas Cultivadas por Tipo de Cultura) mas só possui expressão quantitativa em alguns municípios situados na RH-IX. Para estimativa das vazões utilizadas na irrigação dessa cultura utilizou-se a metodologia proposta pelo ONS (ONS, 2005) e ANA (ANA, 2007). As características fisiográficas e os demais parâmetros utilizados constam da tabela 13.4.2.1.

Para estimativa da demanda específica para irrigação da cana-de-açúcar foi utilizada a equação apresentada a seguir (ONS, 2005). Sobre o valor encontrado aplicou-se um incremento arbitrário de 5% que teve objetivo de compensar eventuais perdas decorrentes de deficiências técnicas e falhas operacionais nos sistemas de irrigação.

$$Q_i = A_{i,m} \left[\frac{(ET_{o,m} \times K_{c,m,m} \times K_{s,m,m}) - P_{ef,m}}{E_{a,m,m}} \right] \times 10$$

Onde:

Q_i = Vazão de retirada necessária para irrigação, em m^3/ano ;

$A_{i,m}$ = Área irrigada no mês. No caso 1,0 ha

$ET_{o,m}$ = evapotranspiração de referência no mês (m), em mm/mês;

$K_{c,m,m}$ = coeficiente de cultivo no município para o mês (m), adimensional;

$K_{s,m,m}$ = coeficiente de umidade da cultura no município, adimensional;

$P_{ef,m}$ = precipitação efetiva no município para o mês (m), em mm/mês;

$E_{a,m,m}$ = eficiência de aplicação da irrigação da cultura no município para o mês, adimensional.

Tabela 13.4.2.1 - Parâmetros empregados no cálculo das vazões para a cana-de-açúcar

Mês	Evapotranspiração Potencial da Cultura ET _{pc} (mm/mês) (1)	Coef. de cultivo K _c (2)	Coef. de umidade K _s (2)	Precipitação efetiva P _{ef} (mm/mês) (3)	Eficiência da irrigação E _a (2)	Vazão de retirada (m ³ /mês)
Jan	178,1	1,25	0,81	103	0,71	1.089,10
Fev	159,4	1,25	0,81	57	0,71	1.470,32
Mar	112,5	1,00	0,81	54	0,71	522,89
Abr	73,1	0,75	0,81	56	0,71	0,00
Mai	61,9	0,75	0,81	41	0,71	0,00
Jun	38,5	0,57	0,81	16	0,71	25,01
Jul	27,0	0,40	0,81	24	0,71	0,00 (*)
Ago	33,0	0,40	0,81	24	0,71	0,00 (*)
Set	39,0	0,40	0,81	25	0,71	0,00 (*)
Out	76,5	0,68	0,81	46	0,71	0,00 (*)
Nov	123,7	0,97	0,81	120	0,71	0,00 (*)
Dez	178,1	1,25	0,81	118	0,71	877,83

(*) Quando a vazão de retirada foi negativa, considerou-se zero.

(1) Calculada a partir da Evapotranspiração de referência (E_{to}) retirada do Anexo 1 do ONS (ONS 2005) e coeficiente da cultura (K_c), também retirado de ONS (ONS, 2005).

(2) Coeficientes retirados de ONS (ONS, 2005).

(3) Calculada a partir da precipitação mensal¹¹, e da Evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}), calculada de acordo com ONS (ONS, 2005).

Para determinação da sazonalidade de aplicação dos coeficientes de cultivo (K_c), apresentados na tabela acima, seguiu-se as recomendações da EMBRAPA (2000)¹².

Como a cana é uma cultura perene e geralmente com só uma colheita anual, adotou-se como coeficiente de cultura, em função dos estágios de desenvolvimento da planta, os valores de 0,40, 1,25 e 0,75 (respectivamente para o estágio inicial de germinação após o corte, o estágio médio e o estágio final, interpolando-se linearmente valores para as fases de desenvolvimento e final (ONS, 2005)).

A aplicação desse método de cálculo resultou na seguinte vazão específica atual para a irrigação da cana-de-açúcar, já acrescido do percentual arbitrário de 5%, como referido anteriormente:

$$Q_{\text{retirada}} = 5,528 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.\text{ha}$$

As vazões de retorno foram obtidas utilizando-se a seguinte equação:

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{retirada}} \times (1 - P_{\text{ev}} - E_a) \quad (\text{ANA, 2007}).$$

Onde:

P_{ev} = perdas de água por evaporação e arraste igual a 10,9 % (ANA, 2007);

E_a = eficiência de aplicação da irrigação por aspersão igual a 0,71

Chegando-se ao seguinte valor:

$$Q_{\text{retorno}} = 1,000 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.\text{ha}$$

¹¹ COPPETEC, PERHI - Relatório Técnico RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos, Volume 1, tabela 3.3.3.17.

¹² Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia, Embrapa, 2000.

Levando-se em conta a área realmente irrigada de cana de açúcar, igual a 3.278 ha (Emater, 2010), tem-se:

$$Q_{\text{retirada Total}} = 0,018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{retorno Total}} = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$$

A demanda de água calculada para a cana-de-açúcar é de aproximadamente 18 l/s, com vazão de retorno em torno de 3 l/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

▪ Fruticultura

Apenas poucos municípios respondem de forma expressiva pela fruticultura fluminense, que está concentrada predominantemente na RH-IX. O coco e o abacaxi ocupam cerca de 64% e 21%, respectivamente, da área plantada (Firjan, 2012).

Observa-se que as regiões de cultivo apresentam condições edafoclimáticas semelhantes, justificando a aplicação da metodologia proposta pela ANA (ANA, 2007) e ONS (ONS, 2005).

Como o coco é a cultura local que mais demanda água¹³ e ocupa a maior área, foi tomada como “cultura tipo” para a avaliação das demandas da fruticultura do norte fluminense. Uma abordagem mais conservadora justifica-se por ser esperado incrementos na produção agrícola regional, principalmente frutas, ao longo do horizonte de planejamento do PERHI.

A estimativa da demanda de água foi realizada segundo a equação abaixo (ONS, 2005). Os parâmetros utilizados foram extraídos da tabela 13.4.2.2.

$$Q_i = A_{i,m} \left[\frac{(ET_{o,m} \times K_{c,m,m} \times K_{s,m,m}) - P_{ef,m}}{E_{a,m,m}} \right] \times 10$$

Onde:

Q_i = Vazão de retirada necessária para irrigação, em m³/ano;

$A_{i,m}$ = Área irrigada no mês. No caso 1,0 ha;

$ET_{o,m}$ = evapotranspiração de referência no mês (m), em mm/mês;

$K_{c,m,m}$ = coeficiente de cultivo no município para o mês (m), adimensional;

$K_{s,m,m}$ = coeficiente de umidade da cultura no município, adimensional;

$P_{ef,m}$ = precipitação efetiva no município para o mês (m), em mm/mês;

$E_{a,m,m}$ = eficiência de aplicação da irrigação da cultura no município para o mês, adimensional.

¹³ Apenas a cultura da banana e algumas outras frutíferas não utilizadas na região, como pera, damasco, maçã e noz demandam mais água que o cultivo de coco (ONS, 2005, p.30).

Tabela 13.4.2.2 - Parâmetros empregados no cálculo das vazões para a Fruticultura

Mês	Evapotranspiração Potencial da Cultura ET _{pc} (mm/mês) (1)	Coef. de cultivo K _c (2)	Coef. de umidade K _s (2)	Precipitação efetiva P _{ef} (mm/mês) (3)	Eficiência da irrigação E _a (2)	Vazão de retirada (m ³ /mês)
Jan	178,1	1,00	0,81	97	0,71	665,65
Fev	159,4	1,00	0,81	54	0,71	1057,94
Mar	112,5	1,00	0,81	52	0,71	551,06
Abr	73,1	1,00	0,81	59	0,71	2,97
Mai	61,9	1,00	0,81	41	0,71	128,72
Jun	38,5	1,00	0,81	18	0,71	185,70
Jul	27,0	1,00	0,81	34	0,71	0,00 (*)
Ago	33,0	1,00	0,81	27	0,71	0,00 (*)
Set	39,0	1,00	0,81	43	0,71	0,00 (*)
Out	76,5	1,00	0,81	73	0,71	0,00 (*)
Nov	123,7	1,00	0,81	120	0,71	0,00 (*)
Dez	178,1	1,00	0,81	112	0,71	454,38

(*) Quando a vazão de retirada foi negativa, considerou-se zero.

(1) Calculada a partir da Evapotranspiração de referência (E_{to}) retirada do Anexo 1 do (ONS, 2005) e coeficiente da cultura (K_c), também retirado de ONS (ONS, 2005).

(2) Coeficientes retirados de ONS (ONS, 2005).

(3) Calculada a partir da precipitação mensal¹⁴, e da Evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}), calculada de acordo com ONS (ONS, 2005).

A aplicação desse método de cálculo resultou na seguinte vazão específica atual para a irrigação da fruticultura:

$$Q_{\text{retirada}} = 4,025 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}.\text{ha}$$

As vazões de retorno foram obtidas utilizando-se a seguinte equação:

$$Q_{\text{retorno}} = Q_{\text{retirada}} \times (1 - P_{\text{ev}} - E_a) \quad (\text{ANA, 2007})$$

Onde:

P_{ev} = perdas de água por evaporação e arraste, adimensional e igual a 10,9 % (ANA, 2007);

E_a = eficiência de aplicação da irrigação por aspersão igual a 0,71.

Chegando-se ao seguinte valor:

$$Q_{\text{retorno}} = 0,728 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Levando-se em conta que a área irrigada na fruticultura é de 3.752 ha (Emater, 2010), tem-se:

$$Q_{\text{retirada Total}} = 0,015 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{retorno Total}} = 0,003 \text{ m}^3/\text{s}$$

A demanda de água calculada para a Fruticultura é de aproximadamente 15 l/s, com vazão de retorno em torno de 3 l/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

¹⁴ Coppetec, PERHI - Relatório Técnico RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos, Volume 1, tabela 3.3.3.17.

▪ Arroz

A rizicultura fluminense utiliza em sua totalidade o método de irrigação por inundação. Para a avaliação das demandas dessa cultura empregou-se a metodologia proposta pela ANA (ANA, 2007) e pela ONS (ONS, 2005), que diferem apenas no que se refere ao valor arbitrado para a vazão unitária no período de demanda normal (ANA: $0,00154 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$; ONS: $0,00175 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$).

No sistema convencional, a irrigação é realizada nas três fases do cultivo: enchimento dos quadros, período de demanda normal e esvaziamento dos quadros. Admitiu-se que o cultivo no estado é realizado nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro.

Essa metodologia considera a ocorrência das seguintes vazões durante o período de irrigação

- Vazão de retirada: vazão captada nos mananciais para abastecer os quadros cultivados com arroz.
- Vazão unitária de enchimento: vazão necessária, por unidade de área, para preencher o sistema de inundação em cada período de irrigação.
- Vazão consumida: vazão efetivamente consumida pela lavoura de arroz, correspondente à vazão evaporada ou evapotranspirada durante o período de irrigação.
- Vazão de retorno: parcela da vazão que chega à lavoura que não é consumida por evaporação ou evapotranspiração, nem armazenada nos quadros, retornando aos mananciais da bacia considerada.

Todas as vazões foram calculadas para uma área irrigada de 1,0 ha, sendo empregadas as seguintes fórmulas para cada fase do cultivo (ONS, 2005):

a) Período de enchimento dos quadros

$$Q_{\text{unit}} = \frac{10.000 \left[(u \times P_{\text{imp}}) + H_{\text{lâm}} \right]}{T_{\text{ench}} \times 86.400} + \frac{(ET_0 \times K_c) \times 10}{86.400}$$

$$Q_{\text{retir}} = \left[Q_{\text{unit}} - \left(\frac{P \times 10}{86.400} \right) \right] \times A$$

$$Q_{\text{Cons}} = \left[\frac{(ET_0 \times K_c) \times 10}{86.400} \right] \times A$$

$$Q_{\text{retorno}} = 0$$

Onde:

Q_{unit} = Vazão unitária de enchimento ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Q_{retir} = Vazão de retirada (m^3/s).

P = Precipitação média diária (mm/dia).

A = Área irrigada (ha), igual a 1,0 ha.

u = Macroporosidade média do solo ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$).

P_{imp} = Profundidade média da camada impermeável (m).

$H_{\text{lâm}}$ = Altura da lâmina d'água superficial (m).

ET_0 = Evapotranspiração de referência (mm.dia^{-1}) .

K_C = Coeficiente de cultura (adimensional) .

T_{ench} = Tempo de enchimento dos quadros (dias) .

Q_{cons} = Vazão consumida (m^3s^{-1}) .

$Q_{retorno}$ = Vazão de retorno (m^3s^{-1}) .

Com as fórmulas acima e os parâmetros apresentados na tabela 13.4.2.3 chegou-se aos seguintes resultados:

$$Q_{retirada} = 0,00122 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{retorno} = 0,00000 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Período de demanda normal

$$Q_{unit} = 0,00154$$

$$\text{Se } \left(\frac{P_U \times 10}{86.400} \right) < Q_{unit} \quad \Rightarrow \quad Q_{retir} = \left[Q_{unit} - \left(\frac{P_U \times 10}{86.400} \right) \right] \times A$$

$$\text{Se } \left(\frac{P_U \times 10}{86.400} \right) \geq Q_{unit} \quad \Rightarrow \quad Q_{retir} = 0$$

$$Q_{cons} = \left[\frac{(ET_0 \times K_C) \times 10}{86.400} \right] \times A$$

$$\text{Se } Q_{retir} > Q_{cons} \quad \Rightarrow \quad Q_{retorno} = Q_{retir} - Q_{cons}$$

$$\text{Se } Q_{retir} \leq Q_{cons} \quad \Rightarrow \quad Q_{retorno} = 0$$

Onde:

Q_{unit} = Vazão unitária de enchimento ($\text{m}^3/\text{s.ha}$) .

P_U = Precipitação útil diária (mm/dia), dada por $P_U = P.F_{pi}$.

Q_{retir} = Vazão de retirada (m^3/s) .

E_{t0} = Evapotranspiração de referência (mm/dia) .

K_C = Coeficiente de cultura (adimensional) .

P = Precipitação média diária (mm/dia) .

A = Área irrigada (ha), igual a 1,0 ha.

Com as fórmulas acima e os parâmetros apresentados na tabela 13.4.2.3 chegou-se aos seguintes resultados:

$$Q_{retirada} = 0,00146 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{retorno} = 0,00135 \text{ m}^3/\text{s}$$

c) Período de Esvaziamento dos Quadros

$$Q_{unit} = 0$$

$$Q_{retir} = 0$$

$$Q_{cons} = \left[\frac{(ET_0 \times K_c) \times 10}{86.400} \right] \times A$$

$$Q_{retorno} = \left[\left(\frac{10.000 \times H_{lam}}{T_{esvaz} \times 86.400} \right) \times A \right] - Q_{cons}$$

Onde:

Q_{unit} = Vazão unitária (m³/s.ha).

$Q_{retirada}$ = Vazão de retirada (m³/s).

Q_{consu} = Vazão consumida (m³/s).

A = Área total (1,0 ha).

ET_0 = Evapotranspiração de referência (mm/dia).

K_c = Coeficiente de cultura (adimensional).

$Q_{retorno}$ = Vazão de retorno (m³/s).

H_{lam} = Altura da lâmina d'água superficial (m).

T_{esvaz} = Tempo de esvaziamento dos quadros (dias).

Com as fórmulas acima e os parâmetros apresentados na tabela 13.4.2.3 chegou-se aos seguintes resultados:

$$Q_{retirada} = \text{Zero m}^3/\text{s}$$

$$Q_{retorno} = 0,00085 \text{ m}^3/\text{s}$$

Foram considerados os seguintes parâmetros na aplicação das fórmulas:

Tabela 13.4.2.3 - Parâmetros empregados no cálculo das vazões para a rizicultura

Parâmetros	Sistema de cultivo convencional
Vazão unitária no período de demanda normal (m ³ .s ⁻¹ .ha ⁻¹)	0,00154 ⁽¹⁾
Profundidade média da camada impermeável (m)	1,05 ⁽¹⁾
Macroporosidade média do solo (m ³ .m ⁻³)	0,051 ⁽¹⁾
Duração do período de enchimento dos quadros (dias)	5 ⁽¹⁾
Duração do período de esvaziamento dos quadros (dias)	12 ⁽¹⁾
Duração do período de demanda normal (dias)	67 ⁽¹⁾
Altura da lâmina d'água superficial (m)	0,10 ⁽¹⁾
Evapotranspiração de referência (novembro a fevereiro) (mm.d ⁻¹)	1,13 ⁽⁴⁾
Precipitação média diária (novembro a fevereiro) (mm.d ⁻¹)	1,15 ⁽⁴⁾
Fator de ajuste de precipitação (adimensional)	0,61 ⁽²⁾
Coeficiente de cultura (adimensional).	0,85 ⁽³⁾

(1) Agência Nacional de Águas (ANA, 2007).

(2) Operador Nacional do Sistema (ONS, 2005).

(3) (CRUSCIOL, 2002).

(4) Calculada a partir da precipitação e evapotranspiração¹⁵ anual.

¹⁵ COPPETEC, PERHI - Relatório Técnico RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos, Volume 1, tabela 3.3.3.17

As vazões totais de retirada e de retorno são obtidas pelo somatório das mesmas vazões para cada uma das fases de cultivo, resultando:

$$\Sigma Q_{\text{retirada}} = 0,00268 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Sigma Q_{\text{retorno}} = 0,00220 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vale observar que essas vazões se referem à irrigação de uma área de cultivo de 1,0 ha. Como a área de arroz irrigada no ERJ é de 1.609 ha, tem-se :

$$Q_{\text{retirada Total}} = 4,31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{retorno Total}} = 3,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

A demanda de água calculada para a Fruticultura é de aproximadamente 4.303 l/s, com vazão de retorno em torno de 3.540 l/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

13.4.3 Consolidação das demandas para irrigação

A figura 13.4.3.1 mostra a distribuição espacial da demanda de água na agricultura, por município. Observa-se na figura que o uso da irrigação na agricultura tem maior expressão nas RHs-IV (olericultura), VIII e IX (olericultura, fruticultura e rizicultura).

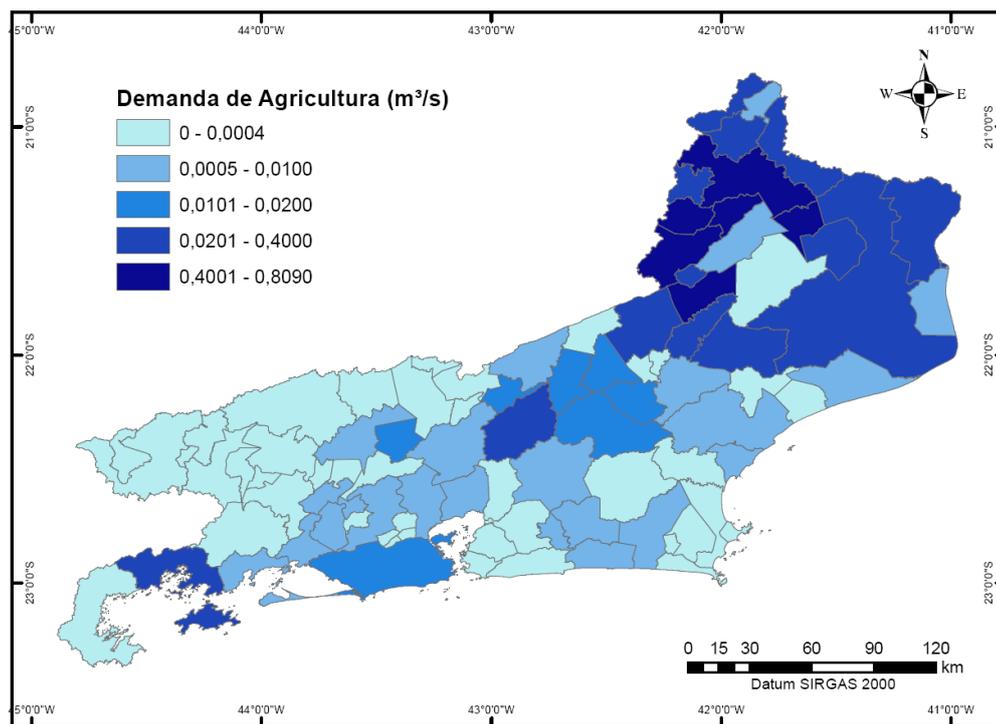


Figura 13.4.3.1 - Demanda de Água pelo Setor Agrícola

As vazões de captação e de retorno das quatro culturas irrigadas no estado estão consolidadas por município conforme apresentado na tabela 13.4.3.1.

A demanda total de água calculada para a agricultura é de aproximadamente 4,8 m³/s, com vazão de retorno em torno de 3,6 m³/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela.

Tabela 13.4.3.1 - Consolidação das demandas do Setor Agrícola

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-I	I-a	Paraty	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	0,01	0,00
RH-I	I-b	Paraty	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	13,58	11,14
RH-I	I-b	Angra dos Reis	-	-	-	-	-	-	13,57	11,14	13,57	11,14		
RH-I	I-c	Angra dos Reis	-	-	-	-	-	-	48,88	40,12	48,88	40,12	48,88	40,12
RH-I	I-d	Angra dos Reis	-	-	-	-	-	-	17,95	14,74	17,95	14,74	17,95	14,74
RH-II	II-a	Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-II	II-b	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-II	II-b	Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
RH-II	II-c	Mendes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-c	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-c	Barra do Piraí	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-
RH-II	II-d	Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-II	II-e	Itaguaí	0,00	0,00	-	-	0,29	0,05	-	-	0,29	0,05	6,53	1,18
RH-II	II-e	Seropédica	0,00	0,00	0,71	0,13	0,09	0,02	-	-	0,80	0,15		
RH-II	II-e	Queimados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-II	II-e	Japeri	-	-	3,62	0,66	-	-	-	-	3,62	0,66		
RH-II	II-e	Paracambi	-	-	-	-	0,53	0,10	-	-	0,53	0,10		
RH-II	II-e	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-e	Miguel Pereira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-e	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-e	Nova Iguaçu	-	-	1,27	0,23	-	-	-	-	1,27	0,23		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-II	II-f	Mangaratiba	0,00	0,00	-	-	1,70	0,31	-	-	1,71	0,31	2,27	0,41
RH-II	II-f	Itaguaí	0,01	0,00	-	-	0,56	0,10	-	-	0,56	0,10		
RH-II	II-g	Itaguaí	0,01	0,00	-	-	0,59	0,11	-	-	0,59	0,11	4,01	0,73
RH-II	II-g	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-g	Seropédica	0,02	0,00	3,03	0,55	0,38	0,07	-	-	3,42	0,62	17,15	3,10
RH-II	II-h	Mangaratiba	0,00	0,00	-	-	0,32	0,06	-	-	0,32	0,06		
RH-II	II-h	Rio de Janeiro	-	-	16,51	2,99	-	-	-	-	16,51	2,99		
RH-II	II-h	Nova Iguaçu	-	-	0,32	0,06	-	-	-	-	0,32	0,06	0,01	0,00
RH-III	III-a	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-a	Resende	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-III	III-a	Porto Real	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-a	Barra Mansa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-a	Volta Redonda	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-a	Pinheiral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,01
RH-III	III-a	Barra do Piraí	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-b	Itatiaia	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-b	Resende	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-III	III-b	Quatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-b	Barra Mansa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-b	Volta Redonda	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,01	0,00
RH-III	III-b	Barra do Piraí	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-III	III-c	Mendes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,85	2,14
RH-III	III-c	Miguel Pereira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-c	Vassouras	0,02	0,00	2,93	0,53	-	-	-	-	2,95	0,53		
RH-III	III-c	Paty do Alferes	-	-	8,90	1,61	-	-	-	-	8,90	1,61		
RH-III	III-c	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-c	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-d	Valença	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	0,01	0,00
RH-III	III-d	Rio das Flores	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-III	III-d	Comendador Levy Gasparian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-d	Barra do Piraí	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-d	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-d	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-e1	Itatiaia	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,06	0,01
RH-III	III-e1	Resende	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-e1	Quatis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-e1	Rio das Flores	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-e1	Valença	0,02	0,00	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00		
RH-III	III-e2	Rio das Flores	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-e2	Barra do Piraí	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-e2	Valença	0,02	0,00	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00		
RH-III	III-e3	Rio das Flores	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-e3	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-III	III-f	Comendador Levy Gasparian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-III	III-f	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-IV	IV-a	Paty do Alferes	-	-	1,13	0,20	-	-	-	-	1,13	0,20	191,97	34,73
RH-IV	IV-a	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
RH-IV	IV-a	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
RH-IV	IV-a	Areal	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
RH-IV	IV-a	Teresópolis	-	-	174,19	31,51	-	-	-	-	174,19	31,51		
RH-IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	-	-	13,26	2,40	-	-	-	-	13,26	2,40		
RH-IV	IV-a	Petrópolis	-	-	3,39	0,61	-	-	-	-	3,39	0,61		
RH-IV	IV-b	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,66	3,56
RH-IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	-	-	2,64	0,48	-	-	-	-	2,64	0,48		
RH-IV	IV-b	Sumidouro	-	-	13,81	2,50	-	-	-	-	13,81	2,50		
RH-IV	IV-b	Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-IV	IV-b	Sapucaia	-	-	3,20	0,58	-	-	-	-	3,20	0,58		
RH-V	V-a	Magé	-	-	3,59	0,65	-	-	-	-	3,59	0,65	10,02	1,81
RH-V	V-a	Duque de Caxias	0,02	0,00	4,83	0,87	-	-	-	-	4,85	0,88		
RH-V	V-a	Belford Roxo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Mesquita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	São João de Meriti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Nilópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Nova Iguaçu	-	-	1,58	0,29	-	-	-	-	1,58	0,29		
RH-V	V-b	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-V	V-c1	São João de Meriti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-V	V-c1	Duque de Caxias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-c1	Nilópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-c1	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-d1	Itaboraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,60	3,18
RH-V	V-d1	Guapimirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	-	-	7,10	1,29	-	-	-	-	7,10	1,29		
RH-V	V-d2	Niterói	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00		
RH-V	V-d2	São Gonçalo	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-V	V-d2	Itaboraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-d2	Tanguá	0,00	0,00	4,58	0,83	0,63	0,11	-	-	5,21	0,94		
RH-V	V-d2	Guapimirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-d2	Magé	-	-	4,95	0,90	-	-	-	-	4,95	0,90		
RH-V	V-d2	Rio Bonito	-	-	-	-	0,33	0,06	-	-	0,33	0,06		
RH-V	V-e1	Niterói	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
RH-V	V-e2	Maricá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-a1	Rio Bonito	-	-	-	-	0,44	0,08	-	-	0,44	0,08	2,01	0,45
RH-VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	-	-	0,41	0,07	-	-	-	-	0,41	0,07		
RH-VI	VI-a1	Silva Jardim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-a1	Araruama	0,09	0,02	-	-	0,44	0,08	-	-	0,53	0,10		
RH-VI	VI-a2	Silva Jardim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-a2	Araruama	0,06	0,01	-	-	0,29	0,05	-	-	0,35	0,06		
RH-VI	VI-a2	Cabo Frio	0,14	0,02	-	-	-	-	-	-	0,14	0,02		
RH-VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-a2	Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	0,14	0,11	0,14	0,11		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-VI	VI-b	Araruama	0,04	0,01	-	-	0,18	0,03	-	-	0,22	0,04	0,31	0,06
RH-VI	VI-b	Cabo Frio	0,09	0,02	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02		
RH-VI	VI-b	Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-c	Araruama	0,09	0,02	-	-	0,41	0,07	-	-	0,50	0,09	1,20	0,22
RH-VI	VI-c	Cabo Frio	0,07	0,01	-	-	-	-	-	-	0,07	0,01		
RH-VI	VI-c	Armação dos Búzios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-c	Saquarema	0,00	0,00	-	-	0,62	0,11	-	-	0,62	0,11		
RH-VI	VI-c	Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VI	VI-c	Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VII	VII-a	Bom Jardim	-	-	12,92	2,34	0,54	0,10	-	-	13,46	2,43	258,56	175,92
RH-VII	VII-a	Duas Barras	-	-	10,51	1,90	0,40	0,07	-	-	10,91	1,97		
RH-VII	VII-a	Cordeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VII	VII-a	Macuco	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-VII	VII-a	Cantagalo	-	-	-	-	-	-	13,63	11,19	13,63	11,19		
RH-VII	VII-a	Itaocara	0,08	0,01	3,22	0,58	-	-	153,32	125,86	156,62	126,46		
RH-VII	VII-a	São Sebastião do Alto	-	-	5,85	1,06	-	-	34,84	28,60	40,69	29,66		
RH-VII	VII-a	Nova Friburgo	-	-	9,91	1,79	-	-	-	-	9,91	1,79		
RH-VII	VII-a	Santa Maria Madalena	0,01	0,00	8,33	1,51	-	-	-	-	8,34	1,51		
RH-VII	VII-a	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VII	VII-a	Trajano de Moraes	-	-	4,63	0,84	0,37	0,07	-	-	5,00	0,90		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-VII	VII-b	Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146,05	117,34
RH-VII	VII-b	Duas Barras	-	-	1,45	0,26	0,06	0,01	-	-	1,50	0,27		
RH-VII	VII-b	Cantagalo	-	-	-	-	-	-	26,57	21,81	26,57	21,81		
RH-VII	VII-b	Itaocara	0,06	0,01	2,42	0,44	-	-	115,49	94,81	117,98	95,26		
RH-VII	VII-c1	Itaocara	0,07	0,01	2,80	0,51	-	-	133,18	109,33	136,04	109,85	136,04	109,85
RH-VII	VII-c1	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VII	VII-c2	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,60	2,16
RH-VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	-	-	5,59	1,01	-	-	-	-	5,59	1,01		
RH-VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	0,70	0,57	0,70	0,57		
RH-VIII	VIII-a1	Macaé	-	-	-	-	0,78	0,14	-	-	0,78	0,14		
RH-VIII	VIII-a1	Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VIII	VIII-a1	Carapebus	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	0,52	0,43	0,52	0,43		
RH-VIII	VIII-a2	Macaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	2,18
RH-VIII	VIII-b	Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	2,66	2,18	2,66	2,18		
RH-IX	IX-a1	Aperibé	-	-	-	-	-	-	14,77	12,13	14,77	12,13	132,36	107,32
RH-IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	96,37	79,11	96,37	79,11		
RH-IX	IX-a2	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-IX	IX-a2	Cardoso Moreira	0,07	0,01	0,32	0,06	-	-	19,14	15,71	19,53	15,78		
RH-IX	IX-a2	Cambuci	0,01	0,00	1,68	0,30	-	-	-	-	1,69	0,31		
RH-IX	IX-b	Santa Maria Madalena	0,01	0,00	12,06	2,18	-	-	-	-	12,07	2,18	24,38	11,41
RH-IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	1,37	0,25	-	-	-	-	10,94	8,98	12,31	9,23		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-IX	IX-c	Quissamã	0,46	0,08	0,99	0,18	0,09	0,02	-	-	1,53	0,28	9,86	1,78
RH-IX	IX-c	Santa Maria Madalena	0,00	0,00	4,16	0,75	-	-	-	-	4,16	0,75		
RH-IX	IX-c	Trajano de Moraes	-	-	3,85	0,70	0,31	0,06	-	-	4,16	0,75		
RH-IX	IX-c	Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-IX	IX-c	Carapebus	0,01	0,00	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00		
RH-IX	IX-d	Quissamã	1,92	0,35	4,11	0,74	0,37	0,07	-	-	6,41	1,16	48,06	32,08
RH-IX	IX-d	São João da Barra	0,52	0,09	-	-	-	-	-	-	0,52	0,09		
RH-IX	IX-d	Carapebus	0,02	0,00	-	-	-	-	-	-	0,02	0,00		
RH-IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	4,57	0,83	-	-	-	-	36,54	30,00	41,11	30,83		
RH-IX	IX-e	Cambuci	0,00	0,00	0,53	0,10	-	-	-	-	0,53	0,10	905,11	742,66
RH-IX	IX-e	Aperibé	-	-	-	-	-	-	12,03	9,87	12,03	9,87		
RH-IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	-	-	-	-	-	-	394,07	323,49	394,07	323,49		
RH-IX	IX-e	Miracema	-	-	-	-	-	-	498,48	409,20	498,48	409,20		
RH-IX	IX-f	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.562,08	2.091,94
RH-IX	IX-f	Cardoso Moreira	0,66	0,12	2,84	0,51	-	-	168,46	138,29	171,97	138,93		
RH-IX	IX-f	Italva	0,06	0,01	-	-	-	-	670,00	550,00	670,06	550,01		
RH-IX	IX-f	Cambuci	0,02	0,00	2,25	0,41	-	-	-	-	2,27	0,41		
RH-IX	IX-f	Itaperuna	-	-	-	-	-	-	402,00	330,00	402,00	330,00		
RH-IX	IX-f	São José de Ubá	-	-	4,96	0,90	-	-	804,00	660,00	808,96	660,90		
RH-IX	IX-f	Natividade	0,03	0,00	3,46	0,63	-	-	270,68	222,20	274,17	222,83		
RH-IX	IX-f	Laje do Muriaé	-	-	-	-	-	-	134,00	110,00	134,00	110,00		
RH-IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	1,14	0,21	-	-	-	-	9,12	7,49	10,27	7,70		
RH-IX	IX-f	Porciúncula	0,02	0,00	-	-	0,81	0,15	86,22	70,77	87,05	70,92		
RH-IX	IX-f	Varre-Sai	-	-	0,95	0,17	0,39	0,07	-	-	1,34	0,24		

RH	UHP	Município	Cana de Açúcar (ℓ/s)		Olericultura (ℓ/s)		Fruticultura (ℓ/s)		Rizicultura (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH-IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	1,28	0,23	-	-	-	-	10,27	8,43	11,55	8,66	47,88	15,23
RH-IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	2,58	0,47	33,11	5,99	0,64	0,12	-	-	36,33	6,57		
RH-IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	1,36	0,25	-	-	-	-	10,84	8,90	12,20	9,15	135,41	98,04
RH-IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	0,92	0,17	11,81	2,14	0,23	0,04	-	-	12,96	2,34		
RH-IX	IX-h	Porciúncula	0,01	0,00	-	-	0,45	0,08	47,78	39,23	48,25	39,31		
RH-IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	0,05	0,01	-	-	0,75	0,14	56,28	46,20	57,08	46,35		
RH-IX	IX-h	Varre-Sai	-	-	3,50	0,63	1,43	0,26	-	-	4,93	0,89		
Totais			18,12	3,28	434,19	78,55	15,40	2,79	4.313,46	3.540,90	4.781,17	3.625,51	4.781,17	3.625,51

Observação: A vazão 0,00 indica que o primeiro dígito significativo encontra-se após a segunda casa decimal.

13.5. Setor de Criação Animal

Com base em IBGE/Cidades (2012) definiu-se o número de cabeças das principais espécies animais criadas nos municípios do estado, quais sejam, bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muars, suínos, caprinos, ovinos e aves, conforme apresentado no Anexo 8.

Em relação ao número de cabeças, aplicou-se o coeficiente de consumo “*per capita*”, para cada espécie animal, conforme proposto pela ANA (ANA, 2007), de acordo com a tabela 13.5.1.

Tabela 13.5.1 - Coeficientes *per capita* para espécies animais

Espécie Animal	Consumo (l/dia)
Bovino	50
Suíno	12,5
Bubalino	50
Equino	50
Asinino	50
Muar	50
Ovino	10
Caprino	10
Aves*	0,36

No que se refere às vazões de retorno, adotou-se a recomendação da ANA (ANA, 2007) que estabelece a taxa de 20% da vazão captada.

A figura 13.5.1. mostra a distribuição espacial da demanda de água pelo setor de criação animal no estado. Observa-se que a criação animal é mais expressiva nos municípios situados nas RHs Médio Paraíba do Sul, Piabanha, Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

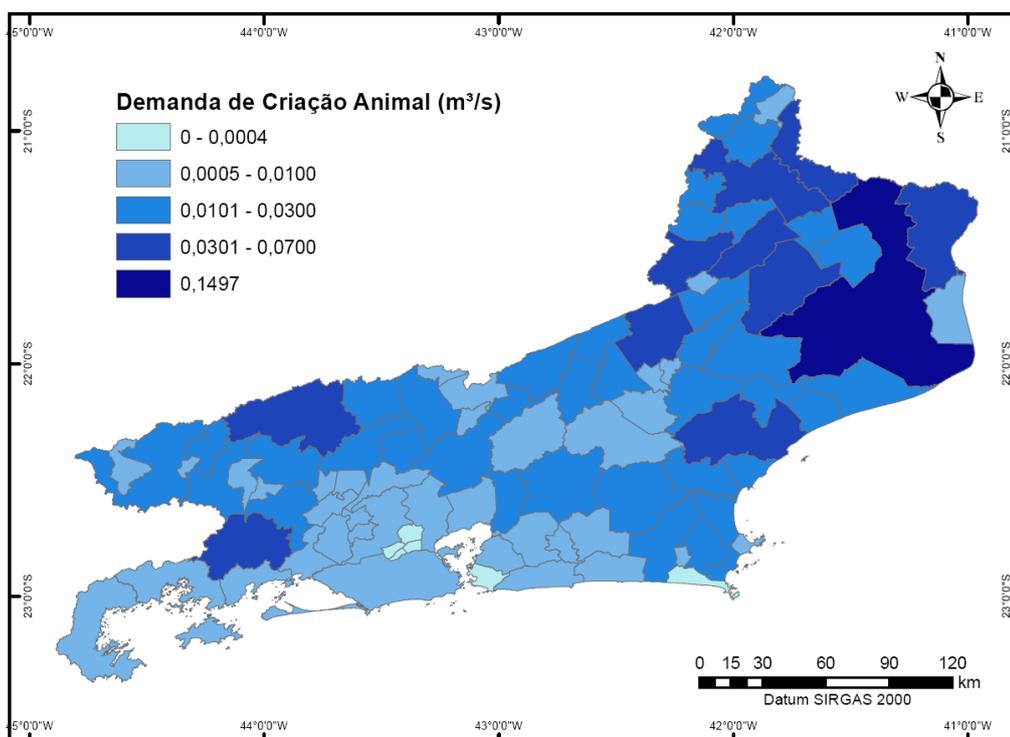


Figura 13.5.1 - Demanda de Água pelo Setor de Criação Animal

A demanda de água calculada para a criação animal é de aproximadamente 1.418 l/s, com vazão de retorno em torno de 284 l/s. Valores inferiores a 0,1 l/s aparecem zerados na tabela. Os resultados obtidos constam da tabela 13.5.2.

Tabela 13.5.2 – Demandas do Setor de Criação Animal e Vazões de Retorno

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-I	I-a	Paraty	1,59	0,32	0,16	0,03	0,06	0,01	0,06	0,01	0,03	0,01	1,90	0,38	1,90	0,38
RH-I	I-b	Paraty	0,49	0,10	0,05	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,58	0,12	1,07	0,21
RH-I	I-b	Angra dos Reis	0,42	0,08	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,49	0,10		
RH-I	I-c	Angra dos Reis	1,51	0,30	0,11	0,02	0,07	0,01	0,05	0,01	0,02	0,00	1,76	0,35	1,76	0,35
RH-I	I-d	Angra dos Reis	0,55	0,11	0,04	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,65	0,13	0,65	0,13
RH-II	II-a	Rio Claro	5,93	1,19	0,35	0,07	0,04	0,01	0,04	0,01	5,02	1,00	11,37	2,27	11,37	2,27
RH-II	II-b	Piraí	8,31	1,66	0,74	0,15	0,26	0,05	0,04	0,01	0,13	0,03	9,47	1,89	18,94	3,79
RH-II	II-b	Rio Claro	4,94	0,99	0,29	0,06	0,03	0,01	0,03	0,01	4,18	0,84	9,47	1,89		
RH-II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	0,71	0,14	0,22	0,04	0,14	0,03	0,01	0,00	1,39	0,28	2,47	0,49	5,73	1,15
RH-II	II-c	Mendes	0,72	0,14	0,19	0,04	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,97	0,19		
RH-II	II-c	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-c	Barra do Piraí	1,38	0,28	0,09	0,02	0,16	0,03	0,00	0,00	0,67	0,13	2,29	0,46	14,15	2,83
RH-II	II-d	Rio Claro	7,38	1,48	0,43	0,09	0,05	0,01	0,05	0,01	6,24	1,25	14,15	2,83		
RH-II	II-e	Itaguaí	1,33	0,27	0,08	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1,45	0,29	21,39	4,28
RH-II	II-e	Seropédica	0,93	0,19	0,09	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,08	0,02	1,15	0,23		
RH-II	II-e	Queimados	0,87	0,17	0,17	0,03	0,07	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	1,15	0,23		
RH-II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	0,30	0,06	0,09	0,02	0,06	0,01	0,00	0,00	0,58	0,12	1,04	0,21		
RH-II	II-e	Japeri	1,24	0,25	0,11	0,02	0,18	0,04	0,02	0,00	0,02	0,00	1,57	0,31		
RH-II	II-e	Paracambi	2,69	0,54	0,21	0,04	0,15	0,03	0,11	0,02	0,03	0,01	3,19	0,64		
RH-II	II-e	Piraí	2,39	0,48	0,21	0,04	0,07	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	2,72	0,54		
RH-II	II-e	Miguel Pereira	7,54	1,51	0,20	0,04	0,35	0,07	0,01	0,00	0,01	0,00	8,12	1,62		
RH-II	II-e	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-e	Nova Iguaçu	0,83	0,17	0,10	0,02	0,03	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	1,01	0,20		

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-II	II-f	Mangaratiba	2,62	0,52	0,15	0,03	0,06	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	2,85	0,57	5,63	1,13
RH-II	II-f	Itaguaí	2,55	0,51	0,15	0,03	0,07	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	2,78	0,56		
RH-II	II-g	Itaguaí	2,67	0,53	0,15	0,03	0,07	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	2,92	0,58	7,81	1,56
RH-II	II-g	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-II	II-g	Seropédica	3,94	0,79	0,40	0,08	0,11	0,02	0,11	0,02	0,33	0,07	4,89	0,98		
RH-II	II-h	Mangaratiba	0,49	0,10	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,11	5,47	1,09
RH-II	II-h	Rio de Janeiro	3,30	0,66	0,77	0,15	0,29	0,06	0,22	0,04	0,10	0,02	4,69	0,94		
RH-II	II-h	Nova Iguaçu	0,21	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,25	0,05		
RH-III	III-a	Piraí	2,89	0,58	0,26	0,05	0,09	0,02	0,02	0,00	0,05	0,01	3,29	0,66	31,32	6,26
RH-III	III-a	Resende	6,71	1,34	0,68	0,14	0,20	0,04	0,01	0,00	0,04	0,01	7,64	1,53		
RH-III	III-a	Porto Real	0,58	0,12	0,04	0,01	0,08	0,02	-	-	-	-	0,70	0,14		
RH-III	III-a	Barra Mansa	10,60	2,12	0,51	0,10	0,24	0,05	0,03	0,01	0,46	0,09	11,84	2,37		
RH-III	III-a	Volta Redonda	2,00	0,40	0,11	0,02	0,10	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	2,24	0,45		
RH-III	III-a	Pinheiral	2,29	0,46	0,20	0,04	0,11	0,02	0,02	0,00	0,06	0,01	2,69	0,54		
RH-III	III-a	Barra do Piraí	1,75	0,35	0,11	0,02	0,20	0,04	0,01	0,00	0,84	0,17	2,91	0,58		
RH-III	III-b	Itatiaia	2,37	0,47	0,27	0,05	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,72	0,54	50,13	10,03
RH-III	III-b	Resende	8,30	1,66	0,84	0,17	0,24	0,05	0,02	0,00	0,05	0,01	9,46	1,89		
RH-III	III-b	Quatis	8,13	1,63	0,26	0,05	0,07	0,01	0,00	0,00	0,07	0,01	8,53	1,71		
RH-III	III-b	Barra Mansa	6,92	1,38	0,34	0,07	0,15	0,03	0,02	0,00	0,30	0,06	7,73	1,55		
RH-III	III-b	Volta Redonda	2,73	0,55	0,15	0,03	0,13	0,03	0,04	0,01	0,02	0,00	3,06	0,61		
RH-III	III-b	Barra do Piraí	11,19	2,24	0,73	0,15	1,27	0,25	0,04	0,01	5,40	1,08	18,63	3,73		

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)		
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno					
RH-III	III-c	Mendes	0,22	0,04	0,06	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,06	43,54	8,71
RH-III	III-c	Miguel Pereira	1,09	0,22	0,03	0,01	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,17	0,23			
RH-III	III-c	Vassouras	21,73	4,35	1,66	0,33	0,56	0,11	0,05	0,01	2,95	0,59	26,94	5,39			
RH-III	III-c	Paty do Alferes	7,16	1,43	0,77	0,15	0,11	0,02	0,02	0,00	1,10	0,22	9,16	1,83			
RH-III	III-c	Paraíba do Sul	4,55	0,91	0,20	0,04	0,04	0,01	0,07	0,01	0,47	0,09	5,34	1,07			
RH-III	III-c	Três Rios	0,44	0,09	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,14	0,03	0,64	0,13			
RH-III	III-d	Valença	6,08	1,22	0,23	0,05	0,09	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	6,42	1,28	23,88	4,78	
RH-III	III-d	Rio das Flores	6,10	1,22	0,34	0,07	0,13	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	6,61	1,32			
RH-III	III-d	Comendador Levy Gasparian	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02			
RH-III	III-d	Barra do Piráí	2,06	0,41	0,13	0,03	0,23	0,05	0,01	0,00	1,00	0,20	3,43	0,69			
RH-III	III-d	Paraíba do Sul	5,40	1,08	0,24	0,05	0,05	0,01	0,09	0,02	0,56	0,11	6,34	1,27			
RH-III	III-d	Três Rios	0,66	0,13	0,05	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,21	0,04	0,97	0,19			
RH-III	III-e1	Itatiaia	0,52	0,10	0,06	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,12	59,77	11,95	
RH-III	III-e1	Resende	2,35	0,47	0,24	0,05	0,07	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	2,68	0,54			
RH-III	III-e1	Quatis	2,88	0,58	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	3,02	0,60			
RH-III	III-e1	Rio das Flores	0,85	0,17	0,05	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,18			
RH-III	III-e1	Valença	20,10	4,02	0,75	0,15	0,30	0,06	0,02	0,00	0,06	0,01	21,22	4,24			
RH-III	III-e2	Rio das Flores	2,05	0,41	0,11	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,22	0,44			
RH-III	III-e2	Barra do Piráí	1,24	0,25	0,08	0,02	0,14	0,03	0,00	0,00	0,60	0,12	2,07	0,41			
RH-III	III-e2	Valença	18,78	3,76	0,70	0,14	0,28	0,06	0,02	0,00	0,06	0,01	19,83	3,97			
RH-III	III-e3	Rio das Flores	5,08	1,02	0,28	0,06	0,10	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	5,50	1,10			
RH-III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	0,09	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02			
RH-III	III-e3	Paraíba do Sul	1,36	0,27	0,06	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,14	0,03	1,59	0,32			
RH-III	III-f	Comendador Levy Gasparian	0,73	0,15	0,17	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,19	1,38	0,28	
RH-III	III-f	Três Rios	0,31	0,06	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,10	0,02	0,45	0,09			

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-IV	IV-a	Paty do Alferes	0,91	0,18	0,10	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	1,17	0,23	39,07	7,81
RH-IV	IV-a	Paraíba do Sul	3,74	0,75	0,17	0,03	0,03	0,01	0,06	0,01	0,39	0,08	4,38	0,88		
RH-IV	IV-a	Três Rios	0,88	0,18	0,06	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,28	0,06	1,28	0,26		
RH-IV	IV-a	Areal	1,72	0,34	0,38	0,08	0,05	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	2,21	0,44		
RH-IV	IV-a	Teresópolis	3,88	0,78	0,66	0,13	0,19	0,04	0,24	0,05	2,28	0,46	7,25	1,45		
RH-IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	1,89	0,38	0,32	0,06	0,21	0,04	0,06	0,01	8,88	1,78	11,36	2,27		
RH-IV	IV-a	Petrópolis	3,63	0,73	2,64	0,53	1,09	0,22	0,38	0,08	3,69	0,74	11,42	2,28		
RH-IV	IV-b	Três Rios	2,38	0,48	0,17	0,03	0,08	0,02	0,09	0,02	0,76	0,15	3,49	0,70	54,96	10,99
RH-IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	0,38	0,08	0,06	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	1,77	0,35	2,27	0,45		
RH-IV	IV-b	Sumidouro	10,56	2,11	0,47	0,09	0,11	0,02	0,02	0,00	0,06	0,01	11,22	2,24		
RH-IV	IV-b	Carmo	12,68	2,54	0,83	0,17	0,11	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	13,65	2,73		
RH-IV	IV-b	Sapucaia	18,52	3,70	0,27	0,05	0,10	0,02	0,03	0,01	5,43	1,09	24,34	4,87		
RH-V	V-a	Magé	2,31	0,46	0,40	0,08	0,19	0,04	0,04	0,01	0,08	0,02	3,02	0,60	7,75	1,55
RH-V	V-a	Duque de Caxias	2,45	0,49	0,37	0,07	0,16	0,03	0,08	0,02	0,04	0,01	3,09	0,62		
RH-V	V-a	Belford Roxo	0,16	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,24	0,05		
RH-V	V-a	Mesquita	0,06	0,01	0,02	0,00	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,15	0,03		
RH-V	V-a	São João de Meriti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Nilópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-V	V-a	Nova Iguaçu	1,04	0,21	0,12	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	1,25	0,25		
RH-V	V-b	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-V	V-c1	São João de Meriti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-V	V-c1	Duque de Caxias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-V	V-c1	Nilópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RH-V	V-c1	Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-V	V-d1	Itaboraí	0,52	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,57	0,11	49,79	9,96
RH-V	V-d1	Guapimirim	3,84	0,77	0,41	0,08	0,18	0,04	0,02	0,00	0,03	0,01	4,47	0,89		
RH-V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	15,23	3,05	1,50	0,30	0,37	0,07	0,22	0,04	0,01	0,00	17,33	3,47		
RH-V	V-d2	Niterói	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01		
RH-V	V-d2	São Gonçalo	2,20	0,44	0,17	0,03	0,06	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	2,49	0,50		
RH-V	V-d2	Itaboraí	4,38	0,88	0,31	0,06	0,02	0,00	0,05	0,01	0,03	0,01	4,79	0,96		
RH-V	V-d2	Tanguá	3,37	0,67	0,18	0,04	0,09	0,02	0,06	0,01	0,04	0,01	3,74	0,75		
RH-V	V-d2	Guapimirim	7,77	1,55	0,83	0,17	0,36	0,07	0,03	0,01	0,05	0,01	9,05	1,81		
RH-V	V-d2	Magé	3,19	0,64	0,55	0,11	0,26	0,05	0,06	0,01	0,10	0,02	4,17	0,83		
RH-V	V-d2	Rio Bonito	2,78	0,56	0,15	0,03	0,05	0,01	0,08	0,02	0,07	0,01	3,14	0,63		
RH-V	V-e1	Niterói	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	2,48	0,50
RH-V	V-e2	Maricá	2,10	0,42	0,22	0,04	0,06	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	2,45	0,49		
RH-VI	VI-a1	Rio Bonito	3,77	0,75	0,20	0,04	0,07	0,01	0,11	0,02	0,10	0,02	4,25	0,85	62,37	12,47
RH-VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	0,88	0,18	0,09	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,20		
RH-VI	VI-a1	Silva Jardim	9,78	1,96	0,39	0,08	0,15	0,03	0,13	0,03	0,03	0,01	10,48	2,10		
RH-VI	VI-a1	Araruama	7,97	1,59	1,04	0,21	0,06	0,01	0,19	0,04	0,14	0,03	9,41	1,88		
RH-VI	VI-a2	Silva Jardim	1,47	0,29	0,06	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	1,58	0,32		
RH-VI	VI-a2	Araruama	5,25	1,05	0,68	0,14	0,04	0,01	0,12	0,02	0,09	0,02	6,19	1,24		
RH-VI	VI-a2	Cabo Frio	7,89	1,58	0,54	0,11	0,06	0,01	0,08	0,02	0,05	0,01	8,62	1,72		
RH-VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	19,35	3,87	0,78	0,16	0,15	0,03	0,10	0,02	0,03	0,01	20,40	4,08		
RH-VI	VI-a2	Rio das Ostras	0,42	0,08	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,09		
RH-VI	VI-b	Araruama	3,30	0,66	0,43	0,09	0,03	0,01	0,08	0,02	0,06	0,01	3,89	0,78	20,03	4,01
RH-VI	VI-b	Cabo Frio	5,22	1,04	0,36	0,07	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	5,70	1,14		
RH-VI	VI-b	Iguaba Grande	0,78	0,16	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,83	0,17		
RH-VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	9,08	1,82	0,30	0,06	0,02	0,00	0,18	0,04	0,02	0,00	9,60	1,92		

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinós e Muaras		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-VI	VI-c	Araruama	7,50	1,50	0,98	0,20	0,06	0,01	0,18	0,04	0,13	0,03	8,85	1,77	27,91	5,58
RH-VI	VI-c	Cabo Frio	4,26	0,85	0,29	0,06	0,03	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	4,66	0,93		
RH-VI	VI-c	Armação dos Búzios	0,83	0,17	0,24	0,05	0,10	0,02	0,08	0,02	0,04	0,01	1,30	0,26		
RH-VI	VI-c	Saquarema	6,29	1,26	0,41	0,08	0,02	0,00	0,06	0,01	0,09	0,02	6,87	1,37		
RH-VI	VI-c	Iguaba Grande	1,60	0,32	0,08	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	1,71	0,34		
RH-VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	4,29	0,86	0,14	0,03	0,01	0,00	0,08	0,02	0,01	0,00	4,53	0,91		
RH-VI	VI-c	Arraial do Cabo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VII	VII-a	Bom Jardim	8,83	1,77	0,60	0,12	0,15	0,03	0,02	0,00	0,19	0,04	9,79	1,96	100,39	20,08
RH-VII	VII-a	Duas Barras	8,80	1,76	0,53	0,11	0,23	0,05	0,23	0,05	0,05	0,01	9,84	1,97		
RH-VII	VII-a	Cordeiro	4,34	0,87	0,27	0,05	0,41	0,08	0,03	0,01	0,03	0,01	5,09	1,02		
RH-VII	VII-a	Macuco	3,53	0,71	0,16	0,03	0,10	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	3,82	0,76		
RH-VII	VII-a	Cantagalo	10,58	2,12	0,60	0,12	0,10	0,02	0,05	0,01	0,01	0,00	11,35	2,27		
RH-VII	VII-a	Itaocara	9,77	1,95	0,43	0,09	0,08	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	10,32	2,06		
RH-VII	VII-a	São Sebastião do Alto	17,94	3,59	1,61	0,32	0,25	0,05	0,05	0,01	0,09	0,02	19,95	3,99		
RH-VII	VII-a	Nova Friburgo	2,52	0,50	0,47	0,09	0,70	0,14	0,12	0,02	0,08	0,02	3,89	0,78		
RH-VII	VII-a	Santa Maria Madalena	7,40	1,48	0,43	0,09	0,07	0,01	0,04	0,01	0,10	0,02	8,04	1,61		
RH-VII	VII-a	São Fidélis	10,89	2,18	0,33	0,07	0,13	0,03	0,04	0,01	0,03	0,01	11,42	2,28		
RH-VII	VII-a	Trajano de Moraes	5,70	1,14	0,87	0,17	0,22	0,04	0,03	0,01	0,08	0,02	6,89	1,38		
RH-VII	VII-b	Carmo	3,07	0,61	0,20	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,66	34,56	6,91
RH-VII	VII-b	Duas Barras	1,21	0,24	0,07	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	1,36	0,27		
RH-VII	VII-b	Cantagalo	20,63	4,13	1,18	0,24	0,20	0,04	0,10	0,02	0,02	0,00	22,13	4,43		
RH-VII	VII-b	Itaocara	7,36	1,47	0,33	0,07	0,06	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	7,77	1,55		
RH-VII	VII-c1	Itaocara	8,49	1,70	0,38	0,08	0,07	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	8,96	1,79	29,59	5,92
RH-VII	VII-c1	São Fidélis	3,10	0,62	0,09	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	3,25	0,65		

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (ℓ/s)										Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-VII	VII-c2	São Fidélis	16,56	3,31	0,50	0,10	0,20	0,04	0,06	0,01	0,04	0,01	17,37	3,47		
RH-VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	5,99	1,20	0,24	0,05	0,05	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	6,31	1,26	72,99	14,60
RH-VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	1,42	0,28	0,27	0,05	0,40	0,08	0,07	0,01	0,04	0,01	2,20	0,44		
RH-VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	2,12	0,42	0,06	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,24	0,45		
RH-VIII	VIII-a1	Macaé	52,52	10,50	1,70	0,34	0,19	0,04	0,09	0,02	0,06	0,01	54,56	10,91		
RH-VIII	VIII-a1	Conceição do Macabu	3,24	0,65	0,08	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	3,34	0,67		
RH-VIII	VIII-a1	Carapebus	2,39	0,48	0,21	0,04	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	2,66	0,53		
RH-VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	1,60	0,32	0,05	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	0,34		
RH-VIII	VIII-a2	Macaé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH-VIII	VIII-b	Rio das Ostras	8,11	1,62	0,24	0,05	0,16	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	8,54	1,71	8,54	1,71
RH-IX	IX-a1	Aperibé	3,69	0,74	0,27	0,05	0,12	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	4,14	0,83	37,92	7,58
RH-IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	5,83	1,17	0,60	0,12	0,08	0,02	0,01	0,00	0,04	0,01	6,56	1,31		
RH-IX	IX-a2	São Fidélis	11,47	2,29	0,35	0,07	0,14	0,03	0,04	0,01	0,03	0,01	12,03	2,41		
RH-IX	IX-a2	Cardoso Moreira	2,94	0,59	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	3,01	0,60		
RH-IX	IX-a2	Cambuci	11,26	2,25	0,78	0,16	0,06	0,01	0,08	0,02	0,01	0,00	12,19	2,44		
RH-IX	IX-b	Santa Maria Madalena	10,71	2,14	0,62	0,12	0,11	0,02	0,05	0,01	0,15	0,03	11,64	2,33	32,71	6,54
RH-IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	20,11	4,02	0,68	0,14	0,14	0,03	0,10	0,02	0,05	0,01	21,07	4,21		
RH-IX	IX-c	Quissamã	3,98	0,80	0,18	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	4,18	0,84	29,22	5,84
RH-IX	IX-c	Santa Maria Madalena	3,69	0,74	0,21	0,04	0,04	0,01	0,02	0,00	0,05	0,01	4,01	0,80		
RH-IX	IX-c	Trajano de Moraes	4,74	0,95	0,72	0,14	0,18	0,04	0,02	0,00	0,07	0,01	5,73	1,15		
RH-IX	IX-c	Conceição do Macabu	11,55	2,31	0,28	0,06	0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00	11,93	2,39		
RH-IX	IX-c	Carapebus	3,02	0,60	0,26	0,05	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	3,36	0,67		
RH-IX	IX-d	Quissamã	16,62	3,32	0,74	0,15	0,07	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	17,46	3,49	106,89	21,38
RH-IX	IX-d	São João da Barra	9,17	1,83	0,29	0,06	0,04	0,01	0,10	0,02	0,01	0,00	9,61	1,92		
RH-IX	IX-d	Carapebus	8,48	1,70	0,73	0,15	0,08	0,02	0,11	0,02	0,04	0,01	9,44	1,89		
RH-IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	67,15	13,43	2,27	0,45	0,46	0,09	0,33	0,07	0,15	0,03	70,37	14,07		

RH	UHP	Município	Demandas por Município e por Setor de Criação Animal por Espécie (€/s)										Total por Município (€/s)		Total por UHP (€/s)	
			Bovinos, Bubalinos		Equinos, Asisinos e Muares		Suínos		Caprinos e Ovinos		Aves		Captação	Retorno	Captação	Retorno
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno				
RH-IX	IX-e	Cambuci	3,56	0,71	0,25	0,05	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	3,85	0,77	51,65	10,33
RH-IX	IX-e	Aperibé	3,01	0,60	0,22	0,04	0,10	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	3,37	0,67		
RH-IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	23,84	4,77	2,44	0,49	0,34	0,07	0,04	0,01	0,14	0,03	26,81	5,36		
RH-IX	IX-e	Miracema	16,37	3,27	0,67	0,13	0,36	0,07	0,03	0,01	0,18	0,04	17,61	3,52		
RH-IX	IX-f	São Fidélis	4,34	0,87	0,13	0,03	0,05	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	4,56	0,91	207,93	41,59
RH-IX	IX-f	Cardoso Moreira	25,90	5,18	0,43	0,09	0,05	0,01	0,07	0,01	0,01	0,00	26,46	5,29		
RH-IX	IX-f	Italva	15,34	3,07	1,26	0,25	0,26	0,05	0,08	0,02	0,11	0,02	17,04	3,41		
RH-IX	IX-f	Cambuci	15,11	3,02	1,05	0,21	0,08	0,02	0,11	0,02	0,01	0,00	16,36	3,27		
RH-IX	IX-f	Itaperuna	66,03	13,21	1,90	0,38	0,42	0,08	0,42	0,08	0,11	0,02	68,88	13,78		
RH-IX	IX-f	São José de Ubá	13,02	2,60	0,69	0,14	0,73	0,15	0,28	0,06	0,05	0,01	14,77	2,95		
RH-IX	IX-f	Natividade	20,94	4,19	0,36	0,07	0,06	0,01	0,03	0,01	0,07	0,01	21,45	4,29		
RH-IX	IX-f	Laje do Muriaé	11,11	2,22	0,47	0,09	0,18	0,04	0,05	0,01	0,03	0,01	11,84	2,37		
RH-IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	16,77	3,35	0,57	0,11	0,12	0,02	0,08	0,02	0,04	0,01	17,57	3,51		
RH-IX	IX-f	Porciúncula	7,39	1,48	0,30	0,06	0,08	0,02	0,06	0,01	0,03	0,01	7,86	1,57		
RH-IX	IX-f	Varre-Sai	1,03	0,21	0,05	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	1,15	0,23		
RH-IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	18,87	3,77	0,64	0,13	0,13	0,03	0,09	0,02	0,04	0,01	19,77	3,95	56,13	11,23
RH-IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	34,71	6,94	1,04	0,21	0,26	0,05	0,31	0,06	0,04	0,01	36,35	7,27		
RH-IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	19,92	3,98	0,67	0,13	0,14	0,03	0,10	0,02	0,05	0,01	20,88	4,18	79,30	15,86
RH-IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	12,38	2,48	0,37	0,07	0,09	0,02	0,11	0,02	0,01	0,00	12,97	2,59		
RH-IX	IX-h	Porciúncula	4,10	0,82	0,17	0,03	0,05	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	4,36	0,87		
RH-IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	35,33	7,07	0,98	0,20	0,37	0,07	0,12	0,02	0,05	0,01	36,85	7,37		
RH-IX	IX-h	Varre-Sai	3,77	0,75	0,20	0,04	0,17	0,03	0,05	0,01	0,05	0,01	4,24	0,85		
TOTAIS			1.253,99	250,80	70,82	14,16	22,37	4,47	9,30	1,86	61,59	12,32	1.418,07	283,61	1.418,07	283,61

13.6. Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas são responsáveis pelas parcelas referentes ao escoamento de base dos cursos d'água e constituem uma reserva estratégica. Nas últimas décadas a utilização das águas subterrâneas foi crescente em todo o estado do Rio de Janeiro, quer pela facilidade na captação, pois localmente pode apresentar vantagens em relação aos mananciais de superfície, quer pela inexistência ou ineficiência do fornecimento convencional de água pelas concessionárias. Estima-se que existam em operação no estado do Rio de Janeiro mais de quatro mil poços tubulares profundos¹⁶. Além disso, como as águas subterrâneas geralmente apresentam melhor proteção contra os agentes poluidores são uma boa alternativa para soluções locais e emergenciais de abastecimento.

13.6.1. Estimativas do Número de Poços

De acordo com antigos relatórios da empresa de perfuração de poços tubulares profundos T. JANER (1974), até o ano de 1973 já havia sido identificado no estado mais de 1.607 poços. Estimativas realizadas por MENTE (2008) apontam que o estado do Rio de Janeiro teria até o ano de 1983 entre 1.001 e 3.000 poços perfurados.

Mansur e Martins (2003) estimaram a existência de 25.000 poços. Entretanto, para Erthal e Mansur (2003) existem entre 3.500 a 5.000 poços em todo o estado do Rio de Janeiro.

Como visto no item anterior foram identificados pelo Inea e no Projeto Rio de Janeiro 2.249 poços profundos, ou seja, um número inferior às estimativas realizadas por alguns dos estudos citados anteriormente.

Diante do exposto, fica notória a dificuldade em precisar o número de poços profundos em operação no estado do Rio de Janeiro. Entretanto, sem definir um número provável de poços não é possível determinar o balanço hídrico dos aquíferos estaduais. Para tanto, foi estimado, como margem de segurança, a existência de 4.498 poços tubulares profundos em operação no estado, ou seja, o dobro do número de poços cadastrados pelo Inea e CPRM (R3-B – Temas Técnicos Estratégicos. RT-06 - Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses).

13.6.1.1. Exploração atual em Poços tubulares

Com base no cadastramento de poços apresentados no capítulo 12 foi possível determinar o consumo de água subterrânea cadastrado no estado do Rio de Janeiro. A tabela 13.6.1.1.1 apresenta as vazões médias identificadas nos processos do Inea (coluna A), cadastramento da CPRM (coluna B) e, a soma das vazões dos dois cadastros (coluna C).

¹⁶ R3-B – Temas Técnicos Estratégicos. RT-06 - Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses.

Tabela 13.6.1.1.1 - Vazões obtidas nos cadastros Inea e CPRM, por RH

RH	Vazão Média (m ³ /hora)	Nº Total de Poços (Inea)	(A) Vazões Produzidas	Nº Total de Poços (CPRM)	(B) Vazões Produzidas	(C) Vazões A + B
RH-I	5	2	1	32	160	170
RH-II	5,81	72	418,32	123	714,63	1132,95
RH-III	10,59	60	635,4	209	2.213,31	2848,71
RH-IV	11,02	45	495,9	193	2.126,86	2622,76
RH-V	5,08	414	2.103,12	618	3.139,44	5.242,56
RH-VI	3,84	3	11,52	53	203,52	215,04
RH-VII	4,61	9	41,49	101	465,61	507,1
RH-VIII	3,53	20	70,6	9	31,77	102,37
RH-IX	18,15	9	163,35	277	4.846,05	5.009,40
Total	-----	634	3.777,35	1615	13.901,19	17.850,89

De acordo com a tabela 13.6.1.1.1, a vazão produzida pelos poços cadastrados soma 17.850,89 m³/h ou 4,91 m³/s, utilizando a média de 7,2 m³/hora. Adotando a margem de segurança referida no item anterior chegamos a uma vazão explotada de 9,82 m³/s.

Essa vazão já inclui o volume de água captada pelos serviços públicos de abastecimento de água que abastecem dezenas de localidades do estado, que é estimado pela Fundação CEPERJ em mais de 4,6 m³/s.

13.6.1.2. Poços domésticos, rasos, escavados e outras fontes de abastecimento

Outra importante forma de captação de água subterrânea, normalmente considerada uso insignificante, são os poços rasos e/ou minas d'água utilizadas para uso domiciliar.

De acordo com o Censo 2010, existem mais de quinhentos mil domicílios captando água através de poços caseiros (poços do tipo cacimba, poços ponteira, poços caipiras e outras modalidades) e em fontes e minas d'água no próprio terreno. Se considerarmos a média de quatro habitantes por domicílio e a utilização de pelo menos 100 litros diários de água por habitante (SABESP, 2010; AGÊNCIA BRASIL, 2009), teremos um consumo em fontes alternativas de aproximadamente 2,31 m³/s.

Convém ressaltar que esse volume é considerável quando comparado ao volume total de água subterrânea captada através de poços profundos cadastrados (4,96 m³/s) e indica a necessidade da inserção desse tipo de captação na gestão dos recursos hídricos, pois ainda que sejam individualmente insignificantes, podem ser expressivos conjuntamente em certas localidades, tanto pela ausência e/ou intermitência dos sistemas de abastecimento convencionais, como por razões culturais.

Por falta de informações não foi possível estimar o volume de água subterrânea captada para a irrigação. Entretanto, é importante advertir que a captação de água subterrânea realizada em poços rasos é a mais utilizada em certas áreas agrícolas do estado.

A tabela 13.6.1.2.1 resume as estimativas de exploração de águas subterrâneas no estado do Rio de Janeiro considerando as projeções apresentadas nos itens anteriores

Tabela 13.6.1.2.1 - Estimativa de exploração de águas subterrâneas no estado do Rio de Janeiro

Estimativa do volume explorado de águas subterrâneas (m ³ /s)				
Poços profundos (Inea)	Poços profundos (CPRM)	Poços profundos não cadastrados	Poços rasos	Total
1,05	3,86	4,91	2,31	12,13

13.7 Consolidação das Demandas

Como pode ser observado no gráfico da figura 13.7.1, os setores industrial e de abastecimento humano são os usos de maior demanda no estado, respondendo por 47,6% e 47,2%, respectivamente. Os setores de agricultura, mineração e criação animal utilizam parcelas bem menos significativas da disponibilidade hídrica do Estado, respectivamente, 3,2%, 1,1% e 0,96%.

Observa-se que o suprimento é feito principalmente por mananciais superficiais embora cerca de 12% seja proveniente de aquíferos subterrâneos, de acordo com a estimativa apresentada no item 13.6 - Águas Subterrâneas.

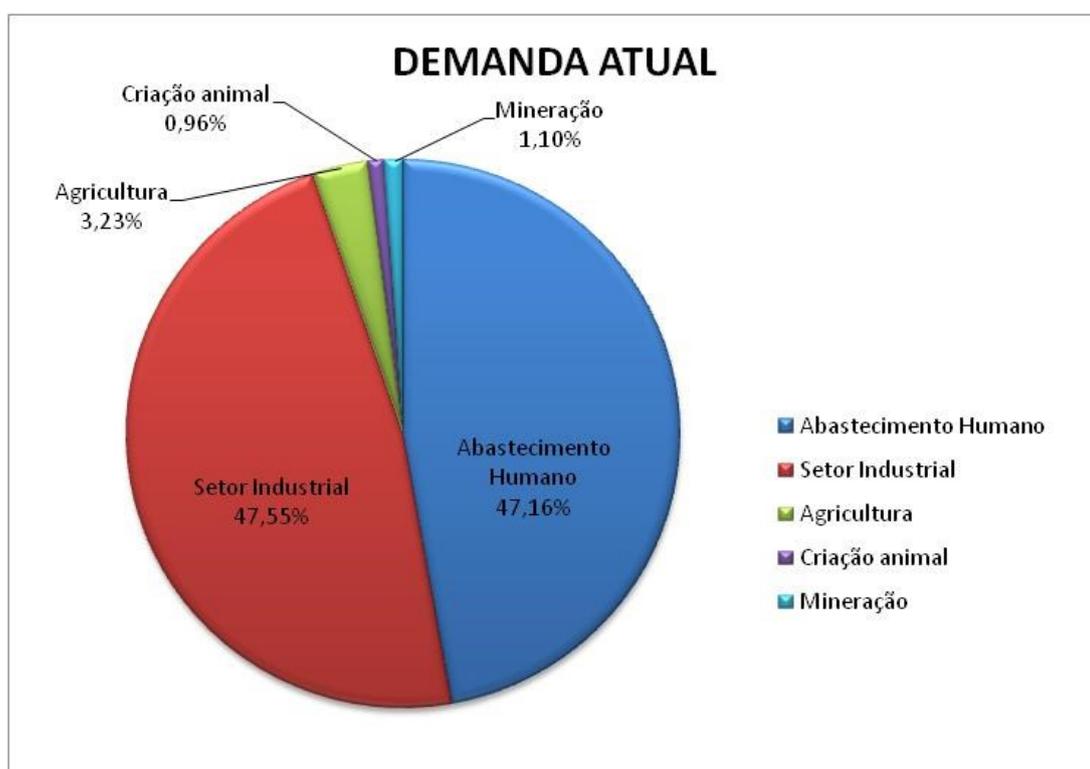


Figura 13.7.1 - Distribuição Setorial das Demandas

A distribuição espacial das demandas totais é observada na figura 13.7.2. Nota-se que o município do Rio de Janeiro, isoladamente, é o maior usuário de água, seguido por municípios situados no vale do médio Paraíba do Sul e nas regiões serrana e norte-noroeste do estado.

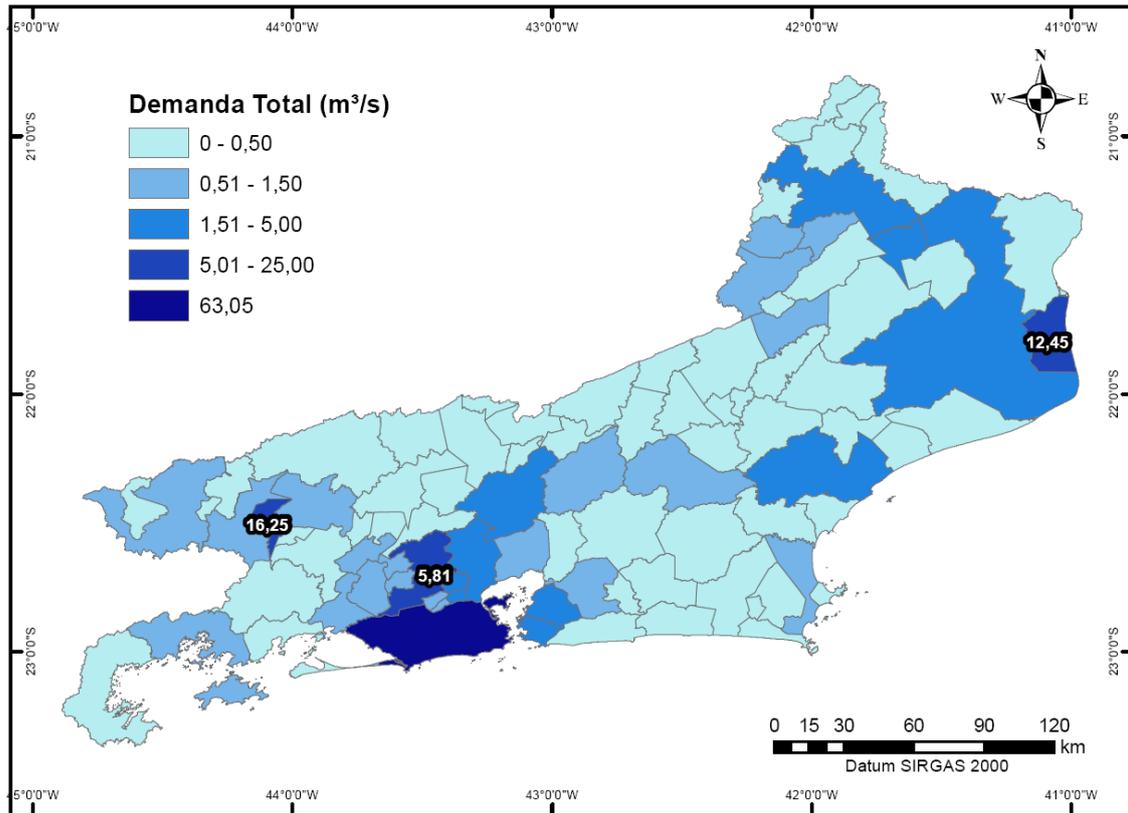


Figura 13.7.2 - Demandas Totais no Estado

A demanda total de água para os usos consuntivos avaliados é de cerca de 148 m³/s, com vazão de retorno de aproximadamente 100 m³/s. Os resultados obtidos constam da tabela 13.7.1.

Tabela 13.7.1 - Consolidação das demandas

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH I	I-a	Paraty	104,71	79,49	4,72	0,72	-	-	0,01	0,00	1,90	0,38	111,34	80,60	111,34	80,60
RH I	I-b	Paraty	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,58	0,12	0,59	0,12	97,98	85,80
RH I	I-b	Angra dos Reis	-	-	-	-	83,33	74,44	13,57	11,14	0,49	0,10	97,39	85,68		
RH I	I-c	Angra dos Reis	575,98	458,08	-	-	-	-	48,88	40,12	1,76	0,35	626,61	498,56	626,61	498,56
RH I	I-d	Angra dos Reis	-	-	-	-	-	-	17,95	14,74	0,65	0,13	18,60	14,87	18,60	14,87
RH II	II-a	Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	11,37	2,27	11,37	2,27	11,37	2,27
RH II	II-b	Piraí	69,61	53,31	1,22	145,22	-	-	-	-	9,47	1,89	80,30	200,42	132,78	235,39
RH II	II-b	Rio Claro	40,23	30,60	-	-	2,77	2,48	-	-	9,47	1,89	52,47	34,97		
RH II	II-c	Engenheiro Paulo de Frontin	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	2,47	0,49	2,47	0,49	240,05	443,42
RH II	II-c	Mendes	48,74	38,89	-	-	-	-	-	-	0,97	0,19	49,71	39,08		
RH II	II-c	Piraí	-	-	-	255,56	-	-	-	-	-	-	-	255,56		
RH II	II-c	Barra do Piraí	177,21	141,77	8,33	6,06	0,04	-	0,00	0,00	2,29	0,46	187,87	148,29		
RH II	II-d	Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	14,15	2,83	14,15	2,83	14,15	2,83
RH II	II-e	Itaguaí	-	-	388,89	166,67	-	-	0,29	0,05	1,45	0,29	390,63	167,01	37.035,81	7.691,01
RH II	II-e	Seropédica	-	-	1.096,56	91,30	0,97	-	0,80	0,15	1,15	0,23	1.099,48	91,67		
RH II	II-e	Queimados	602,51	481,91	271,42	8,53	-	-	-	-	1,15	0,23	875,08	490,67		
RH II	II-e	Engenheiro Paulo de Frontin	27,84	20,66	-	-	-	-	0,00	0,00	1,04	0,21	28,88	20,87		
RH II	II-e	Japeri	421,58	337,21	228,16	56,00	0,17	-	3,62	0,66	1,57	0,31	655,10	394,18		
RH II	II-e	Paracambi	137,16	107,36	414,17	111,11	10,42	8,33	0,53	0,10	3,19	0,64	565,47	227,54		
RH II	II-e	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	2,72	0,54	2,72	0,54		
RH II	II-e	Miguel Pereira	-	-	0,22	-	-	-	-	-	8,12	1,62	8,34	1,62		
RH II	II-e	Rio de Janeiro	-	-	31.578,94	6.296,47	-	-	-	-	-	-	31.578,94	6.296,47		
RH II	II-e	Nova Iguaçu	-	-	1.828,89	-	-	-	1,27	0,23	1,01	0,20	1.831,17	0,43		
RH II	II-f	Mangaratiba	106,57	83,38	-	-	-	-	1,71	0,31	2,85	0,57	111,13	84,26	119,15	984,91
RH II	II-f	Itaguaí	-	-	4,67	900,00	-	-	0,56	0,10	2,78	0,56	8,02	900,66		

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH II	II-g	Itaguaí	426,79	339,32	-	-	-	-	0,59	0,11	2,92	0,58	430,31	340,01	848,22	656,63
RH II	II-g	Rio de Janeiro	-	-	54,85	102,76	-	-	-	-	-	-	54,85	102,76		
RH II	II-g	Seropédica	255,04	197,96	8,37	-	91,35	14,31	3,42	0,62	4,89	0,98	363,06	213,87		
RH II	II-h	Mangaratiba	-	-	-	-	-	-	0,32	0,06	0,53	0,11	0,85	0,16	5.454,87	22.703,34
RH II	II-h	Rio de Janeiro	5.381,00	4.304,64	51,25	18.061,17	-	-	16,51	2,99	4,69	0,94	5.453,45	22.369,74		
RH II	II-h	Nova Iguaçu	-	-	-	333,33	-	-	0,32	0,06	0,25	0,05	0,57	333,44		
RH III	III-a	Piraí	-	-	-	-	-	-	-	-	3,29	0,66	3,29	0,66	19.244,07	12.533,94
RH III	III-a	Resende	444,68	352,51	715,23	71,94	8,68	8,68	0,01	0,00	7,64	1,53	1.176,24	434,67		
RH III	III-a	Porto Real	39,83	31,83	112,29	35,22	-	-	-	-	0,70	0,14	152,82	67,18		
RH III	III-a	Barra Mansa	805,51	643,19	289,73	325,07	68,06	0,08	-	-	11,84	2,37	1.175,14	970,71		
RH III	III-a	Volta Redonda	1.180,41	944,28	15.007,30	9.915,43	-	-	0,00	0,00	2,24	0,45	16.189,95	10.860,15		
RH III	III-a	Pinheiral	73,36	57,69	0,22	-	-	-	-	-	2,69	0,54	76,27	58,22		
RH III	III-a	Barra do Piraí	177,21	141,77	290,22	-	-	-	0,00	0,00	2,91	0,58	470,35	142,35	590,45	218,87
RH III	III-b	Itatiaia	101,52	80,79	65,86	30,67	-	-	0,00	0,00	2,72	0,54	170,10	112,00		
RH III	III-b	Resende	-	-	150,30	70,30	17,65	-	0,01	0,00	9,46	1,89	177,43	72,19		
RH III	III-b	Quatis	31,56	24,92	70,36	0,08	37,07	-	-	-	8,53	1,71	147,52	26,71		
RH III	III-b	Barra Mansa	-	-	-	-	-	-	-	-	7,73	1,55	7,73	1,55		
RH III	III-b	Volta Redonda	-	-	22,22	0,42	35,42	-	0,00	0,00	3,06	0,61	60,71	1,03		
RH III	III-b	Barra do Piraí	-	-	2,78	1,67	5,56	-	0,01	0,00	18,63	3,73	26,97	5,39	366,98	218,47
RH III	III-c	Mendes	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	0,06	0,29	0,06		
RH III	III-c	Miguel Pereira	86,02	67,45	-	-	-	-	-	-	1,17	0,23	87,19	67,69		
RH III	III-c	Vassouras	91,46	68,30	0,28	-	6,18	3,13	2,95	0,53	26,94	5,39	127,80	77,34		
RH III	III-c	Paty do Alferes	70,12	52,72	1,54	1,39	-	-	8,90	1,61	9,16	1,83	89,72	57,55		
RH III	III-c	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	5,34	1,07	5,34	1,07		
RH III	III-c	Três Rios	-	-	55,99	14,63	-	-	-	-	0,64	0,13	56,63	14,76	505,50	356,31
RH III	III-d	Valença	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	6,42	1,28	6,43	1,29		
RH III	III-d	Rio das Flores	-	-	-	-	2,78	-	0,01	0,00	6,61	1,32	9,39	1,32		

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH III	III-d	Comendador Levy Gasparian	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,02	0,10	0,02		
RH III	III-d	Barra do Piraí	-	-	0,11	-	-	-	0,00	0,00	3,43	0,69	3,55	0,69		
RH III	III-d	Paraíba do Sul	109,65	85,58	33,23	27,36	13,89	-	-	-	6,34	1,27	163,12	114,21		
RH III	III-d	Três Rios	274,38	218,52	46,19	18,62	1,37	1,44	-	-	0,97	0,19	322,92	238,78		
RH III	III-e1	Itatiaia	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,60	0,12	0,60	0,12		
RH III	III-e1	Resende	-	-	-	-	1,74	0,87	0,00	0,00	2,68	0,54	4,42	1,40		
RH III	III-e1	Quatis	-	-	-	-	-	-	-	-	3,02	0,60	3,02	0,60		
RH III	III-e1	Rio das Flores	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,92	0,18	0,92	0,18		
RH III	III-e1	Valença	-	-	-	-	43,40	11,74	0,02	0,00	21,22	4,24	64,65	15,99		
RH III	III-e2	Rio das Flores	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	2,22	0,44	2,22	0,44	365,22	211,36
RH III	III-e2	Barra do Piraí	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	2,07	0,41	2,07	0,41		
RH III	III-e2	Valença	208,37	162,52	24,94	6,91	-	-	0,02	0,00	19,83	3,97	253,16	173,40		
RH III	III-e3	Rio das Flores	16,18	11,81	-	-	5,56	5,56	0,00	0,00	5,50	1,10	27,24	18,47		
RH III	III-e3	Comendador Levy Gasparian	-	-	-	-	5,21	-	-	-	0,11	0,02	5,32	0,02		
RH III	III-e3	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	1,59	0,32	1,59	0,32		
RH III	III-f	Comendador Levy Gasparian	23,51	18,67	4,44	2,50	22,22	6,70	-	-	0,93	0,19	51,11	28,06	51,56	28,15
RH III	III-f	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,09	0,45	0,09		
RH IV	IV-a	Paty do Alferes	-	-	-	-	-	-	1,13	0,20	1,17	0,23	2,30	0,44		
RH IV	IV-a	Paraíba do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	4,38	0,88	4,38	0,88		
RH IV	IV-a	Três Rios	-	-	-	-	-	-	-	-	1,28	0,26	1,28	0,26		
RH IV	IV-a	Areal	25,00	19,35	19,11	13,06	-	-	-	-	2,21	0,44	46,32	32,85	2.722,87	1.839,79
RH IV	IV-a	Teresópolis	576,19	453,34	210,32	128,48	-	-	174,19	31,51	7,25	1,45	967,95	614,78		
RH IV	IV-a	São José do Vale do Rio Preto	35,03	23,15	2,41	1,00	-	-	13,26	2,40	11,36	2,27	62,06	28,82		
RH IV	IV-a	Petrópolis	1.291,59	1.026,92	329,76	131,84	2,42	0,10	3,39	0,61	11,42	2,28	1.638,58	1.161,77		
RH IV	IV-b	Três Rios	-	-	0,33	-	-	-	-	-	3,49	0,70	3,82	0,70		
RH IV	IV-b	São José do Vale do Rio Preto	-	-	-	-	-	-	2,64	0,48	2,27	0,45	4,91	0,93	218,91	104,73
RH IV	IV-b	Sumidouro	25,49	16,29	-	-	-	-	13,81	2,50	11,22	2,24	50,52	21,03		

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH IV	IV-b	Carmo	45,61	34,76	6,67	4,17	16,67	5,56	-	-	13,65	2,73	82,59	47,21		
RH IV	IV-b	Sapucaia	39,08	29,42	0,03	-	10,42	-	3,20	0,58	24,34	4,87	77,08	34,87		
RH V	V-a	Magé	-	-	4,81	-	-	-	3,59	0,65	3,02	0,60	11,41	1,25		
RH V	V-a	Duque de Caxias	4.146,55	3.315,98	763,57	782,46	-	-	4,85	0,88	3,09	0,62	4.918,06	4.099,93		
RH V	V-a	Belford Roxo	2.110,77	1.688,62	147,40	46,51	-	-	-	-	0,24	0,05	2.258,41	1.735,17		
RH V	V-a	Mesquita	696,21	556,97	-	-	-	-	-	-	0,15	0,03	696,36	557,00		
RH V	V-a	São João de Meriti	-	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-		
RH V	V-a	Rio de Janeiro	-	-	1,44	1,39	-	-	-	-	-	-	1,44	1,39		
RH V	V-a	Nilópolis	637,72	510,17	-	-	-	-	-	-	-	-	637,72	510,17		
RH V	V-a	Nova Iguaçu	3.946,84	3.157,47	26,01	-	-	-	1,58	0,29	1,25	0,25	3.975,69	3.158,01		
RH V	V-b	Rio de Janeiro	13.735,55	10.988,04	96,20	47,01	3,33	-	-	-	-	-	13.835,09	11.035,05	13.835,09	11.035,05
RH V	V-c1	São João de Meriti	2.045,32	1.636,25	6,02	-	-	-	-	-	-	-	2.051,34	1.636,25		
RH V	V-c1	Duque de Caxias	-	-	0,39	-	-	-	-	-	-	-	0,39	-		
RH V	V-c1	Nilópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
RH V	V-c1	Rio de Janeiro	11.987,50	9.589,65	143,09	58,55	-	-	-	-	-	-	12.130,59	9.648,20		
RH V	V-d1	Itaboraí	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57	0,11	0,57	0,11		
RH V	V-d1	Guapimirim	-	-	-	0,08	-	-	-	-	4,47	0,89	4,47	0,98		
RH V	V-d1	Cachoeiras de Macacu	146,31	113,90	136,41	58,84	-	-	7,10	1,29	17,33	3,47	307,15	177,50		
RH V	V-d2	Niterói	2.001,88	1.601,51	-	-	-	-	0,00	0,00	0,05	0,01	2.001,93	1.601,52		
RH V	V-d2	São Gonçalo	4.350,86	3.480,37	4,93	7,78	-	-	0,01	0,00	2,49	0,50	4.358,28	3.488,65		
RH V	V-d2	Itaboraí	833,37	665,57	4,59	0,79	-	-	-	-	4,79	0,96	842,75	667,32		
RH V	V-d2	Tanguá	82,87	64,86	0,44	-	-	-	5,21	0,94	3,74	0,75	92,26	66,55		
RH V	V-d2	Guapimirim	189,41	150,77	26,26	11,11	-	-	-	-	9,05	1,81	224,71	163,69		
RH V	V-d2	Magé	856,01	679,56	2,26	0,02	-	0,05	4,95	0,90	4,17	0,83	867,39	681,36		
RH V	V-d2	Rio Bonito	137,77	104,01	7,28	1,72	-	-	0,33	0,06	3,14	0,63	148,51	106,42		
RH V	V-e1	Niterói	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	0,01		
RH V	V-e2	Maricá	447,30	356,98	0,36	0,06	-	-	-	-	2,45	0,49	450,11	357,53	450,11	357,53

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH VI	VI-a1	Rio Bonito	-	-	0,25	-	-	-	0,44	0,08	4,25	0,85	4,95	0,93	315,65	206,85
RH VI	VI-a1	Cachoeiras de Macacu	-	-	-	-	-	-	0,41	0,07	1,00	0,20	1,42	0,28		
RH VI	VI-a1	Silva Jardim	54,26	41,14	-	-	-	-	-	-	10,48	2,10	64,73	43,23		
RH VI	VI-a1	Araruama	-	-	-	-	1,13	-	0,53	0,10	9,41	1,88	11,07	1,98		
RH VI	VI-a2	Silva Jardim	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	0,32	1,58	0,32		
RH VI	VI-a2	Araruama	-	-	-	-	-	-	0,35	0,06	6,19	1,24	6,54	1,30		
RH VI	VI-a2	Cabo Frio	-	-	-	-	-	-	0,14	0,02	8,62	1,72	8,75	1,75		
RH VI	VI-a2	Casimiro de Abreu	99,47	76,61	-	-	-	-	-	-	20,40	4,08	119,87	80,69		
RH VI	VI-a2	Rio das Ostras	96,17	76,18	-	-	-	-	0,14	0,11	0,44	0,09	96,74	76,38		
RH VI	VI-b	Araruama	-	-	-	-	-	-	0,22	0,04	3,89	0,78	4,11	0,82	20,34	4,06
RH VI	VI-b	Cabo Frio	-	-	-	-	-	-	0,09	0,02	5,70	1,14	5,79	1,16		
RH VI	VI-b	Iguaba Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	0,17	0,83	0,17		
RH VI	VI-b	São Pedro da Aldeia	-	-	-	-	-	-	-	-	9,60	1,92	9,60	1,92		
RH VI	VI-c	Araruama	448,60	356,48	5,07	-	-	-	0,50	0,09	8,85	1,77	463,02	358,34	1.948,27	1.509,57
RH VI	VI-c	Cabo Frio	635,27	488,37	-	-	-	-	0,07	0,01	4,66	0,93	640,00	489,31		
RH VI	VI-c	Armação dos Búzios	89,31	71,45	-	-	-	-	-	-	1,30	0,26	90,61	71,71		
RH VI	VI-c	Saquarema	267,84	212,63	1,41	-	-	-	0,62	0,11	6,87	1,37	276,74	214,12		
RH VI	VI-c	Iguaba Grande	74,05	59,24	-	-	-	-	-	-	1,71	0,34	75,76	59,59		
RH VI	VI-c	São Pedro da Aldeia	307,78	243,74	-	-	-	-	-	-	4,53	0,91	312,31	244,65		
RH VI	VI-c	Arraial do Cabo	89,82	71,85	-	-	-	-	-	-	-	-	89,82	71,85		
RH VII	VII-a	Bom Jardim	53,68	38,51	4,70	0,00	-	-	13,46	2,43	9,79	1,96	81,63	42,90	1.478,60	906,43
RH VII	VII-a	Duas Barras	20,74	15,20	-	-	-	-	10,91	1,97	9,84	1,97	41,49	19,15		
RH VII	VII-a	Cordeiro	49,10	39,03	-	-	-	-	-	-	5,09	1,02	54,18	40,05		
RH VII	VII-a	Macuco	11,73	9,09	16,00	-	-	-	0,01	0,00	3,82	0,76	31,55	9,85		
RH VII	VII-a	Cantagalo	42,97	31,85	65,88	1,61	0,96	-	13,63	11,19	11,35	2,27	134,78	46,92		
RH VII	VII-a	Itaocara	-	-	-	-	-	-	156,62	126,46	10,32	2,06	166,94	128,52		
RH VII	VII-a	São Sebastião do Alto	17,75	12,34	-	-	-	-	40,69	29,66	19,95	3,99	78,39	45,99		

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH VII	VII-a	Nova Friburgo	682,15	535,86	132,64	11,75	-	-	9,91	1,79	3,89	0,78	828,60	550,18		
RH VII	VII-a	Santa Maria Madalena	21,35	15,18	-	-	-	-	8,34	1,51	8,04	1,61	37,73	18,29		
RH VII	VII-a	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	11,42	2,28	11,42	2,28		
RH VII	VII-a	Trajano de Morais	-	-	-	-	-	-	5,00	0,90	6,89	1,38	11,89	2,28		
RH VII	VII-b	Carmo	-	-	-	-	-	-	-	-	3,30	0,66	3,30	0,66		
RH VII	VII-b	Duas Barras	-	-	-	-	-	-	1,50	0,27	1,36	0,27	2,86	0,54	180,61	124,25
RH VII	VII-b	Cantagalo	-	-	-	-	-	-	26,57	21,81	22,13	4,43	48,70	26,24		
RH VII	VII-b	Itaocara	-	-	-	-	-	-	117,98	95,26	7,77	1,55	125,75	96,81		
RH VII	VII-c1	Itaocara	64,07	48,84	1,72	3,11	-	-	136,04	109,85	8,96	1,79	210,80	163,59	399,14	256,01
RH VII	VII-c1	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	3,25	0,65	3,25	0,65		
RH VII	VII-c2	São Fidélis	114,64	88,30	41,86	-	11,22	-	-	-	17,37	3,47	185,09	91,77		
RH VIII	VIII-a1	Casimiro de Abreu	-	-	-	-	-	-	-	-	6,31	1,26	6,31	1,26	1.602,06	717,03
RH VIII	VIII-a1	Nova Friburgo	-	-	-	-	-	-	5,59	1,01	2,20	0,44	7,79	1,45		
RH VIII	VIII-a1	Rio das Ostras	-	-	-	-	-	-	0,70	0,57	2,24	0,45	2,93	1,02		
RH VIII	VIII-a1	Macaé	780,41	622,65	739,69	77,56	-	-	0,78	0,14	54,56	10,91	1.575,44	711,25		
RH VIII	VIII-a1	Conceição de Macabu	-	-	-	-	-	-	-	-	3,34	0,67	3,34	0,67		
RH VIII	VIII-a1	Carapebus	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	2,66	0,53	2,66	0,53		
RH VIII	VIII-a2	Rio das Ostras	-	-	0,59	-	-	-	0,52	0,43	1,68	0,34	2,79	0,77		
RH VIII	VIII-a2	Macaé	-	-	0,79	0,07	-	-	-	-	-	-	0,79	0,07		
RH VIII	VIII-b	Rio das Ostras	224,39	177,76	-	-	-	-	2,66	2,18	8,54	1,71	235,59	181,65	235,59	181,65
RH IX	IX-a1	Aperibé	-	-	-	-	-	-	14,77	12,13	4,14	0,83	18,92	12,95	320,87	143,33
RH IX	IX-a1	Santo Antônio de Pádua	-	-	59,53	1,56	-	-	96,37	79,11	6,56	1,31	162,46	81,98		
RH IX	IX-a2	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	12,03	2,41	12,03	2,41		
RH IX	IX-a2	Cardoso Moreira	-	-	-	-	55,56	-	19,53	15,78	3,01	0,60	78,09	16,38		
RH IX	IX-a2	Cambuci	35,49	26,86	-	-	-	-	1,69	0,31	12,19	2,44	49,36	29,60		
RH IX	IX-b	Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	12,07	2,18	11,64	2,33	23,71	4,51	57,09	17,96
RH IX	IX-b	Campos dos Goytacazes	-	-	-	-	-	-	12,31	9,23	21,07	4,21	33,38	13,45		

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH IX	IX-c	Quissamã	-	-	-	-	-	-	1,53	0,28	4,18	0,84	5,72	1,11	110,04	60,76
RH IX	IX-c	Santa Maria Madalena	-	-	-	-	-	-	4,16	0,75	4,01	0,80	8,17	1,56		
RH IX	IX-c	Trajano de Moraes	20,38	13,92	-	-	-	-	4,16	0,75	5,73	1,15	30,28	15,82		
RH IX	IX-c	Conceição de Macabu	50,58	39,22	-	-	-	-	-	-	11,93	2,39	62,51	41,61		
RH IX	IX-c	Carapebus	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	3,36	0,67	3,37	0,67		
RH IX	IX-d	Quissamã	43,62	31,75	0,22	-	-	-	6,41	1,16	17,46	3,49	67,72	36,41	15.326,47	6.725,08
RH IX	IX-d	São João da Barra	97,63	75,04	12.334,16	5.000,41	9,72	-	0,52	0,09	9,61	1,92	12.451,64	5.077,47		
RH IX	IX-d	Carapebus	29,70	22,54	-	-	-	-	0,02	0,00	9,44	1,89	39,16	24,43		
RH IX	IX-d	Campos dos Goytacazes	1.815,01	1.432,47	801,18	109,32	40,28	0,08	41,11	30,83	70,37	14,07	2.767,95	1.586,77		
RH IX	IX-e	Cambuci	-	-	-	-	-	-	0,53	0,10	3,85	0,77	4,39	0,87	1.302,86	994,48
RH IX	IX-e	Aperibé	22,03	17,04	-	-	-	-	12,03	9,87	3,37	0,67	37,43	27,59		
RH IX	IX-e	Santo Antônio de Pádua	118,94	91,03	120,94	66,97	-	-	394,07	323,49	26,81	5,36	660,76	486,85		
RH IX	IX-e	Miracema	84,19	66,44	-	-	-	-	498,48	409,20	17,61	3,52	600,29	479,17		
RH IX	IX-f	São Fidélis	-	-	-	-	-	-	-	-	4,56	0,91	4,56	0,91	5.581,75	2.566,94
RH IX	IX-f	Cardoso Moreira	27,18	20,08	-	-	-	-	171,97	138,93	26,46	5,29	225,60	164,29		
RH IX	IX-f	Italva	36,98	27,92	1.222,22	0,90	-	-	670,06	550,01	17,04	3,41	1.946,30	582,24		
RH IX	IX-f	Cambuci	-	-	-	-	-	-	2,27	0,41	16,36	3,27	18,62	3,68		
RH IX	IX-f	Itaperuna	350,71	277,32	62,46	22,26	978,33	-	402,00	330,00	68,88	13,78	1.862,37	643,36		
RH IX	IX-f	São José de Ubá	12,55	8,35	-	-	-	-	808,96	660,90	14,77	2,95	836,28	672,20		
RH IX	IX-f	Natividade	41,16	31,61	-	-	-	-	274,17	222,83	21,45	4,29	336,78	258,73		
RH IX	IX-f	Laje do Muriaé	15,38	11,50	-	-	-	-	134,00	110,00	11,84	2,37	161,22	123,87		
RH IX	IX-f	Campos dos Goytacazes	-	-	-	-	20,83	-	10,27	7,70	17,57	3,51	48,67	11,21		
RH IX	IX-f	Porciúncula	43,95	33,48	-	-	-	-	87,05	70,92	7,86	1,57	138,86	105,97		
RH IX	IX-f	Varre-Sai	-	-	-	-	-	-	1,34	0,24	1,15	0,23	2,49	0,47		
RH IX	IX-g	Campos dos Goytacazes	-	-	12,30	3,24	-	-	11,55	8,66	19,77	3,95	43,62	15,85	222,39	105,32
RH IX	IX-g	São Francisco de Itabapoana	105,53	75,63	0,56	-	-	-	36,33	6,57	36,35	7,27	178,77	89,47		
RH IX	IX-h	Campos dos Goytacazes	-	-	-	-	-	-	12,20	9,15	20,88	4,18	33,08	13,32	351,40	208,15

RH	UHP	Município	Abastecimento Humano (ℓ/s)		Indústria (ℓ/s)		Mineração (ℓ/s)		Agricultura (ℓ/s)		Criação Animal (ℓ/s)		Total por Município (ℓ/s)		Total por UHP (ℓ/s)	
			Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno	Captação	Retorno
RH IX	IX-h	São Francisco de Itabapoana	-	-	-	-	-	-	12,96	2,34	12,97	2,59	25,92	4,94		
RH IX	IX-h	Porciúncula	-	-	-	-	5,56	-	48,25	39,31	4,36	0,87	58,16	40,18		
RH IX	IX-h	Bom Jesus do Itabapoana	105,40	81,94	-	-	8,33	-	57,08	46,35	36,85	7,37	207,67	135,66		
RH IX	IX-h	Varre-Sai	17,39	12,32	-	-	-	-	4,93	0,89	4,24	0,85	26,56	14,06		
TOTAIS			69.818,31	55.629,80	70.398,40	43.650,72	1.628,57	143,55	4.781,17	3.625,51	1.418,07	283,61	148.044,52	103.333,20	148.044,52	103.333,20

13.8. Usos não Consuntivos

Além da geração de energia elétrica, três tipos de usos não consuntivos das águas fluviais são frequentes em rios brasileiros: navegação, atividades de lazer e piscicultura e pesca.

O estado do Rio de Janeiro, pela morfologia de seu relevo, que abriga parte de duas significativas cadeias de montanhas — a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira — possui rios pouco extensos, com declividades médias acentuadas e vazões pouco expressivas, principalmente em relação aos rios de dominialidade estadual.

Em função dessas características ocorrem inúmeros sítios propícios à instalação de usinas para aproveitamento hidrelétrico. Encontram-se em fase de planejamento, construção e em operação 102 UHEs e PCHs, com cerca de 2.700 MW¹⁷ de capacidade instalada. Muito embora os aproveitamentos hidrelétricos não façam uso consuntivo da água, a outorga desses empreendimentos pode impactar outros usos futuros nos trechos a montante, na medida que requerem toda vazão disponível para geração de energia.

Do ponto de vista da navegabilidade os rios do estado não são favoráveis à navegação para fins comerciais, sendo mais comumente utilizados em atividades de lazer e principalmente por embarcações de pequeno porte usadas na pesca artesanal.

Se por um lado as condições impostas pelo relevo dificultam a navegação, por outro, possibilitam a existência de vários sítios propícios ao lazer, com destaque para a prática de *rafting*, hoje explorada comercialmente por empresas habilitadas sob o comando de profissionais experientes. Atualmente os trechos de corredeira mais procurados situam-se nos rios Paraibuna, em Três Rios, no Ribeirão das Lages, com corredeiras em Pirai e Paracambi, no Rio Mambucaba, em Angra dos Reis, no rio Macaé e em Nova Friburgo, nas localidades de São Pedro da Serra, Boa Esperança e Lumiar. Alguns percursos se desenvolvem por mais de 10 quilômetros.

Outras atividades de lazer associadas ou não à prática do *rafting* são banhos em cachoeira ou em piscinas naturais, canoagem, *mountain bike*, trilhas, *camping* e até cavalgadas. Tudo isso vem provocando nos últimos anos o incremento das atividades turísticas que tem nas águas fluviais o seu maior atrativo.

No que se refere à piscicultura, o relevo acidentado associado à densa rede hidrográfica propicia a existência de reservatórios naturais que são utilizados na piscicultura, geralmente realizada de forma amadora por micro e pequenos produtores rurais (Sebrae, 2002). Predominam o cultivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*), da truta arco-íris (*Oncorhynchus Mykiss*) e de peixes de corte, tais como piau e piabanha. O cultivo de peixes ornamentais propicia, também, um mercado variado e rentável (SILVA, 2012).

A atividade de pesca, por sua vez, é praticada em inúmeros rios e lagos fluminenses, com características eminentemente artesanais ou voltada ao lazer. Já a pesca lacustre é praticada de forma profissional na Região dos Lagos, porém de forma insipiente e sem expressão comercial.

¹⁷ Coppetec, Fundação. PERHI, Relatório RT-05 - Avaliação dos Impactos Sinérgicos dos Aproveitamentos Hidrelétricos Localizados no ERJ - Junho/2013.

14. BALANÇO HÍDRICO

Com base nos estudos de disponibilidade hídrica apresentados no capítulo 12 e a consolidação das demandas apresentadas no capítulo 13, foi possível determinar o balanço hídrico nas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs). Para o cálculo do balanço foram consideradas as vazões de consumo, que consistem na diferença entre as vazões captadas e as vazões de retorno. Para o setor industrial foram consideradas apenas as captações em mananciais superficiais.

Além do balanço hídrico, também foram calculadas as cargas de DBO remanescentes para as 53 UHPs, visando o cálculo das vazões necessárias para diluição.

14.1. Critérios Utilizados no Balanço Hídrico

Para a determinação do balanço hídrico nas UHPs foi necessário estabelecer uma série de critérios e premissas que permitissem compatibilizar o balanço para o conjunto das UHPs no estado, a saber:

- A disponibilidade hídrica adotada para o cálculo do balanço hídrico nas UHPs é a vazão diária com permanência de 95% no tempo ($Q_{95\%}$).
- Na determinação da disponibilidade hídrica de Lajes considerou-se a vazão regularizada pelo reservatório.
- A disponibilidade hídrica do rio Guandu foi calculada somando a vazão mínima instantânea defluente da UHE Pereira Passos, com a vazão com permanência de 95% no tempo da área incremental entre a foz e a UHE, conforme o capítulo 12 deste relatório e os estudos hidrológicos realizados no âmbito do PERHI (relatório RT-01).
- No balanço hídrico do rio Guandu foi considerada como vazão indisponível para uso a vazão ambiental de 25 m³/s, conforme previsto no Plano Estratégico de Recursos Hídricos do Guadu (PERH-Guandu).
- Não foi possível realizar o balanço hídrico dos canais de drenagem da Baixada Campista, assim como da Ilha Grande, pela falta de informações para o cálculo da disponibilidade hídrica.
- As demandas de consumo referentes aos diversos usos da água no estado – abastecimento urbano, industrial, agrícola, mineração e dessedentação animal – utilizadas no balanço hídrico foram extraídas do capítulo 13, “Demandas de Recursos Hídricos”.
- Na consolidação das demandas de abastecimento referentes aos municípios abastecidos pelos sistemas Guandu/Lajes/Acari, utilizou-se as demandas atuais de cada um dos sistemas, conforme o tabela 14.1.1 a seguir.

Tabela 14.1.1 - Demandas atuais dos Sistemas de Abastecimento

Sistemas	Demandas (m³/s)
<i>Lajes</i>	5,5
<i>Guandu</i>	42,0
<i>Acari</i>	1,9

Esses valores foram atribuídos às UHPs onde se localizam as tomadas d'água de cada um dos sistemas, conforme mostra a tabela 14.1.2.

Tabela 14.1.2 - Demandas de abastecimento nas UHPs receptoras de água dos Sistemas Guandu/Lajes/Acari - Cenário atual

RH	UHP	Nome	Abastecimento Humano		
			Captação (m³/s)	Retorno (m³/s)	Consumo (m³/s)
RH-II	II-d	Reservatório de Lajes	5,500	-	5,500
	II-e	Rio Guandu	42,00	0,947	41,053
	II-g	Rio da Guarda	-	0,537	- 0,537
	II-h	Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos	-	4,305	- 4,305
RH-V	V-a	Rios Iguazu e Saracuruna	1,900	9,229	- 7,329
	V-b	Lagoas de Jacarepaguá e Marapendí	-	10,988	- 10,988
	V-c1	Rios Pavuna-Merití, Faria-Timbó e Maracanã, Ilha do Governador, Ilha do Fundão e Lagoa Rodrigo de Freitas	-	11,226	- 11,226

Os municípios localizados nas UHPs indicadas nessa tabela recebem água dos sistemas Guandu/Lajes/Acari, e, portanto, suas demandas de captação já estão contabilizadas nas vazões desses sistemas e com isso foram zeradas. Por outro lado, as vazões de retorno não mudam e ocorrem na UHP onde está localizado o município. Assim, não há captação no município, apenas devolução das águas servidas.

A Figura 14.1.1 ilustra os sistemas de abastecimento Guandu/Lajes/Acari, suas captações, municípios abastecidos e vazões de retorno nas UHPs correspondentes.

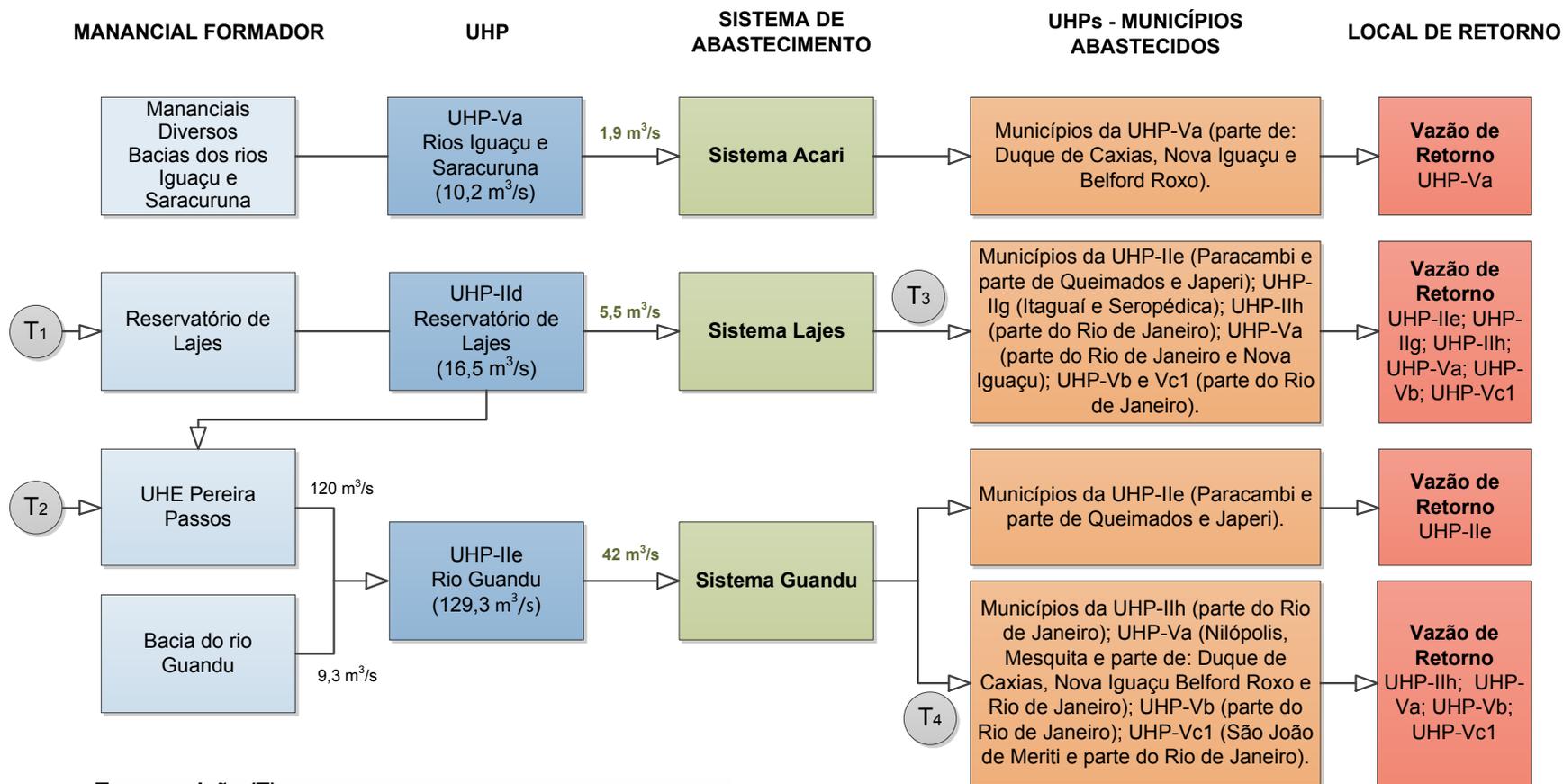


Figura 14.1.1

Esquema dos sistemas de abastecimento Guandu/Lajes/Acari, suas captações, municípios abastecidos e vazões de retorno nas UHPs correspondentes

- Para o cálculo das cargas potenciais foi considerada a população total dos municípios multiplicada pela taxa de 0,054 kg/hab.dia. As cargas remanescentes foram calculadas com base na diferença entre as cargas potenciais e tratadas. Em relação à parcela tratada utilizou-se os índices de tratamento praticados pelos municípios e a eficiência média de 85% de tratamento, ambos aplicados às populações urbanas. Na carga remanescente também foi descontada a parcela lançada ao mar.
- As cargas dos rios federais Paraibuna, Pomba e Muriaé, na divisa com o estado do Rio de Janeiro (tabela 14.1.3) foram determinadas com base nos seguintes critérios:
 - ✓ Utilização das populações totais dos municípios mineiros com mais de 50.000 habitantes obtidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais;
 - ✓ Carga remanescente calculada com base em modelo simplificado de decaimento exponencial (método Streeter & Phelps).

Tabela 14.1.3 – Cargas e Vazões de diluição dos rios Fedrais na Divisa RJ/MG – Ano Base 2010

Rio	População ¹	DBO (kg/dia)	DBOrem (kg/dia)	Vazão diluição (m ³ /s)
Paraibuna	516.247	27.877,3	7.499,8	13,9
Muriaé	100.765	5.441,3	1.010,6	1,9
Pomba	171.276	9.248,9	2.976,5	5,5

(1) – Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais

- A vazão de diluição foi calculada dividindo-se a carga de DBO remanescente pelo limite de concentração previsto para esse parâmetro na classe 2.
- Nas UHPs que compartilham rios federais foi realizado o balanço hídrico considerando a totalidade da bacia de drenagem, agregando os consumos e disponibilidades das áreas em outros estados.
- Os consumos dos trechos fluminenses dos rios federais já estão incluídos nas parcelas referentes ao consumo estadual. Dessa forma, só foram contabilizados os consumos dos rios federais nos trechos a montante da divisa.

Cabe destacar que os dados disponibilizados pelo Igam não puderam ser utilizados devido às inúmeras inconsistências apresentadas, como por exemplo, informação de vazão e captação sem unidade, captação maior que a vazão do rio, valores mensais de captação, colunas com o rótulo dias/mês zerados ou ausentes, dentre outros. Portanto, para os trechos mineiros das bacias dos rios federais só foram computados os consumos relativos aos usos nos rios federais informados pela ANA.

Em relação ao estado de São Paulo foram considerados os usos consuntivos informados pelo DAEE, a exceção da bacia do rio Paraíba do Sul, para a qual foi adotado o critério descrito anteriormente.

Um aspecto importante que deve ser destacado é a vazão de referência utilizada pela ANA no rio Paraíba do Sul, em Santa Cecília. A ANA utiliza como critério para definição da vazão de referência, em trechos a jusante de Aproveitamentos Hidroelétricos, a vazão mínima de restrição acrescida da vazão incremental de 95% de permanência no tempo. Assim, em

Santa Cecília, a ANA utiliza a vazão de 104 m³/s, que corresponde à vazão de restrição de FUNIL (80 m³/s) somada à vazão incremental no trecho, que corresponde à 24 m³/s.

No balanço hídrico realizado por essa agência, o valor de 104 m³/s é subtraído da parcela a ser mantida para jusante (71 m³/s) e da vazão consumida a montante (2,92 m³/s). Com isso, após o balanço hídrico, o valor da vazão de transposição resulta em 30,1 m³/s.

Ressalta-se, entretanto, que esse critério utilizado pela agência desconsidera o limite mínimo de transposição estabelecido pela própria ANA na resolução nº 211, de 26/05/2003, cuja vazão corresponde a 119 m³/s, nem tampouco os reservatórios de montante que operam de forma a garantir uma vazão mínima de 190 m³/s em Santa Cecília. De acordo com dados do ONS, a vazão com 95% de permanência neste local é de 196 m³/s. O histórico das regras operativas das UHEs localizadas na bacia do rio Paraíba do Sul e as resoluções estabelecidas ao longo do tempo estão apresentados no capítulo 7.

Assim, no caso do rio Paraíba do Sul não é possível efetuar o balanço hídrico com os dados informados pela ANA. Para esse rio, são informadas apenas as vazões disponíveis em Santa Cecília, confluência Paraibuna/Piabanha e na Foz, calculadas com base em séries de estações fluviométricas em que os usos da água já estão contabilizados.

Nas UHPs que margeiam o rio Paraíba do Sul o balanço hídrico considerou apenas a disponibilidade hídrica dos rios estaduais. Observa-se que essa simplificação pode indicar situações que não refletem a realidade, por exemplo, no trecho entre Funil e Santa Cecília a folga indicada é provavelmente superior à vazão realmente disponível.

14.2. Balanço hídrico nas UHPs

As tabelas 14.2.1 e 14.2.2 apresentam a disponibilidade hídrica, os consumos por setor usuário e total e o balanço hídrico nas 53 UHPs com rios estaduais e federais, respectivamente. Cabe observar que no cálculo do balanço hídrico só foi considerada a vazão ambiental na bacia do rio Guandu, conforme mencionado anteriormente.

Para uma análise do nível de garantia hídrica nas UHPs foi necessário aplicar indicadores que permitissem avaliar a proporção do consumo quantitativo e qualitativo frente à disponibilidade hídrica. Assim, foram aplicados dois indicadores, o primeiro relaciona as vazões efetivamente consumidas e a disponibilidade e, o segundo, relaciona, além das vazões suprimidas, a vazão necessária para diluição das cargas remanescentes de DBO e a disponibilidade.

A tabela 14.2.3 apresenta as cargas remanescentes e vazões de diluição em cada UHP.

As tabelas 14.2.4 e 14.2.5 apresentam o cálculo dos indicadores para as UHPs. Os desenhos 14.2.1 e 14.2.2 mostram a distribuição espacial desses indicadores no Estado.

Os valores negativos observados na tabela 14.2.6 e desenho 14.2.1, referentes ao indicador consumo/disponibilidade, mostram que essas UHPs são receptoras de água provenientes de outra bacia. Ou seja, o somatório das vazões de retorno é superior às captações na UHP, portanto, houve aumento da disponibilidade hídrica devido à importação de água. Isso ocorre nas UHPs onde estão localizados os municípios que recebem água do Sistema Guandu/Lajes/Acari.

Os resultados desse indicador (desenho 14.2.1) mostram que a situação mais crítica ocorre no rio Guandu, com o comprometimento de 73,6% da vazão disponível. Vale

ressaltar que nesse resultado não estão incluídas ampliações previstas e em execução para o Sistema Guandu, que já opera com déficit, de acordo com o relatório RT-4 - Fontes de Alternativas de Abatecimento, PERHI.

As duas outras situações com valores elevados do indicador são as UHPs III-a (Rio Paraíba do Sul – margem direita - montante de Santa Cecília) e II-d (reservatório de Lajes).

Com relação ao indicador que relaciona vazões de consumo e diluição com a disponibilidade hídrica, os resultados mostram situações muito críticas na UHP Iguaçu e Saracuruna (V-a), UHP Rios Pavuna-Meriti e outros (V-c1 e V-c2), UHP Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos (II-h), UHP Lagoas de Jacarepaguá e Marapendí (V-b) e UHP Rios Guapimirim, Caceribu, Guaxindiba e Ilha de Paquetá (V-d2), com valores desse indicador superiores a 1000%. Essas UHPs estão localizadas na Baixada Fluminense, na bacia de Sepetiba, no município do Rio de Janeiro e na região leste da Baía de Guanabara. Outras áreas onde os indicadores estão em uma faixa logo abaixo, mas não menos crítica, são as seguintes:

- UHP Foz Rio Pirai - Rio Sacra Família (II-c)
- UHP Rio Paraíba do Sul – Margem direita (montante de Santa Cecília) (III-a)

Por fim, cabe destacar que no cálculo desse último indicador as vazões de consumo, quando negativas, foram somadas à disponibilidade hídrica da UHP, uma vez que representam um acréscimo de vazão no local.

Tabela 14.2.1 - Balanço hídrico por UHPs de rios estaduais

RH	UHP	Nome	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Consumos (m ³ /s)						Balanço Hídrico (m ³ /s)
					Abastecimento Humano	Indústria	Mineração	Agricultura	Criação Animal	Total	
RH-I	I-a	Paraty	704,1	9,6	0,0252	0,0040	-	0,0000	0,0015	0,0307	9,6
	I-d	Ilha Grande ⁽⁴⁾	180,3		-	-	-	0,0032	0,0005	0,0037	
RH-II	II-b	Rio Pirai	501,6	6,7	0,0259	0,0012	0,0003	-	0,0152	0,0426	6,7
	II-c	Foz Rio Pirai - Rio Sacra Família	236,4	1,0	0,0453	0,0023	0,0000	0,0000	0,0046	0,0522	0,9
	II-d	Reservatório de Lajes ⁽¹⁾⁽²⁾	334,2	16,5	5,5000	-	-	-	0,0113	5,5113	11,0
	II-e	Rio Guandu ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾	1.059,8	129,3	41,0529	29,0565	0,0032	0,0053	0,0171	95,1351	34,2
	II-f	Rios Litorâneos	384,4	3,4	0,0232	-0,9000	-	0,0019	0,0045	-0,8704	4,2
	II-g	Rio da Guarda ⁽³⁾	345,1	3,0	-0,5373	-0,0628	0,0770	0,0033	0,0062	-0,5135	3,5
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha	2.060,7	9,7	0,4051	-0,0973	0,0023	0,1572	0,0313	0,4985	9,2
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado	1.393,5	8,3	0,0297	0,0028	0,0215	0,0161	0,0440	0,1141	8,2
RH-V	V-a	Rios Iguaçú e Saracuruna ⁽²⁾⁽³⁾	1.101,0	10,2	-7,3292	0,0306	-	0,0082	0,0062	-7,2841	17,4
	V-b	Lagoas de Jacarepaguá e Marapendí ⁽³⁾	317,5	2,2	-10,9880	-0,0461	0,0033	-	-	-11,0308	13,3
	V-c1e V-c2	Rios Pavuna-Merití, Faria-Timbó e Maracanã, Ilha do Governador, Ilha do Fundão e Lagoa Rodrigo de Freitas ⁽³⁾	409,3	2,6	-11,2259	0,0440	-	-	-	-11,1820	13,8
	V-d1	Rio Macacu	1.067,0	8,6	0,0324	0,0704	-	0,0058	0,0179	0,1265	8,5
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu, Guaxindiba e Ilha de Paquetá	1.515,7	15,6	1,7055	0,0025	-0,0001	0,0086	0,0219	1,7385	13,8
	V-e1	Lagoa de Niterói	49,2	0,35	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,3
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	1.341,0	16,0	0,0131	-	0,0011	0,0011	0,0201	0,0355	16,0
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	817,5	9,8	0,0428	-	-	0,0004	0,0298	0,0730	9,7
	VI-b	Rio Una	451,0	5,4	-	-	-	0,0003	0,0160	0,0163	5,4
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	1.030,3	12,3	0,4089	-	-	0,0010	0,0223	0,4322	11,9
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios	3.156,6	16,0	0,2024	0,1685	0,0010	0,0826	0,0803	0,5348	15,4
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo	725,7	1,7	-	-	-	0,0287	0,0276	0,0564	1,6
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes MD Rio Paraíba do Sul	212,1	0,18	0,0152	-0,0017	-	0,0262	0,0098	0,0495	0,1
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes MD Rio Paraíba do Sul	368,0	0,88	0,0263	0,0419	0,0112	-	0,0139	0,0933	0,8
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé	1.790,7	11,9	0,1578	0,6590	-	0,0053	0,0570	0,8792	11,0
	VIII-a2	Rio Imboacica	57,8	0,14	-	-0,0001	-	0,0001	0,0013	0,0014	0,1
	VIII-b	Rio Jundiá / das Ostras	162,8	0,91	0,0466	-	-	0,0005	0,0068	0,0539	0,9

RH	UHP	Nome	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Consumos (m ³ /s)						Balanço Hídrico (m ³ /s)
					Abastecimento Humano	Indústria	Mineração	Agricultura	Criação Animal	Total	
RH-IX	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes ME Rio Paraíba do Sul	530,0	2,0	0,0086	-	0,0556	0,0051	0,0218	0,0911	1,9
	IX-b	Rio Imbé	980,8	7,0	-	-	-	0,0130	0,0262	0,0391	7,0
	IX-c	Rio Macabu	1.058,1	9,1	0,0178	-	-	0,0081	0,0234	0,0493	9,0
	IX-d	Lagoa Feia / Sistema Macaé-Campos ⁽⁴⁾	3.107,7	-	0,4242	8,0184	0,0499	0,0160	0,0855	8,5940	
	IX-g	Sistema Vigário/Brejos/Foz Rio Paraíba do Sul (ME) ⁽⁴⁾	1.347,8	-	0,0299	0,0067	-	0,0326	0,0449	0,1141	

Notas: (1) Vazão regularizada pelo reservatório de Lajes.

(2) Na consolidação das demandas de abastecimento em cada UHP adotou-se como critério a utilização das vazões efetivamente captadas pelos sistemas Guandu/Lajes/Acari.

(3) Para as vazões de retorno dos municípios abastecidos pelos sistemas Guandu/Lajes/Acari utilizou-se o mesmo critério de cálculo feito para as demandas de abastecimento urbano.

(4) Não foi possível o cálculo da disponibilidade hídrica na UHP.

(5) No consumo total da bacia do rio Guandu foi incluída a parcela referente a vazão ambiental de 25m³/s definida no PERH-Guandu.

Tabela 14.2.2 - Balanço hídrico por UHPs de rios federais

RH	UHP/RF ⁽¹⁾	Nome UHP/ Rio Federal RF	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Consumo Estadual (m ³ /s)						Consumo Federal (m ³ /s) ⁽⁵⁾	Balanço Hídrico (m ³ /s)
					Abastecimento Humano	Indústria	Mineração	Agricultura	Criação Animal	Total		
RH-I	I-b	Rio Mambucaba	355,6	5,4	-	-	0,0089	0,0024	0,0009	0,0122		11,3
	RF	Rio Mambucaba na Divisa RJ/SP	382,8	5,9								
	I-c	Angra dos Reis	494,5	9,7	0,1179	-	-	0,0088	0,0014	0,1281		11,9
	RF	Rio Ariró na Divisa RJ/SP	24,6	0,30								
RF	Rio Bracuí na Divisa RJ/SP	108,3	2,0									
RH-II	II-a	Rio Piraí - montante de tocos	274,7	3,7	-	-	-	-	0,0091	0,0091		5,1
	RF	Rio Piraí na Divisa RJ/SP	105,0	1,4								
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul – MD (mont. Sta. Cecília)	1.147,3	7,9	0,5497	5,9553	0,0680	0,0000	0,0251	6,5981		3,9
	RF	Rio Bananal na Divisa RJ/SP	404,8	2,7	0,0140					0,0140		
	III-b	Rio Paraíba do Sul - ME (mont. Sta. Cecília)	1.625,6	15,5	0,0274	0,1529	0,0957	0,0000	0,0401	0,3161		15,5
	RF	Rio Paraíba do Sul em Santa Cecília ⁽²⁾	16.616,0	196,0							119,00	
	III-c	Rio Paraíba do Sul – MD (Sta. Cecília - Piabanha)	1.059,6	5,5	0,0591	- 0,0021	0,0031	0,0097	0,0348	0,1046		5,4
	III-d	Rio Paraíba do Sul - ME (Sta. Cecília - Paraibuna)	719,1	3,8	0,0799	0,0276	0,0166	0,0000	0,0191	0,1433		
	RF	Rio Paraíba do Sul Confluência Paraibuna/Piabanha ⁽³⁾	19.494,0	81,3								
	III-e1	Rio Preto - MD (mont. Rio das Flores)	867,4	9,6	-	-	0,0325	0,0000	0,0228	0,0553	- 0,03	33,0
	III-e2	Rio das Flores	653,3	4,1	0,0458	0,0131	-	0,0000	0,0193	0,0783		
	III-e3	Rio Preto - MD (Foz. Rio das Flores)	247,2	1,6	0,0044	-	0,0052	0,0000	0,0058	0,0153		
	RF	Rio Preto - trecho MG	1.646,3	17,8								
	III-f	Rio Paraibuna	109,6	0,37	0,0048	- 0,0025	0,0155	-	0,0011	0,0190	- 0,02	63,4
RF	Rio Paraibuna jus. Rio Preto	7.148,2	58,6	0,0502	0,0131	0,0377	0,0000	0,0478	0,1489			
RF	Área incremental Foz - jus. Rio preto ⁽⁴⁾	1.300,2	4,5									

RH	UHP/RF ⁽¹⁾	Nome UHP/ Rio Federal RF	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Consumo Estadual (m ³ /s)						Consumo Federal (m ³ /s) ⁽⁵⁾	Balanço Hídrico (m ³ /s)
					Abastecimento Humano	Indústria	Mineração	Agricultura	Criação Animal	Total		
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluente ME Rio Paraíba do Sul	170,5	0,65	-	0,0559	-	0,0199	0,0086	0,0844	0,31	3,6
	RF	Rio Pirapetinga trecho MG	615,1	3,3								
	IX-e	Rio Pomba	896,7	2,4	0,0506	0,0056	-	0,1625	0,0413	0,2600	0,10	48,9
	RF	Rio Pomba na divisa RJ/MG	7.719,0	46,8								
	IX-f	Rio Muriaé	3.841,2	5,9	0,1176	1,2602	0,9992	0,4701	0,1663	3,0135	- 0,01	17,4
	RF	Rio Muriaé na divisa RJ/MG	2.978,0	14,6								
	RF	Rio Paraíba do Sul - FOZ ⁽⁶⁾	55.500,0	367,9								
	IX-h	Rio Itabapoana	1.507,3	7,1	0,0285	-	0,0139	0,0374	0,0634	0,1432	0,72	22,1
RF	Rio Itabapoana - trecho ES e MG	3.368,0	15,8									

- Notas:
- (1) RF – Rio Federal.
 - (2) Vazão com permanência de 95%(ONS).
 - (3) Vazão calculada pelo somatório da vazão remanescente em Santa Cecília (71 m³/s) e as vazões incrementais das UHPs do trecho.
 - (4) Bacia incremental do Rio Paraíba entre e Foz e a Divisa com MG, excluindo a área da UHP III-f.
 - (5) UHP III-f – Os consumos dos trechos fluminenses dos rios federais já estão incluídos nas parcelas referentes ao consumo estadual. Só foram contabilizados os consumos dos rios federais nos trechos a montante da divisa.
 - (6) Vazão informada pela ANA.

Tabela 14.2.3 - Carga lançada e vazão de diluição, por UHP

RH	UHP	Nome	DBO (Kg/dia por UHP) Lançado	Vazão diluição (m ³ /s)
RH-I	I-a	Paraty	1.374,18	2,54
	I-b	Rio Mambucaba	-	-
	I-c	Angra dos Reis	7.445,67	13,79
	I-d	Ilha Grande	-	-
RH-II	II-a	Rio Pirai - montante de tocos	-	-
	II-b	Rio Pirai	1.804,54	3,34
	II-c	Foz Rio Pirai - Rio Sacra Família	3.421,38	6,34
	II-d	Reservatório de Lajes ^{(2) (5)}	-	-
	II-e	Rio Guandu ^{(2) (3) (6)}	3.936,54	7,29
	II-f	Rios Litorâneos	1.734,48	3,21
	II-g	Rio da Guarda ⁽³⁾	9.098,68	16,85
	II-h	Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos ⁽³⁾	57.038,06	105,63
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul – Margem direita (montante Santa Cecília)	27.836,60	51,55
	III-b	Rio Paraíba do Sul – Margem esquerda (montante Santa Cecília)	1.793,69	3,32
	III-c	Rio Paraíba do Sul - Margem direita (Santa Cecília - Piabanha)	2.961,78	5,48
	III-d	Rio Paraíba do Sul - Margem esquerda (Santa. Cecília - Paraibuna)	4.939,34	9,15
	III-e1	Rio Preto - Margem direita (montante Rio das Flores)	-	-
	III-e2	Rio das Flores	3.360,10	6,22
	III-e3	Rio Preto - Margem direita (Foz. Rio das Flores)	214,42	0,40
	III-f	Rio Paraibuna	385,60	0,71
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha	16.513,62	30,58
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado	1.631,22	3,02
RH-V	V-a	Rios Iguaçu e Saracuruna ^{(2) (3)}	122.343,07	226,56
	V-b	Lagoas de Jacarepaguá e Marapendí ⁽³⁾	84.229,81	155,98
	V-c1	Rios Pavuna-Meriti, Faria-Timbó e Maracanã, Ilha do Governador, Ilha do Fundão e Lagoa Rodrigo de Freitas ⁽³⁾	92.520,85	171,33
	V-d1	Rio Macacu	2.422,66	4,49
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu, Guaxindiba e Ilha de Paquetá	83.351,67	154,35
	V-e1	Lagoa de Niterói	6.568,75	12,16
	V-e2	Lagoa de Maricá	-	-
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	157,48	0,29
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	1.893,83	3,51
	VI-b	Rio Uma	-	-
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	13.086,75	24,23

RH	UHP	Nome	DBO (Kg/dia por UHP) Lançado	Vazão diluição (m ³ /s)
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios	8.794,57	16,29
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo	-	-
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes Margem direita Rio Paraíba do Sul	935,60	1,73
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes Margem direita Rio Paraíba do Sul	1.520,19	2,82
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé	9.953,42	18,43
	VIII-a2	Rio Imboacica	-	-
	VIII-b	Rio Jundiá / das Ostras	887,46	1,64
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluente Margem esquerda Rio Paraíba do Sul	-	-
RH-IX	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes Margem esquerda Rio Paraíba do Sul	543,70	1,01
RH-IX	IX-b	Rio Imbé	-	-
RH-IX	IX-c	Rio Macabu	1.062,02	1,97
RH-IX	IX-d	Lagoa Feia / Sistema Macaé-Campos	13.613,21	25,21
RH-IX	IX-e	Rio Pomba	2.941,98	5,45
RH-IX	IX-f	Rio Muriaé	7.062,02	13,08
RH-IX	IX-g	Sistema Vigário/Brejos/Foz Rio Paraíba do Sul (Margem esquerda)	1.138,97	2,11
RH-IX	IX-h	Rio Itabapoana	1.797,33	3,33
TOTAIS			602.315,22	1.115,40

Tabela 14.2.4 - Relação vazão de consumo e disponibilidade e Relação vazão de consumo/diluição e disponibilidade hídrica nas UHPs de Rios Estaduais

RH	UHP	Nome	Área (km ²)	Disponibilidade Q _{95%} (m ³ /s)	Vazão de Consumo Total (m ³ /s)	Vazão de Diluição (m ³ /s)	Vazão de consumo / Disponibilidade (%)	Vazão de consumo_diluição / Disponibilidade (%)
RH-I	I-a	Paraty	704,1	9,6	0,0307	2,54	0,3	26,8
	I-d	Ilha Grande ⁽⁴⁾	180,3	-	0,0037	-		
RH-II	II-b	Rio Pirai	501,6	6,7	0,0426	3,34	0,6	50,3
	II-c	Foz Rio Pirai - Rio Sacra Família	236,4	1,0	0,0522	6,34	5,2	638,8
	II-d	Reservatório de Lajes ⁽¹⁾	334,2	16,5	5,5113	-	33,4	33,4
	II-e	Rio Guandu ^{(2) (3) (5)}	1.059,8	129,3	95,1351	7,29	73,6	79,2
	II-f	Rios Litorâneos	384,4	3,4	- 0,8704	3,21	- 25,8	75,6
	II-g	Rio da Guarda ⁽³⁾	345,1	3,0	- 0,5135	16,85	- 16,9	475,1
	II-h	Rio Guandu-Mirim e rios Litorâneos ⁽³⁾	178,9	4,2	- 4,6807	105,63	-111,2	1.188,2
RH-IV	IV-a	Rio Piabanha	2.060,7	9,7	0,4985	30,58	5,1	320,7
	IV-b	Rios Paquequer, Calçado	1.393,5	8,3	0,1141	3,02	1,4	37,9
RH-V	V-a	Rios Iguaçú e Saracuruna ^{(2) (3)}	1.101,0	10,2	- 7,2841	226,56	- 71,7	1.299,3
	V-b	Lagoas de Jacarepaguá e Marapendí ⁽³⁾	317,5	2,2	- 11,0308	155,98	- 494,8	1.176,3
	V-c1e V-c2	Rios Pavuna-Merití, Faria-Timbó e Maracanã, Ilha do Governador, Ilha do Fundão e Lagoa Rodrigo de Freitas ⁽³⁾	409,3	2,6	- 11,1820	171,33	- 432,3	1.244,4
	V-d1	Rio Macacu	1.067,0	8,6	0,1265	4,49	1,5	53,6
	V-d2	Rios Guapimirim, Caceribu, Guaxindiba e Ilha de Paquetá	1.515,7	15,6	1,7385	154,35	11,2	1.002,0
	V-e1	Lagoa de Niterói	49,2	0,35	0,0000	12,16	0,0	440,0
	V-e2	Lagoa de Maricá	347,5	2,4	0,0922		3,8	
RH-VI	VI-a1	Rio São João (montante Juturnaíba)	1.341,0	16,0	0,0355	0,29	0,2	2,0
	VI-a2	Rio São João (jusante Juturnaíba)	817,5	9,8	0,0730	3,51	0,7	36,7
	VI-b	Rio Una	451,0	5,4	0,0163	-	0,3	0,3
	VI-c	Búzios, Lagoas Saquarema, Jaconé e Araruama	1.030,3	12,3	0,4322	24,23	3,5	200,7
RH-VII	VII-a	Rio Dois Rios	3.156,6	16,0	0,5348	20,23	3,4	130,1
	VII-b	Ribeirão das Areias e do Quilombo	725,7	1,7	0,0564	-	3,3	3,3
	VII-c1	Córrego do Tanque e afluentes MD Rio Paraíba do Sul	212,1	0,18	0,1428	4,55	13,4	440,0
	VII-c2	Rio do Colégio e afluentes MD Rio Paraíba do Sul	368,0	0,88				

RH	UHP	Nome	Área (km ²)	Disponibilidade Q _{95%} (m ³ /s)	Vazão de Consumo Total (m ³ /s)	Vazão de Diluição (m ³ /s)	Vazão de consumo / Disponibilidade (%)	Vazão de consumo_diluição / Disponibilidade (%)
RH-VIII	VIII-a1	Rio Macaé	1.790,7	11,9	0,8792	18,43	7,4	160,1
	VIII-a2	Rio Imboacica	57,8	0,14	0,0014		1,0	
	VIII-b	Rio Jundiá / das Ostras	162,8	0,91	0,0539	1,64	5,9	185,7
RH-IX	IX-a2	Valão d'Anta, afluentes ME Rio Paraíba do Sul	530,0	2,0	0,0911	1,01	4,5	53,9
	IX-b	Rio Imbé	980,8	7,0	0,0391	-	0,6	0,6
	IX-c	Rio Macabu	1.058,1	9,1	0,0493	1,97	0,5	22,2
	IX-d	Lagoa Feia / Sistema Macaé-Campos ⁽⁴⁾	3.107,7	-	8,5940	25,21		
	IX-g	Sistema Vigário/Brejos/Foz Rio Paraíba do Sul (ME) ⁽⁴⁾	1.347,8	-	0,1141	2,11		

Notas: (1) - Vazão regularizada pelo reservatório de Lajes.

(2) - As demandas dos municípios atendidos pelos sistemas Guandu/Lajes/Acari foram contabilizadas em cada uma das tomadas d'água desses sistemas, proporcionalmente as suas produções de água atuais.

(3) - As vazões de retorno dos municípios atendidos pelos sistemas Guandu/Lajes/Acari foram consideradas no balanço das UHPs.

(4) - Não foi possível o cálculo da disponibilidade hídrica na UHP.

(5) - No consumo total da bacia do rio Guandu foi incluída a parcela referente a vazão ambiental de 25 m³/s definida no PERH-Guandu.

Tabela 14.2.5 - Relação vazão de consumo e disponibilidade e Relação vazão de consumo/diluição e disponibilidade hídrica nas UHPs de rios Federais

RH	UHP/RF ⁽¹⁾	Nome UHP/ Rio Federal RF	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Vazão de Consumo Total (m ³ /s)	Consumo Federal (m ³ /s) ⁽⁵⁾	Vazão de Diluição (m ³ /s)	Vazão de Consumo / Disponibilidade (%)	Vazão de Consumo-diluição / Disponibilidade (%)
RH-I	I-b	Rio Mambucaba	355,6	5,4	0,0122			0,1	0,1
	RF	Rio Mambucaba na Divisa RJ/SP	382,8	5,9					
	I-c	Angra dos Reis	494,5	9,7	0,1281		13,79	1,1	115,9
	RF	Rio Ariró na Divisa RJ/SP	24,6	0,30					
RF	Rio Bracuí na Divisa RJ/SP	108,3	2,0						
RH-II	II-a	Rio Pirai - montante de tocos	274,7	3,7	0,0091			0,2	0,2
	RF	Rio Pirai na Divisa RJ/SP	105,0	1,4					
RH-III	III-a	Rio Paraíba do Sul - MD (mont. Sta. Cecília)	1.147,3	7,9	6,5981		51,55	62,9	553,2
	RF	Rio Bananal na Divisa RJ/SP	404,8	2,7	0,0140				
	III-b	Rio Paraíba do Sul - ME (mont. Sta. Cecília)	1.625,6	15,5	0,3161		3,32	2,0	23,5
	RF	Rio Paraíba do Sul em Santa Cecília ⁽²⁾	16.616,0	196,0		119,00			
	III-c	Rio Paraíba do Sul - MD (Sta. Cecília - Piabanha)	1.059,6	5,5	0,1046		5,48	1,9	99,1
	III-d	Rio Paraíba do Sul - ME (Sta. Cecília - Paraibuna)	719,1	3,8	0,1433		9,15	3,8	247,1
	RF	Rio Paraíba do Sul na Confluência Paraibuna/Piabanha ⁽³⁾	19.494,0	81,3					
	III-e1	Rio Preto - MD (mont. Rio das Flores)	867,4	9,6	0,0553	- 0,030	6,62	0,4	20,4
	III-e2	Rio das Flores	653,3	4,1	0,0783				
	III-e3	Rio Preto - MD (Foz. Rio das Flores)	247,2	1,6	0,0153				
	RF	Rio Preto - trecho MG	1.646,3	17,8					
	III-f	Rio Paraibuna	109,6	0,37	0,0190	- 0,020	0,71	0,2	33,6
	RF	Rio Paraibuna jus. Rio Preto	7.148,2	58,6	0,1040		20,51		
RF	Área incremental Foz - jus. Rio preto ⁽⁴⁾	1.300,2	4,5		-				

RH	UHP/RF ⁽¹⁾	Nome UHP/ Rio Federal RF	Área (km ²)	Q _{95%} (m ³ /s)	Vazão de Consumo Total (m ³ /s)	Consumo Federal (m ³ /s) ⁽⁵⁾	Vazão de Diluição (m ³ /s)	Vazão de Consumo / Disponibilidade (%)	Vazão de Consumo-diluição / Disponibilidade (%)
RH-IX	IX-a1	Rio Pirapetinga, afluente ME Rio Paraíba do Sul	170,5	0,65	0,0844	0,31	-	9,9	9,9
	RF	Rio Pirapetinga trecho MG	615,1	3,3					
	IX-e	Rio Pomba	896,7	2,4	0,2600	0,10	5,45	0,7	23,0
	RF	Rio Pomba na divisa RJ/MG	7.719,0	46,8			5,51		
	IX-f	Rio Muriaé	3.841,2	5,9	3,0135	- 0,010	13,08	14,7	87,8
	RF	Rio Muriaé na divisa RJ/MG	2.978,0	14,6			1,87		
	RF	Rio Paraíba do Sul - FOZ ⁽⁶⁾	55.500,0	367,9					
	IX-h	Rio Itabapoana	1.507,3	7,1	0,1432	0,72	3,33	3,8	18,3
RF	Rio Itabapoana - trecho ES e MG	3.368,0	15,8						

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção de uma “crise ambiental” vem adquirindo centralidade na agenda dos agentes públicos e privados, na medida em que a escalada da degradação ambiental põe em cheque a continuidade do crescimento econômico e do bem estar social. Especificamente em relação aos recursos hídricos, tornam-se frequentes os conflitos envolvendo os múltiplos interesses em torno da água, assim como os custos de seu suprimento para finalidades públicas e privadas, sobretudo em regiões metropolitanas e de localização de grandes empreendimentos econômicos.

Por esse motivo, é de crucial importância que o PERHI seja um instrumento orientador da atuação dos órgãos gestores, definindo critérios para a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do estado.

O objetivo do PERHI é tornar-se o documento de referência para o planejamento do uso dos recursos hídricos no estado. Entretanto, vários fatores contribuem para que isso não ocorra de forma coordenada. A cultura setorial arraigada e a relativa autonomia dos grupos técnicos que constituem a burocracia pública, e o fato de a política de recursos hídricos continuar dependente das fontes tradicionais de investimentos, que possuem mecanismos próprios de elegibilidade e priorização, justificam, em parte, essa situação. Ademais, a bacia hidrográfica não constitui um espaço de referência política para as instituições brasileiras.

Para alterar esse quadro, será necessário um pacto de adesão e compromisso em torno do PERHI. Sem firmar compromissos que reflitam em ações alicerçadas em metas mensuráveis não será possível avaliar o avanço das iniciativas vinculadas à Política Estadual de Recursos Hídricos e sem isso o PERHI não irá adquirir a necessária legitimidade para a orientação das políticas relacionadas aos recursos hídricos.

Cabe destacar que o papel do PERHI é o de estabelecer um referencial seguro e atualizado para o planejamento do uso dos recursos hídricos estaduais, definindo critérios para o estabelecimento de políticas públicas que orientem o desenvolvimento econômico e o ordenamento territorial de forma sustentável.

Com esse propósito, o diagnóstico da situação dos recursos hídricos reunido neste documento se constitui em um marco para o planejamento hídrico do estado.

16. BIBLIOGRAFIA

ACSELRAD, M.V; SANTOS, M.R.M; FALCÃO, M.F. (2008). **Disponibilidade financeira das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e da SERLA no Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNDRHI**: período 2004-2007. Nota Técnica nº 01 /2008/DGRH – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas, Rio de Janeiro, 2008, 14p

ACSELRAD, M. V.; PEREIRA, L. F. M.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; SANTOS, M. O. R. M. **A Solução Negociada para o Impasse da Cobrança pelo Uso da Água Envolvendo o Setor de Saneamento: a experiência do Comitê Lagos São João**, RJ. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Mato Grosso do Sul. Anais: ABRH, 2009a, 20p

ACSELRAD, M. V.; PEREIRA, L. F. M.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; SANTOS, M. O. R. M.(2009). **O Processo de Implementação da Cobrança pelo Uso da Água no Estado do Rio de Janeiro**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro de 2009b. Anais.

AGÊNCIA BRASIL: **Consumo de Água por Habitante no Brasil é Estável**. Disponível em www.agenciabrasil.ebc.com.br/noticia.

AGÊNCIA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (Agevap) - **Avaliação Ambiental Integrada das bacias dos rios Muriaé, Pomba, Piabanha e Paraibuna, afluentes do rio Paraíba do Sul**, Março de 2012

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) – Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água - **Dados sobre sistemas de abastecimento de água das sedes municipais**. Brasília, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) (2002a). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **“Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos”**. Brasília, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) (2002b). Superintendência de Outorgas. **Regularização dos usos da água na bacia do Paraíba do Sul: Manual de Procedimento para Outorga de Uso da Água na Indústria e Mineração**. Brasília, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água**. Volumes I e II. Brasília, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)**. Acesso em junho de 2011. Disponível em: <http://cnarh.ana.gov.br/sistemacnarh.asp>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos. Volume 6 – Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos – Manual do Usuário**. Brasília, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Procedimentos Técnicos de Outorga – Manual do Usuário**, Brasília, 2009.

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Nota Técnica Conjunta nº 01/2007/SUM/SPR**: Séries de Vazões de Usos Consuntivos nas Bacias dos Rios das Antas, Araguari, Aripuanã, Capivari, Comemoração, Correntes, Cubatão, Cuiabá, Curuá-Una, Doce, Guaporé, Guaíba, Ijuí, Itabapoana, Itajaí, Itiquira, Jacuí, Jamari, Jari, Jauru, Jequitinhonha, Manso, Mucuri, Paraguaçu, Paraíba Do Sul, Parnaíba, Ribeirão Das Lajes, Tapajós, Uatumã, Uruguai e Xingu, 2007.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Inventário das Estações Pluviométricas**, 2ª Edição. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 332p., 2009
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos**. Folder. Brasília/DF, 2011. arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/FolderOutorga.pdf
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Autorizações de Operação concedidas a dutos**. Agosto de 2012.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT) - **Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres - AETT/2007**. Acesso em agosto de 2012. Disponível em: http://appweb2.antt.gov.br/InformacoesTecnicas/aett/aett_2007/3.1.1.asp.
- ALBUQUERQUE, Ralph de Medeiros. **As pequenas centrais hidrelétricas do rio Iratim e seus impactos socioambientais**. In: PROCEEDINGS OF XIII JORNADA DO TRABALHO, 1., 2012, Presidente Prudente. Proceedings.. Centro de Estudos de Geografia do Trabalho.
- ALMEIDA, R.M.R. NETO, M.I. N., TUBBS, D. (2010). **Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu – Macacu**. UFF/FEC, 544p.
- ALMEIDA, R.M.R.; TUBBS, D. 2010. **Avaliação da Disponibilidade Hídrica Subterrânea da Bacia do Rio Macacu Utilizando o Histórico de Vazões da Estação 59235000-Macacu**. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Luis do Maranhão. 2010.
- AMARAL Jr. Alberto F. **Mapeamento Geotécnico Aplicado à Análise de Processos de Movimentos de Massa Gravitacionais: Costa Verde-RJ, escala 1:10.000**. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.
- AMARAL, K.J., 2003, **Estuário do Rio Macaé: Modelagem Computacional como Ferramenta para o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos**, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- AMARAL, T. **Alteração de Limite de Potência de Pequenas Centrais Hidrelétricas: uma avaliação de impactos na matriz energética**. Trabalho de graduação, UFRJ - Escola Politécnica. 2010.
- ARAÚJO, Wilson D. **A Defesa Civil no Estado do Rio de Janeiro frente à intensificação de desastres relacionados aos eventos hidrológicos extremos: elementos para um plano de atuação adaptativa**. Dissertação em Saúde Ambiental e Segurança, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. Rio de Janeiro, 2010. 169 p.

Atlas de Vulnerabilidade às Inundações, **Nota Técnica nº 01/2011/SUM/ANA**. Documento: 00000.000735/2011-02, 2011.

BANCO MUNDIAL, **Gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 292 p, 1988.

BARBOSA, C.F.;2005. **Hidrogeoquímica e a Contaminação por Nitrato em Águas Subterrâneas no bairro da Piranema – RJ**. 101. Dissertação (Mestre em Geociências). Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas.2005.

BARBOSA, T.A.S e DUPAS, F.A. **Utilização de uma matriz simplificada para a quantificação e qualificação dos impactos ambientais da PCH Ninho da Água**. IN: **Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas**, VI. Belo Horizonte, 21 a 25 de abril de 2008.

BEATRIZ, C. B., MONSORES, A. L. M.,LEAL,A .S., PIMENTAL.J. **Hidrogeologia do estado do Rio de Janeiro - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Ministério das Minas e Energia/Secretaria de Minas e Metalurgia/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**. Projeto Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: CPRM: Embrapa Solos; (2000).

BONESI, P. C. **Análise dos estudos ambientais da mastofauna em pequenas centrais hidrelétricas do Espírito Santo**. Revista do CEPRH Ano 13 Número: 51 out-nov-dez 2011.

BRANDÃO, Ana Maria de P. M. **As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano**. In: ABREU, M.A. (org.) *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Biblioteca Carioca, v.21 cap. 6. Rio de Janeiro, 1992.

BRANDÃO, Ana Maria de P. M. **As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano**. In: ABREU, M.A. (org.) *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Biblioteca Carioca, v.21 cap. 6. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL – ANA – Agência Nacional de Águas. Resolução nº131, de 11 de março de 2003. **Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União e dá outras providências**. 5p. 2003.

BRASIL – ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 395, de 04 de dezembro de 1998. **Estabelece os procedimentos gerais para Registro e Aprovação de Estudos de Viabilidade e Projeto Básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da Autorização para Exploração de Centrais Hidrelétricas até 30 MW e dá outras providências**. 8 p. 1998.

BRASIL – ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 343, de 09 de dezembro 2008. **Estabelece procedimentos para registro, elaboração, aceite, análise, seleção e aprovação de projeto básico e para autorização de aproveitamento de potencial de energia hidráulica com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH**. 12p. 2008.

- BRASIL – ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº 412, de 05 de outubro de 2010. Estabelece procedimentos para registro, elaboração, aceite, análise, seleção e aprovação de projeto básico e para autorização de aproveitamento de potencial de energia hidráulica de 1.000 até 50.000 kW, sem características de PCH.** 14 p. 2010.
- BRASIL – CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Deliberação nº 15, de 04 de novembro de 2002. **Dispõe sobre medidas complementares para a Implantação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul a partir de 2002, em atendimento à Deliberação CEIVAP nº 08/2001.** 4 p. 2002.
- BRASIL. Lei Federal nº 9433 de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** 14 p. 1997.
- BRASIL. Lei Federal nº 9984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.** 12 p. 2000.
- BRAUN, W. A. G. **Contribuição ao Estudo da Erosão no Brasil e seu Controle.** *Rev. Bras. de Geografia*, 23(4):591-642. Out-Dez 1961.
- BURIAN, P. P. **Avaliação Ambiental Estratégica como instrumento de licenciamento para hidrelétricas – o caso das bacias do rio Chopim no Paraná.** ANPPAS II Encontro Anual, Indaiatuba, SP, 26 a 29 de maio de 2004.
- BURIAN, P. P. **Do estudo de impacto ambiental a avaliação ambiental estratégica: ambivalências do processo de licenciamento ambiental do setor elétrico.** Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Tese. 2006.
- CAETANO, L. C. 2000. **Água Subterrânea em Campos dos Goytacazes – RJ: uma opção para o abastecimento.** 112p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Programa de Pós-Graduação em Administração e Política em Recursos Minerais. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências - Campinas, SP.
- CAPUCCI, E. B. 2003. **Água Subterrânea na Baixada Campista.** I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. Petrópolis, RJ. Anais. ABAS.
- CAPUCCI, E., MARTINS, A., MANSUR, K.L., MONSORES, A. L. M. **Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas – Orientação aos Usuários.** Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS); Secretaria de Energia, da Indústria e do Petróleo estados do Rio de Janeiro. Departamento de Recursos Minerais, DRM. Projeto Planágua – SEMADS- GTZ. 2001.
- CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira. **Dos Pântanos à Escasses: Uso da Água e Conflitos na Baixada dos Goytacazes – São Paulo: Annablume, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2003.**
- CASTANY, G. 1971. **Tratado Practico de las Aguas Subterraneas.** Ed. Omega,

- CASTRO, Antônio Luiz C. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 5ª ed. Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2003.
- CASTRO, F. G. de. **Caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica da bacia sedimentar de Resende -RJ**. Rio de Janeiro, 2002. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CASTRO, N. J. *et alii* **Expansão do Sistema Elétrico Brasileiro e o Potencial Hidroelétrico da Região Amazônica**. GESEL/UFRJ, Texto de Discussão do Setor Elétrico - TDSE, Nº 50. 2012.
- CCR NOVADUTRA. Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.novadutra.com.br/>.
- CCR VIALAGOS. Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.rodoviadoslagos.com.br/>.
- Cedae - Companhia Estadual de Águas e Esgotos (2012): **Dados sobre sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**.
- CEPED/UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2010. Volume Rio de Janeiro**. Coordenação do Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina. 2011.
- CHRISTOFIDIS, D. Recursos Hídricos, **Irrigação e Segurança Alimentar**: O Estado das Águas no Brasil, 2001-2002, ANA/MMA, Brasília, ISBN 85.89629.01.5, 2003.
- CICCO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacia com cobertura vegetal natural de Mata Atlântica**, Cunha – SP. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, FFLCH/USP, São Paulo. 2004. 124 p.
- CNARH - Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (2012): **Coordenadas dos Pontos de Captação**.
- COELHO NETTO, A. L. *et alii*. January 2011: **the extreme landslide disaster in Brazil**. In: **Second World Landslide Forum, Proceedings**. Roma, 3-7 outubro 2011.
- COMPANHIA DE CONCESSÃO RODOVIÁRIA JUIZ DE FORA-RIO (CONCER) – Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.concer.com.br/>.
- CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE JUTURNAÍBA (2012): **Dados sobre sistemas de abastecimento de água dos municípios de Silva Jardim, Araruama e Saquarema**.
- CONCESSIONÁRIA ÁGUAS DE NITERÓI (2012): **Dados sobre sistemas de abastecimento de água dos municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí**.
- CONCESSIONÁRIA RIO-TERESÓPOLIS (CRT) - Acesso em agosto de 2012. Disponível em: www.crt.com.br.
- CONCREMAT ENGENHARIA - **Estudos Hidrológicos e Projetos Básicos para a Região de Itaipava – Petrópolis**, Outubro de 2011.

- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Pesquisa CNT de Ferrovias**.
Brasília: 2011. Disponível em:
http://www.cnt.org.br/Paginas/Pesquisas_Detalhes.aspx?p=7.
- CONSÓRCIO ECOLOGUS – AGRAR. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Guanabara**, 2005.
- CONSÓRCIO ETEP-ECOLOGUS-SM GROUP. **Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba**. (1998).
- COSTA, Tanize Couto, et al., **Um Estudo Sobre Os Impactos do Acidente Ambiental da Cataguazes Papel” sobre as Comunidades de Pescadores da Foz do Rio Paraíba do Sul**.
- COSTA, W.D.1998. **Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos**. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo.1998.
- CPRM. **Mapa de Isoietas do Estado do Rio de Janeiro**. Projeto Rio de Janeiro, 2002.
- CPRM. **Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Projeto Rio de Janeiro. Serviço Geológico do Brasil. 2000.
- CPRM. **Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 58**. Fevereiro de 2003.
- CPRM. **Relatório-síntese do trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59**. Novembro de 2002.
- CPRM. **Atlas Pluviométrico do Brasil. Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Biodiversidade**. Versão 2.0. Atualizada em novembro de 2011.
- CRUSCIOL, C. A. et al - **Produtividade e qualidade industrial de grãos de arroz de terras altas em função de lâminas de água no sistema irrigado por aspersão**. Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Campus Botucatu, Fazenda Experimental. Internet acessado em 05/02/2013: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/2461/1641>, 2002.
- CRUZ, A.. **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**. (2006). Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Setor de Geologia e Engenharia Ambiental
- CUSTODIO, E.; **Evaluación de la recarga por la lluvia mediante métodos ambientales químicos, isotópicos y térmicos**. En: **La evaluación de la recarga a los acuíferos en la planificación hidrológica**. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid. 1997. p. 83–108.
- DIEESE. **A Situação do trabalho no Brasil na primeira década dos anos 2000; Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos**. -- São Paulo, 2002.

- D'ORSI, Ricardo Neiva. **Correlação entre Pluviometria e Escorregamentos no Trecho da Serra dos Órgãos da Rodovia Federal Br-116 RJ** (Rio-Teresópolis). Tese. Escola de Engenharia Civil, Coppe-UFRJ. Rio de Janeiro, 2011.
- DRM. **Diagnóstico de Risco a Escorregamento no estado do Rio de Janeiro e Plano de Contingência do NADE/DRM no período dez/2012 a abr/2013**. Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Relatório Geotécnico. Niterói, dez/2012.
- DRM. **Relatório sobre Produtos de Mapeamento de Risco em 18 Municípios Bloco 10 – Região das Baixadas Litorâneas e Complementos**. Niterói, 17-julho-2013.
- DRM-RJ - **Diretrizes Públicas para uma Mineração Sustentável no estado do Rio de Janeiro**”, março de 2008
- DRM-RJ - Serviço Geológico do estado do Rio de Janeiro. **Diretrizes Públicas para uma Mineração Sustentável no estado do Rio de Janeiro** - Relatório Final. Convênio MME / SGM N° 002/2006, 2008.
- DRM-RJ. **Megadesastre da Serra**. Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro, PUC-Rio, UFRJ e Uerj. Niterói, jan/2011.
- ECOLOGUS ENGENHARIA CONSULTIVA - **Serviços Emergenciais na Macrodrenagem do município de Nova Friburgo e Projetos do Parque Fluvial no Córrego d' Antas**. Volume I: Relatório Final, Novembro de 2011.
- ELETRONBRAS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. 2000.
- EMATER. **Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA**, estado do Rio de Janeiro, RIO/CPLAN/NIDOC, 2010. http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/aspa2010_culturas_correcao.HTM acessado, em 20/09/2012.
- ENGENPLUS ENGENHARIA CONSULTORIA LTADA E ÁGUA E SOLO. **Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé / Ostras – PRH – Macaé/Ostras**. Relatório do Diagnóstico de Disponibilidades Hídricas da Região Hidrográfica Macaé e Das Ostras – RD – 04, Versão Final, Dezembro de 2012.
- EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2021**. Empresa de Pesquisa Energética. 2012.
- ERTHAL, F. e MANSUR, K.L. (2003). DRM – **Poços Cadastrados já são 3.500**. Revista ABAS – RJ. Ano I, nº01 Ago/SET 2003.
- ECOLOGUS/EL PASO. **Estudo de disponibilidade hídrica da bacia do rio Macaé**. Relatório Final. Março de 2004.
- ESDEC. **Mapa de Ameaças Naturais do estado do Rio de Janeiro e artigo Prevenindo Desastres**. Escola de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro, publicado na Revista Emergência, Ago/2012.

ESPÍRITO SANTO – IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Instrução Normativa nº 019, de 04 de outubro de 2005.** Estabelece procedimentos administrativos e critérios técnicos referentes à outorga de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água do domínio do Estado do Espírito Santo. 6 p. 2005.

ESPÍRITO SANTO – IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Instrução Normativa nº 008, de 10 de julho de 2007.** Estabelece procedimentos administrativos e critérios técnicos referentes à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e Outorga de Direito Uso de Recursos Hídricos para aproveitamentos hidrelétricos em corpos de água de domínio do Estado do Espírito Santo. 5 p. 2007.

Euclides, H. P., Ferreira, P. A., Filho, R. F. F., Santos, A. P., **Regionalização hidrológica na região hidrográfica capixaba, compreendida entre os limites da bacia do rio Doce e do rio Itabapoana.** I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste.

FACURI, M. F. **A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental:** A importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Recursos Naturais, Pós Graduação em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá. Itajubá 2004.

FEITOSA, E.C.; FILHO, J.M., COSTA, W.D., FEITOSA, F.A.C., DEMÉTRIO, J.G.A.D., FRANÇA, H.P.M. (2008). **Hidrogeologia, Conceitos e Aplicações**, cap. 7.1.3 ed ver. E ampl - Rio de Janeiro: CPRM: LABHID.2008.

FERROVIA CENTRO-ATLÂNTICA (FCA) - Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.fcasa.com.br/>.

FIOCRUZ/SEA. **Mapa de Vulnerabilidade da População do Estado do Rio de Janeiro aos Impactos das Mudanças Climáticas nas Áreas Social, Saúde e Ambiente. Relatório 4 - Versão final.** Coordenação geral de Martha Macedo de Lima Barata e coordenação técnica de Ulisses E. Cavalcanti Confalonieri da Fundação Oswaldo Cruz. Estudo contratado pela Secretaria de Estado do Ambiente - SEA. Fevereiro de 2011.

FIPERJ, **“Relatório de Visita e Avaliação do Acidente Ambiental no Rio Paraíba do Sul, trecho entre São Fidélis e São João da Barra”**, datado de dezembro de 2008, e produzido pela Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro.

FIRJAN. **Informe do Polo de Fruticultura do Norte/Noroeste do estado do Rio**, Ano XI nº 4 - Junho de 2012,

FRANCISO, CRISTIANE NUNES - **Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal:** o caso de Angra dos Reis, RJ. Programa de Pós-Graduação em Geociências/UFF, 178f. Niterói, 2004.

FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V.; CARVALHO, J. L. **Hydrological processes at two subtropical forest catchments;** the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. *Journal of Hydrology*, n. 196, p.26-46, 1997.

FUNDAÇÃO CEPERJ, **Sistema de abastecimento de água, segundo as Regiões de Governo, municípios e localidades estado do Rio de Janeiro.** 2008. Disponível em <http://www.fesp.rj.gov.br/>. Acesso em: 13 de junho de 2012 as 16 horas.

- GasNet. **Gasodutos em Operação**. Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/>
- GODOY, J. M. **Características Químicas e Físico- Químicas de Águas Subterrâneas do estado do Rio de Janeiro**. 1st Joint World Congresso on Groundwater. 2000. Fortaleza, Ce.
- GOES, M. H. B. (1994) **Diagnóstico ambiental por geoprocessamento do município de Itaguaí/RJ**. Rio Claro/SP, UNESP (Tese de doutorado), 529p.
- GUIMARÃES, V. S. et. al, 2008. **A Rede Hidrometeorológica Básica Nacional**; Sob Administração da Agência Nacional de Águas. ANA, Brasília, DF. 15 p.
- HD PLANEJAMENTO E CONSULTORIA - **Estudos e Projetos para Controle de Enchentes e Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Bananal em Barra Mansa-RJ**. Dezembro de 2011
- HIGHLAND, L. M e BOBROWSKY, P. **O Manual de Deslizamento - Um Guia para a Compreensão dos Deslizamentos**. Geological Survey Circular 1325, 129p. Reston, Virginia, EUA. 2008.
- HORIKOSHI, Andréa S. e FISCH, Gilberto. **Balço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP**. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Universidade de Taubaté, v. 2, n 2 ago 2007.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1980,1991, 2000 e 2010): **Censos Demográficos**.
- IBGE, **Censo Agropecuário**, 2006.
- IBGE. **Censo Agropecuário**. 2006.
- IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**, Série Manuais Técnicos de Geociências, 1992.
- IBGE. **Mapa de Clima do Brasil**. 2002.
- IBGE/CIDADES (2012) – <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default2.php> acessado em 18/09/2012
- IEF-RJ. **Mapa da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Fundação Instituto Estadual de Florestas (incorporada ao atual Inea), 1994.
- INMET - **Normais Climatológicas (1931-1960)**. Ministério da Agricultura, 78p. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Rio de Janeiro, 1979.
- INPE/SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. Relatórios de 2005 e 2010.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio) – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/>.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Inea). **As Áreas Protegidas no Estado do Rio de Janeiro** - Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>.

Inea, 2011. Edital MCT/CNPq/CT-Hidro/ANA N ° 15/2010. **Capacitação do Inea para a integração das bases de dados quali-quantitativa do estado do Rio de Janeiro e sua articulação com o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos.**

Inea – Instituto Estadual do Ambiente: **Principais intervenções estruturais no Estado do Rio de Janeiro**, 2012.

JONES, Fred. **Landslides of Rio de Janeiro and Serra das Araras Escarpment**, Brazil. Geological Survey Professional Paper 697. Washington, USA. 1973.

KUMAR, C.P. Groundwater Assessment Methodology Disponível em: www.sys.virginia.edu/research/environment/albemarlegroundwater/Resources/GWA.pdf

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ **Atualização e Complementação do Projeto de Recuperação da Infraestrutura Hídrica da Baixada Campista nos Municípios de Campos dos Goytacazes, São João da Barra e Quissamã no estado do Rio de Janeiro**, Junho de 2011

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ - **Estudo Preliminar de Controle de Inundações do rio Muriaé**, Janeiro de 1997

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ - **Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos rios Iguaçú/Botas e Sarapuí**, Dezembro de 2010.

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ - **Projeto de Revitalização do Estirão Urbano do Rio Macaé**, Julho de 2004

LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE DA COPPE/UFRJ. RT - 04- **Avaliação de Fontes Alternativas para o Abastecimento do estado do Rio de Janeiro, com Ênfase no Abastecimento da Região Metropolitana**, Agosto de 2012.

LAURIA, D. C.; GODOY, J. M. **Origem e Transporte de Rádio nas Águas Subterrâneas de Buena**, RJ. 1st Joint World Congresso n Groundwater. 2000. Fortaleza, Ce.

LOPES, M.F.C.1994. **Condições de Ocorrência de Água Subterrânea nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari**. Dissertação de Mestrado. Campinas: Fac. Engenharia Civil, UNICAMP. 83p

LSPA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** - Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil – Fevereiro, 2012.

MAFFIA, A. M. C. **Impactos ambientais decorrentes da mineração de bauxita e proposição de estratégias de formação docente no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro**. Tese. Universidade Federal de Viçosa, 2011.

- MAFFIA, A. M. C., SILVA, E., BRAÚNA, R. C. A. e RIBEIRO, G. A. **Entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro: Bauxita versus Uso Tradicional da Terra.** Viçosa, 2013.
- MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira. **A Situação do Monitoramento das Águas no Brasil** - Instituições e Iniciativas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n.3, p. 23-43, 2000.
- MALTA, F.S., 2005, **Estudo de correntes de maré no complexo estuarino da Baía de Guanabara – RJ**, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MANSUR, K.L, MARTINS, A., 2003. **O Caso das Águas Subterrâneas no estado do Rio de Janeiro.** I Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. Petrópolis, RJ. Anais, pg. 109-112, ABAS.
- MARENCO, José A. e ALVES, Lincoln M. **Tendências hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul.** *Rev.Bras. Meteorologia*, v.20, nº 2, 215-226, 2005.
- MARTINS, A. M., CAPUCCI, E., CETANO, L. C., CARDOSO, G.; BARRETO, MONSORES A. B. C. A. L. M., Leal, A. S; Viana, P. **XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.**Curitiba. 2006.
- MATO GROSSO – SEMA - Secretaria do Estado do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 004, de 02 de março de 2012.** Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio do Estado e dá outras providências. 4 p. 2012.
- MENTE, A. **A Água Subterrânea no Brasil.** Hidrogeologia, Conceitos e Aplicações, cap.1.3.3ed ver. E ampl- Rio de Janeiro: CPRM: LABHID.2008.
- MIELNIK, O. e NEVES, C. C. **Características da estrutura de produção de energia hidrelétrica no Brasil.** In: ROSA, L.P., SIGAUD, L. & MIELNIK, O. (coord.) Impactos de Grandes Projetos Hidrelétricos e Nucleares. AIE/COPPE, Editora Marco Zero e CNPq. 1988.
- MINAS GERAIS – CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 28, de 08 de julho de 2009.** Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para análise e emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos em corpo de água de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. 10 p. 2009.
- MINAS GERAIS – SEMAD/IGAM – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Resolução Conjunta nº 1768, de 30 de novembro de 2012.** Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão de outorga para fins de aproveitamento de potencial hidrelétrico em corpos de água de domínio do estado de Minas Gerais, e dá outras providências. 2 p. 2012.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Banco de Dados Georreferenciado 2010 – PNLT.** Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/conteudo/3322>.

- MME/CEPEL. **Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas**. Ed. 2007.
- MONSORES, A. L. M., NUMMER, A. R., TUBBS, D. **Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Intergranulares a Oeste do Rio Guandu, Município de Seropédica/RJ**. 2003. ELETROBOLT, Relatório de Consultoria Técnica, 2003. 234 p.
- MORAES, Flavia Lins de Barros - **Contribuição metodológica para análise local da vulnerabilidade costeira e riscos associados: estudo de caso da Região dos Lagos, Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFRJ, Dezembro de 2010.
- MOTTA, C. M. **O Modelo Neoliberal Brasileiro e o Setor Elétrico: reestruturações e crises (1995-2005)**. PUC-SP, São Paulo. 2006.
- MOURA M. V. C. **Contribuição para o Estabelecimento de Critérios de Outorga para Aproveitamentos Hidrelétricos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – UFMG. 2006.
- MRS LOGÍSTICA S.A. **Acesso em agosto de 2012**. Disponível em: <http://www.mrs.com.br/>
- NUNES, T.C.O. (2009). **Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos e a Dupla Dominalidade das Águas: o caso da integração do Sistema Nacional e dos Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos na bacia do rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado em Administração – Fundação Getúlio Vargas – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Rio de Janeiro
- NUNES, T.C.O, ACSELRAD, M.V, SANTOS, M.R.M. **Integração do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH**. In: II Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. Rio de Janeiro 12 a 17 de outubro de 2008, Anais.
- NUNES, T.C.O., ACSELRAD, M.V., SANTOS, M.R.M., FORMIGA-JOHNSSON, R. M. **O sistema estadual de informações de recursos hídricos em implantação no Estado do Rio de Janeiro**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 27 de novembro a 1 de dezembro de 2011, Anais.
- OLIVEIRA, Flávia Lopes & MELLO, Edson Farias. **A mineração de areia e os impactos ambientais na bacia do rio São João - RJ**. *Revista Brasileira de Geociências*, volume 37 (2): 374-389, junho de 2007.
- OLTÁVARO, M;V; **Metodos para determinar la recarga en acuíferos**. Disponível em: www.bdigital.unal.edu.co/4442/1/EA3760.pdf
- ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN** Relatório Final - Dezembro de 2005.
- PEREIRA.Y.S. KILMELMANN A.A.2004. **Availability and Consumption of Groundwater Resources in the Campinas Region, SP, Brazil**. TERRAE,v1, nº 1.
- PIMENTEL, David & KOUNANG, Nadia. **Ecology of Soil Erosion in Ecosystems**. *Ecosystems* 1: 416–426, 1998.

- PINHEIRO, M. F. B. **Problemas sociais e institucionais na implantação de Hidrelétricas: seleção de casos recentes no Brasil e casos relevantes em outros países.** Dissertação (Mestrado). Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2007. 211 p.
- PINTO, B. V.; GODOY, J.M.; ALMEIDA, M.C. **Características Químicas e Físico- Químicas de Águas Subterrâneas do estado do Rio de Janeiro.** 2006. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e a Feira Nacional de Água Curitiba/PR
- PLANER/FUNDENOR. **Estudos Hidrológicos / Determinação de vazões para obtenção de outorga de água nas bacias hidrográficas de interesse do Programa Moeda Verde Rio Cana.** Outubro de 2004.
- PMMR - **Plano Municipal de Redução de Risco do Município de São Gonçalo Relatório Parcial dos Riscos de Inundação,** Universidade Federal Fluminense, Setembro de 2006.
- PROGRAMA ESTADUAL DE INVESTIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, RJ - **Relatório de Consolidação - Sub-Região A - Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana,** Dezembro de 1997.
- PROJETO PLANÁGUA SEMADS/GTZ, Maio de 2001.
- Prolagos S/A (2012)- Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto (2012): **Dados sobre sistemas de abastecimento de água dos municípios de Cabo Frio, Armação dos Búzios, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo.**
- RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais - Vegetação. Projeto Radambrasil,** Vol. 32. Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória. 1983.
- REICHARDT, K. TIMM, L. C. **Solo, planta, atmosfera. Conceitos, processos, aplicações.** Ed. Manole. Barueri, 2004.
- RICHARDS, K., 1982, **Rivers, form and process in alluvial channels,** 1ª ed., New York, Methuen & CO. Ltd.
- RIO DE JANEIRO – SERLA – Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. **Portaria nº 567, de 07 de maio de 2007.** Estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para cadastro, requerimento e emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. 16 p. 2007.
- RIO DE JANEIRO – SERLA – Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas. **Portaria nº 591, de 14 de agosto de 2007.** Estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga para uso de potencial de energia hidráulica para aproveitamentos hidrelétricos em rios de domínio do estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. 5 p. 2007.
- RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 3239, de 02 de agosto de 1999.** Institui a política estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências.

- RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 4247, de 16 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos Hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
- RIO DE JANEIRO. **Lei Estadual nº 5101, de 04 de outubro de 2007.** Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – Inea e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais. 13 p. 2007.
- RIO-AGUAS, Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro, **Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro**, 2008.
- RISSER, D. W.; WILLIAN, J. G.; GORDON, 2005. **Comparison of Methods for Estimating Ground-Water Recharge and Base Flow at a Small Watershed Underlain by Fractured Bedrock in the Eastern United States.** Service Scientific Investigations Report 2005-5038U. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: EUA.
- RODOVIA DO AÇO. ACCIONA CONCESSÕES. **Acesso em agosto de 2012.** Disponível em: <http://www.rodoviadoaco.com.br/site/page/>.
- ROSMAN, P.C.C., 2000, SisBaHiA – (Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental) – **Documentação de referência técnica** – Fundação COPPETEC – COPPE/UFRJ. Disponível na internet no site: www.sisbahia.coppe.ufrj.br.
- ROSMAN, P.C.C., 2006, **Modelagem Computacional da Hidrodinâmica e da Intrusão Salina no canal de São Francisco, Baía de Sepetiba-RJ, para Avaliação de Disponibilidade Hídrica**, Projeto COPPETEC: PEnO-6963, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- ROTHMAN, Franklin Daniel. **A expansão dos projetos de barragens e mineração na Zona da Mata - MG: Articulando as lutas de resistência a favor da agricultura familiar.** IN: Seminário Nacional de Desenvolvimento e Conflitos Ambientais, I. Belo Horizonte, UFMG/FAFICH, de 02 a 04 de abril de 2008.
- SABINO, Evelyn F. da S. **Inventário de Risco de Deslizamento na Comunidade Santa Marta, Botafogo, Rio de Janeiro. Monografia**, Departamento de Geociências do Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2010.
- SANETAL ENGENHARIA E CONSULTORIA - **Estudos e Projetos de Macrodrenagem para Controle de Enchentes no Município de São Gonçalo.** RJ, Novembro de 2010.
- SANTA CATARINA – SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. **Portaria nº 35, de 12 de novembro de 2007.** Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado, de que trata a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, e dá outras providências. 26 p. 2006.
- SANTA CATARINA – SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. **Portaria nº 007, de 03 de fevereiro de 2009.** Altera a Portaria SDS nº 35, de 12 de novembro de 2007, que estabelece os procedimentos técnicos e administrativos para emissão da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e de Outorga para Uso de Potencial de Energia Hidráulica para Aproveitamentos Hidrelétricos em Rios de Domínio do Estado em Santa Catarina. 2 p. 2009.

- SANTA CATARINA – SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. **Parecer Técnico DRHI nº. XX/08**. Definição da metodologia de análise técnica da Reserva de Disponibilidade Hídrica para empreendimentos hidrelétricos no Estado de Santa Catarina. 15 p. 2008.
- SANTA CATARINA. **Decreto Estadual 4.778, de 11 de outubro de 2006**. Regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, de domínio do Estado, de que trata a Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, e dá outras providências. 26 p. 2006.
- SANTOS, Wagner de Almeida - **Caracterização Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Saracuruna – RJ: Planejamento e Gestão**. Dissertação de mestrado em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFF, Março de 2006.
- SÃO PAULO – DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Instrução Técnica DPO nº 5, de 10 de novembro de 2011**. Outorga de Aproveitamentos Hidrelétricos UHE/PCH/CGH. p. 2011.
- SEA/INEA. **O Estado do Ambiente: Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro - 2010**. Governo do estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado do Ambiente, Instituto Estadual do Ambiente. 2011. Shapes disponíveis no site www.inea.rj.gov.br
- SEA/INEA. **O Estado do Ambiente: Indicadores Ambientais do Rio de Janeiro - 2010**. Governo do estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Estado do Ambiente, Instituto Estadual do Ambiente. 2011. Shapes disponíveis no site www.inea.rj.gov.br
- SEA/UFRJ. **Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal do estado do Rio de Janeiro**. In: COELHO NETO (Coord.) Análise e Qualificação Socioambiental do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000): subsídios ao zoneamento ecológico-econômico. Secretaria Estadual do Ambiente (SEA-RJ), Fundação Coppetec e Laboratório de Geohidroecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Data dos relatórios - 2009. Data das imagens utilizadas no mapeamento - 2007.
- SEBRAE. **Diagnóstico da Cadeia Aquícola para o Desenvolvimento da Atividade no estado do Rio de Janeiro**. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no estado do Rio de Janeiro-RJ. Abril. 225p, 2002.
- SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA DE SÃO PAULO. **Manual de Gerenciamento para Controladores do Consumo de Água**: SABESP – Secretaria de Minas e Energia – São Paulo. 100pg. Disponível em: www.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Manual%20do%20controlador.pdf
- SECRETARIA DE URBANISMO E OBRAS - PREFEITURA DE RIO DAS OSTRAS - **Estudos Sobre os Alagamentos de Rio das Ostras**, Maio de 2009.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO. **Mata Ciliar – Preservação das Nascentes de Água e Vida**. 2009.35p.
- SIGAUD, L. **Efeitos sociais de grandes projetos hidrelétricos: as barragens de Sobradinho e Machadinho**. In: ROSA, L.P., SIGAUD, L. & MIELNIK, O. (coord.) Impactos de Grandes Projetos Hidrelétricos e Nucleares. AIE/COPPE, Editora Marco Zero e CNPq. 1988.

- SILVA JÚNIOR, G. C.; LOWSBY, M.G; ALVES, M. G., FERRUCIO, P.L.; MONTEIRO, C. A., ALMEIDA, R. R. **A Problemática da Intrusão Marinha nos Aquíferos Costeiros do Leste Fluminense: Um Estudo de Caso – A Região Oceânica de Niterói.** 1st Joint World Congress on Groundwater. 2000. Fortaleza, Ce.
- SILVA, B. G. **Evolução do setor elétrico brasileiro no contexto econômico nacional: uma análise histórica e econométrica de longo prazo.** Dissertação, USP, São Paulo. 2011.
- SILVA, Fábio Luiz de Moraes, PIMENTEL, Jorge e FREITAS, Antônio Carlos do N. **Inventário de Escorregamentos do estado do Rio de Janeiro.** CPRM, 2000.
- SILVA, Maria Helena Carvalho da Silva et AL. **Aquicultura no estado do Rio de Janeiro: Aspectos Sociais e Econômicos da Produção Aquícola - Período de 2009 a 2011.** 2012.
- SILVE, E. M. & POMPEU, P. S. **Análise crítica dos estudos de ictiofauna para o licenciamento ambiental de 40 PCH no estado de Minas Gerais.** CEPRH. Artigos Técnicos, 2008.
- SILVESTRE *et al.* **Problemas Ambientais Decorrentes da Exploração de Rochas Ornamentais no Município de Santo Antônio de Pádua – RJ.** Revista Geonorte, Edição Especial, V.3, N.4, p. 281-289, 2012.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2010): **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos das Sedes Municipais.**
- SONDOTÉCNICA ENGENHARIA DE SOLOS S.A - **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim,** Outubro de 2006.
- SONDOTÉCNICA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.** 2006
- SONDOTÉCNICA/ANA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.** 2006.
- STERNBERG, H. O'REILLY. **Enchentes e Movimentos Coletivos do Solo no Vale do Paraíba em dezembro de 1948 - Influência da Exploração Destrutiva das Terras.** *Rev. Bras. de Geografia*, 12(2):67:105. 1949.
- STRAUCH, C. E. **Acidentes com produtos perigosos no transporte rodoviário no estado do Rio de Janeiro: Propostas de melhoria nas ações que visam às respostas emergenciais.** Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Junho de 2004.
- SUDERHSA - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Avaliação e Proposição da Rede de Monitoramento Hidrometeorológica e de Qualidade de Água.** Governo do Paraná. Vol.1. 74 p., 2009
- T.JANER (1994). **Água Subterrânea: Fonte de Abastecimento Econômica e Segura.**
- TOWNSEND, Claudio Ramalho. **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia.** EMBRAPA Nº21, nov./2000.

TRANSPETRO. **Mapas de Terminais e Dutos**. Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.transpetro.com.br>.

TUBBS, D. **Ocorrência das Águas Subterrâneas – “Aquífero Piranema” – Município de Seropédica, área da Universidade Rural e Arredores, estado do Rio de Janeiro**. FAPERJ (Fundação de Amparo a Pesquisa do E. Rio Janeiro). Relatório Final de Pesquisa, 1999 – 123 p.

TUBBS, D., RAPOSO, R. M., ROSA, F. A. **Hidrogeologia do “Aqüífero Tamoios”, Município de Cabo Frio, estado do Rio de Janeiro**. XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2012. Bonito, MT.

TUCCI, C. E. M.- **Regionalização das Vazões** - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - IPH – UFRGS. Porto alegre, 2000.

UFF/FEC, 2010, **Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu, Projeto Macacu**, Niterói, RJ.

USDA. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service. **Comparing Ground-Water Recharge Estimates Using Advanced Monitoring Techniques and Models**. U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research Washington, DC 20555-0001. 2003. 57p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal**. IBGE, Rio de Janeiro. 1991.

VIANA, E. M. F. *et alii* **Elaboração de um projeto de mecanismo para transposição de peixes utilizando canal de adução de uma PCH**. V Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, Florianópolis – SC, 03 a 06 de abril de 2006.

VIANA, V. J. **Riscos ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na Área de influência da ETA Guandu-RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Dezembro de 2009.

WAHNFRIED, I.; HIRATA, R.; 2005. **Comparação dos Métodos de Estimativa de Recarga de Aquíferos em uma Planície Aluvionar na Bacia Hidrográfica do Alto Tiete (São Paulo)**. In: ABRH – Revista Brasileira dos Recursos Hídricos. 15 – 25 p.

WMO, World Meteorological Organization (1994). **Guide to Hydrological Practices**. WMO nº .168, 5ª edition. Geneve, Switzerland.

Sites pesquisados:

<http://www.ana.gov.br/>

<http://www.inea.rj.gov.br/>

<http://pnqa.ana.gov.br/Estrutura/PNQA.aspx>

Base legal:

Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.

Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000.

Lei Estadual nº 3.239, de 2 de agosto de 1999.

Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.