

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**

R3-A - TEMAS TÉCNICOS ESTRATÉGICOS

RT-03 - Vulnerabilidade a Eventos Críticos

Volume 1

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

Revisão final

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 DO VOLUME 1

1. APRESENTAÇÃO	1
2. OCORRÊNCIAS DE DESASTRES NATURAIS.....	2
2.1. Contexto Global e Monitoramento de Desastres no Brasil.....	2
2.2. Disponibilidade de Dados para o Estado do Rio de Janeiro	7
2.2.1. Fontes de dados e informações	7
2.2.2. Critérios de consolidação dos dados obtidos.....	13
2.3. Desastres Naturais ocorridos antes do ano 2000 no estado RJ	16
2.3.1. Histórico do Corpo de Bombeiros até 1999	16
2.3.2. Registros em decretos estaduais de 1979 a 1999.....	18
2.4. Desastres Naturais Ocorridos de 2000 a 2012, no Estado RJ	21
2.4.1. Valores totais.....	21
2.4.2. Comparação com o Mapa de Ameaças Naturais	25
2.4.3. Comparação com o período anterior e totais mensais	27
2.4.4. Danos humanos causados pelos desastres de 2000 a 2012	30
2.4.5. Totais por ano.....	33
2.4.6. Totais por Região Hidrográfica.....	39
2.4.7. Escala de criticidade dos desastres nos municípios.....	43
2.4.7.1. <i>Criticidade do grupo Inundações.....</i>	<i>45</i>
2.4.7.2. <i>Criticidade do grupo Deslizamentos.....</i>	<i>50</i>
2.4.7.3. <i>Criticidade do grupo Inundações e Deslizamentos.....</i>	<i>54</i>
2.4.7.4. <i>Criticidade da soma dos três grupos.....</i>	<i>58</i>
2.5. Recomendações	64
3. VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS	65
3.1. Fontes de Dados e Informações.....	65
3.2. Conceitos Básicos.....	66
3.3. Desastres Históricos de Deslizamentos no Estado do RJ	68
3.3.1. Vale do Paraíba do Sul, MG/RJ, em 1948	69
3.3.2. Rio de Janeiro e Serra da Araras, em 1966 e 1967.....	71
3.3.3. Região Serrana, em 2011	72
3.4. Mapeamento de Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos.....	82
3.5. Ocorrências e Ameaças de Deslizamentos	88
3.5.1. Inventário de Escorregamentos Significativos de 1938 a 1999	88
3.5.2. Ocorrências a partir de 2000 e Ameaças de Deslizamentos	90
3.6. Mapeamento de Áreas de Risco Iminente a Escorregamentos	99
3.7. Conclusões	104
4. VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES.....	106
4.1. Fontes de Dados e Informações.....	106
4.2. Forma de Apresentação dos Resultados.....	107
4.3. Região Hidrográfica I - Baía da Ilha Grande	107
4.3.1. Bacia do Rio Paraty-Mirim.....	108
4.3.2. Bacia do Rio Mateus Nunes	108
4.3.3. Bacia do Rio Perequê-Açu	109
4.3.4. Bacia do Rio Mambucaba	109

4.3.5. Bacia do Rio Bracuí	109
4.3.6. Bacia do Rio Areia do Pontal	109
4.3.7. Bacia do Rio Japuíba	110
4.4. Região Hidrográfica II - Guandu	110
4.4.1. Bacia do Rio Guandu	111
4.4.2. Bacia do Rio dos Macacos	111
4.4.3. Bacia do Rio da Guarda	111
4.4.4. Bacia do Rio Guandu-Mirim	111
4.4.5. Bacia do Rio Piraí (a jusante da Barragem de Santana)	112
4.5. Região Hidrográfica III - Médio Paraíba do Sul.....	112
4.5.1. Bacia do Rio Paraíba do Sul	113
4.5.2. Bacia do Córrego Santo Antônio.....	113
4.5.3. Canal Periférico e Canal Central / Ribeirão Preto.....	114
4.5.4. Bacia do Rio Sesmaria.....	114
4.5.5. Bacia do Rio Bananal.....	115
4.5.6. Bacia do Rio Bocaina	115
4.5.7. Bacia do Córrego Cotiara	115
4.5.8. Bacia do Rio Barra Mansa	116
4.5.9. Bacia do Ribeirão Brandão	116
4.5.10. Bacia do Rio Piraí.....	116
4.6. Região Hidrográfica IV - Piabanha	117
4.6.1. Bacia do Rio Piabanha.....	118
4.6.2. Bacia do Rio Quitandinha.....	118
4.6.3. Bacia do Rio Santo Antônio	119
4.6.4. Bacias dos Rios Preto e Paquequer	119
4.6.5. Bacia do Rio Meudon	120
4.6.6. Bacia do Rio Paquequer 2 (de Sumidouro).....	120
4.7. Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara	120
4.7.1. Bacia do Canal do Mangue	121
4.7.2. Bacia da Baixada de Jacarepaguá.....	122
4.7.3. Bacia do Rio Iguaçú/Sarapuí.....	123
4.7.4. Bacia do Rio Estrela	123
4.7.5. Bacia do Rio Alcântara/Guaxindiba.....	124
4.7.6. Bacia do Rio Imboassú.....	124
4.7.7. Bacia do Rio Marimbondo	124
4.7.8. Bacia do Rio Brandoas.....	124
4.7.9. Bacia do Rio Bomba.....	125
4.7.10. Bacia do Rio Mumbuca	125
4.8. Região Hidrográfica VI - Lagos São João.....	125
4.8.1. Bacia do Rio São João	126
4.8.2. Bacia do Canal do Medeiros	126
4.8.4. Bacia da Lagoa de Saquarema.....	127
4.8.5. Bacia da Lagoa de Araruama.....	127
4.9. Região Hidrográfica VII - Rio Dois Rios	128
4.9.1. Bacia do Rio Paraíba do Sul	129
4.9.2. Bacia do Rio Dois Rios.....	129
4.9.3. Bacia do Rio Grande	129
4.9.4. Bacia do Rio Bengala	129
4.9.5. Bacia do Rio Santo Antônio	130
4.9.6. Bacia do rio Cônego	130
4.9.7. Bacia do Córrego D'Antas	130
4.9.8. Bacia do Rio Negro	130
4.9.9. Bacia do Córrego das Lavrinhas	131

4.9.10. Bacia do Rio Macuco.....	131
4.10. Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras	131
4.10.1. Bacia do Rio das Ostras.....	132
4.10.2. Bacia do Rio Macaé	132
4.11. Região Hidrográfica IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.....	133
4.11.1. Bacia do Baixo Paraíba do Sul.....	134
4.11.2. Bacia Rio Pomba.....	134
4.11.3. Bacia do Rio Muriaé	135
4.11.4. Bacia do Rio Carangola.....	135
4.11.5. Bacia do Rio Itabapoana	136
4.12. Conclusões.....	136
5. VULNERABILIDADE A ESTIAGENS	140
5.1. Considerações Iniciais.....	140
5.2. Pluviosidade nas Regiões Hidrográficas.....	140
5.3. Balanço Hídrico Climatológico de Thornthwaite e Mather.....	143
5.3.1. Dados utilizados	143
5.3.2. Balanços hídricos climatológicos	143
5.3.3. Avaliação dos resultados dos balanços hídricos	145
5.3.4. Integração dos resultados	170
5.4. Conclusões do estudo	171
6. TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS	173
6.1. Classes de Risco.....	174
6.2. Transporte Rodoviário	177
6.2.1. Análise Individual das Rodovias Consideradas	178
6.2.1.1. BR-116 (Rodovia Presidente Dutra).....	178
6.2.1.1.1. Comunidades Urbanas.....	178
6.2.1.1.2. Corpos hídricos atravessados.....	180
6.2.1.1.3. Unidades de Conservação.....	181
6.2.1.1.4. Pontos de captação de água nas proximidades	181
6.2.1.1.5. Acidentes na rodovia	182
6.2.1.1.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos	182
6.2.1.1.7. Conclusão.....	184
6.2.1.2. BR-040 (Rio-Petrópolis)	184
6.2.1.2.1. Comunidades Urbanas.....	185
6.2.1.2.2. Corpos hídricos atravessados.....	185
6.2.1.2.3. Unidades de Conservação.....	186
6.2.1.2.4. Pontos de captação de água nas proximidades	187
6.2.1.2.5. Acidentes na rodovia	187
6.2.1.2.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos	189
6.2.1.2.7. Conclusão.....	189
6.2.1.3. BR-393 (Lúcio Meira)	190
6.2.1.3.1. Comunidades Urbanas.....	190
6.2.1.3.2. Corpos hídricos atravessados.....	190
6.2.1.3.3. Unidades de Conservação.....	191
6.2.1.3.4. Pontos de captação de água nas proximidades	191
6.2.1.3.5. Acidentes na rodovia	191
6.2.1.3.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos	193
6.2.1.3.7. Conclusão.....	193
6.2.1.4. RJ-124 (Via Lagos).....	193
6.2.1.4.1. Comunidades Urbanas.....	193
6.2.1.4.2. Corpos hídricos atravessados.....	193

6.2.1.4.3.	<i>Unidades de Conservação</i>	195
6.2.1.4.4.	<i>Pontos de captação de água nas proximidades</i>	195
6.2.1.4.5.	<i>Acidentes na rodovia</i>	196
6.2.1.4.6.	<i>Perfil do tráfego de produtos perigosos</i>	196
6.2.1.4.7.	<i>Conclusão</i>	196
6.2.1.5.	<i>BR-101 (Rio-Campos)</i>	197
6.2.1.5.1.	<i>Comunidades Urbanas</i>	197
6.2.1.5.2.	<i>Corpos hídricos atravessados</i>	197
6.2.1.5.3.	<i>Unidades de Conservação</i>	198
6.2.1.5.4.	<i>Pontos de captação de água nas proximidades</i>	199
6.2.1.5.5.	<i>Acidentes na rodovia</i>	199
6.2.1.5.6.	<i>Perfil do tráfego de produtos perigosos</i>	201
6.2.1.5.7.	<i>Conclusão</i>	201
6.2.1.6.	<i>BR-116 (Rio-Teresópolis)</i>	201
6.2.1.6.1.	<i>Comunidades Urbanas</i>	201
6.2.1.6.2.	<i>Corpos hídricos atravessados</i>	201
6.2.1.6.3.	<i>Unidades de Conservação</i>	202
6.2.1.6.4.	<i>Pontos de captação de água nas proximidades</i>	203
6.2.1.6.5.	<i>Acidentes na rodovia</i>	203
6.2.1.6.6.	<i>Perfil do tráfego de produtos perigosos</i>	205
6.2.1.6.7.	<i>Conclusão</i>	205
6.3.	Transporte Ferroviário	206
6.3.1.	Análise Individual das Ferrovias Consideradas	208
6.3.1.1.	<i>Ferrovia MRS</i>	208
6.3.1.1.1.	<i>Comunidades Urbanas</i>	208
6.3.1.1.2.	<i>Corpos hídricos sob influência da ferrovia</i>	208
6.3.1.1.3.	<i>Unidades de Conservação</i>	210
6.3.1.1.4.	<i>Cargas comumente transportadas</i>	210
6.3.1.1.5.	<i>Conclusão</i>	211
6.3.1.2.	<i>Ferrovia Centro-Atlântica S.A. - FCA</i>	211
6.3.1.2.1.	<i>Comunidades Urbanas</i>	211
6.3.1.2.2.	<i>Corpos hídricos sob influência da ferrovia</i>	211
6.3.1.2.3.	<i>Unidades de Conservação</i>	214
6.3.1.2.4.	<i>Cargas comumente transportadas</i>	214
6.3.1.2.5.	<i>Conclusão</i>	215
6.4.	Outros Modais de Transporte	215
6.5.	Outras Rodovias na Área de Influência da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu)	219
6.5.1.	Análise das Rodovias	221
6.5.2.	Conclusão	222
7.	VULNERABILIDADE A ACIDENTES AMBIENTAIS GERADOS POR FONTES FIXAS DE POLUIÇÃO	223
7.1.	Polos Industriais	223
7.1.1.	<i>Indústria extrativista no Norte Fluminense (RH VIII e IX)</i>	223
7.1.2.	<i>Polo siderúrgico, metalomecânico e automobilístico na RH III</i>	223
7.1.3.	<i>Polo da Indústria de Confecções, na RH IV</i>	224
7.1.4.	<i>Polo da indústria naval, na RH I</i>	224
7.1.5.	<i>Polo do setor de petróleo, petroquímico, químico e de plásticos, na RH V</i>	224
7.1.6.	<i>Polo do setor siderúrgico, na região do Porto de Itaguaí, na RH II</i>	225
7.2.	Áreas de Extração Mineral	225
7.2.1.	<i>Extração de Areia</i>	225
7.2.2.	<i>Extração de Argila</i>	228
7.2.3.	<i>Extração de Pedras Ornamentais em Santo Antônio de Pádua</i>	229

7.3. Principais Acidentes Ambientais no Estado do Rio de Janeiro	231
7.4. Uma Ameaça Constante aos Recursos Hídricos	236
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	245

ANEXOS, POR CAPÍTULO:

CAPÍTULO 2:

ANEXO I - Classificação de Desastres Naturais.

ANEXO II - Mapas e Tabelas da Análise de Criticidade dos Desastres Naturais.

CAPÍTULO 4:

ANEXO III - Mapas de Identificação dos Locais de Alta Vulnerabilidade a Inundações.

ANEXO IV - Tabelas de Identificação das Bacias Vulneráveis a Inundações.

CAPÍTULO 5:

ANEXO V - Mapas do Estudo de Vulnerabilidade a Estiagens.

CAPÍTULO 6:

ANEXO VI - Mapas do Estudo de Transporte de Produtos Perigosos.

CAPÍTULO 7:

ANEXO VII - Mapas do Estudo de Vulnerabilidade a Acidentes Ambientais Gerados por Fontes Fixas de Poluição.

1. APRESENTAÇÃO

Este estudo tem como objetivo principal identificar, por Região Hidrográfica (figura 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. O Anexo I apresenta conceitos relativos aos desastres naturais analisados neste estudo.

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 1.1 - Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (nova divisão estabelecida pela Resolução CERHI-RJ, nº 107 de 22 de maio de 2013).

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. Devido ao grande volume de dados obtidos para o período 2000-2012, além das informações gerais apresentadas no item 2 deste Volume 1, a análise e apresentação detalhada das ocorrências por RH e municípios está separada no Volume 2 e respectivos anexos.

2. OCORRÊNCIAS DE DESASTRES NATURAIS

2.1. Contexto Global e Monitoramento de Desastres no Brasil

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.

Os fenômenos naturais com tal potencial incluem eventos climáticos extremos (furacões, chuvas intensas, estiagens prolongadas, vendavais, etc.), eventos geodinâmicos intensos (terremotos, tsunamis, vulcões, etc.), além de desequilíbrios biológicos (epidemias, endemias, proliferação de insetos e ratos, maré vermelha, etc.) e também a entrada de meteoritos na biosfera. Importante frisar que somente os eventos que atingem ocupações humanas com efeitos significativos são considerados "desastres naturais".

A magnitude dos desastres naturais resulta da intensidade dos eventos combinada com o grau de exposição e vulnerabilidade das ocupações humanas aos efeitos desses eventos. Sem dúvida, o crescimento da população e o aumento das ocupações em áreas de risco vêm aumentando 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 conseqüentes inundações, enxurradas e deslizamentos ou escorregamentos de encostas, agravados pela condição generalizada de ocupação em áreas de risco, principalmente nos aglomerados metropolitanos.

Em paralelo, e como resultado das atenções mundiais sobre as mudanças climáticas e o aumento da exposição humana aos eventos críticos, cresce a mobilização internacional para melhor conhecer e monitorar esses eventos e as condições ambientais e humanas favoráveis à ocorrência de desastres. Um bom conhecimento do problema é fundamental para a eficácia dos investimentos em prevenção e controle.

Com o apoio da rede mundial de computadores (a *Internet*), já se pode dispor de muitas informações e acompanhar a evolução do conhecimento e capacidade de monitoramento dos eventos e desastres. Por exemplo, uma instituição de Budapeste/Hungria mantém um sistema internacional de alerta sobre emergências e desastres em todo o mundo (RSOE - <http://hisz.rsoe.hu/alertmap>), com localização em mapa, grau de risco e outras informações diariamente atualizadas sobre ocorrências de diversos tipos de eventos em todas as regiões do planeta, inclusive sobre atividades de super-vulcões (aqueles que podem causar até o colapso da civilização no pior cenário de erupção), além de desastres não naturais, tais como acidentes com veículos aéreos e terrestres.

O maior banco de dados global sobre ocorrências de desastres naturais é o EM-DAT, mantido desde 1988 pelo Centro de Pesquisas em Epidemiologia e Desastres (CRED) da Universidade Católica de Louvain, na Bélgica. Para ser inserido nesse banco de dados, um desastre natural precisa ter pelo menos uma das seguintes condições: 10 ou mais pessoas mortas, 100 ou mais pessoas afetadas, declaração de estado de emergência ou pedido de ajuda internacional. Há registros no EM-DAT desde o ano de 1900. Os dados disponíveis na *Internet* (www.emdat.be) são os números anuais de pessoas afetadas e mortas e prejuízos estimados em dólares, por tipo de desastre. Não estão disponíveis as coordenadas geográficas para localização dos eventos, apenas os totais de desastres por país. De acordo com os dados do EM-DAT, as inundações respondem pelo maior número de desastres naturais em todo o mundo e os números de afetados e mortos crescem constantemente. O Brasil está entre os 10 países mais atingidos pelas inundações nas últimas décadas, como mostra a figura 2.1.1, explicada em seguida.

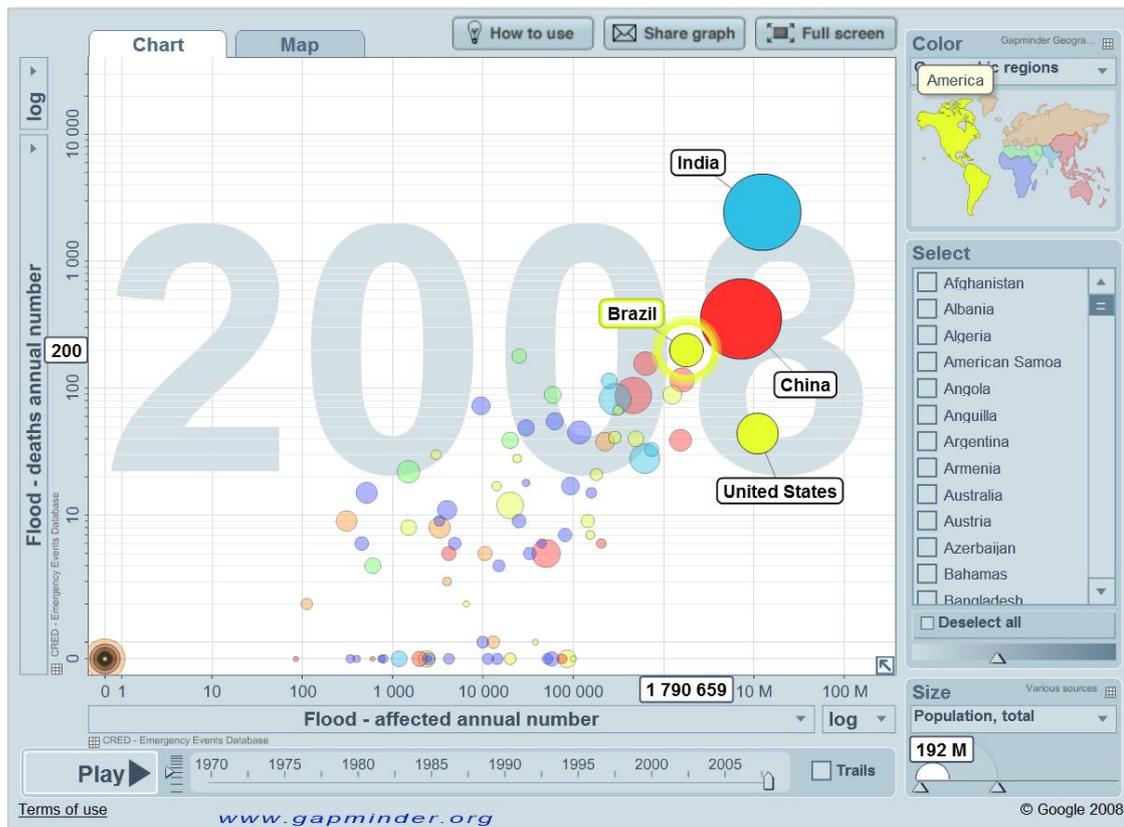
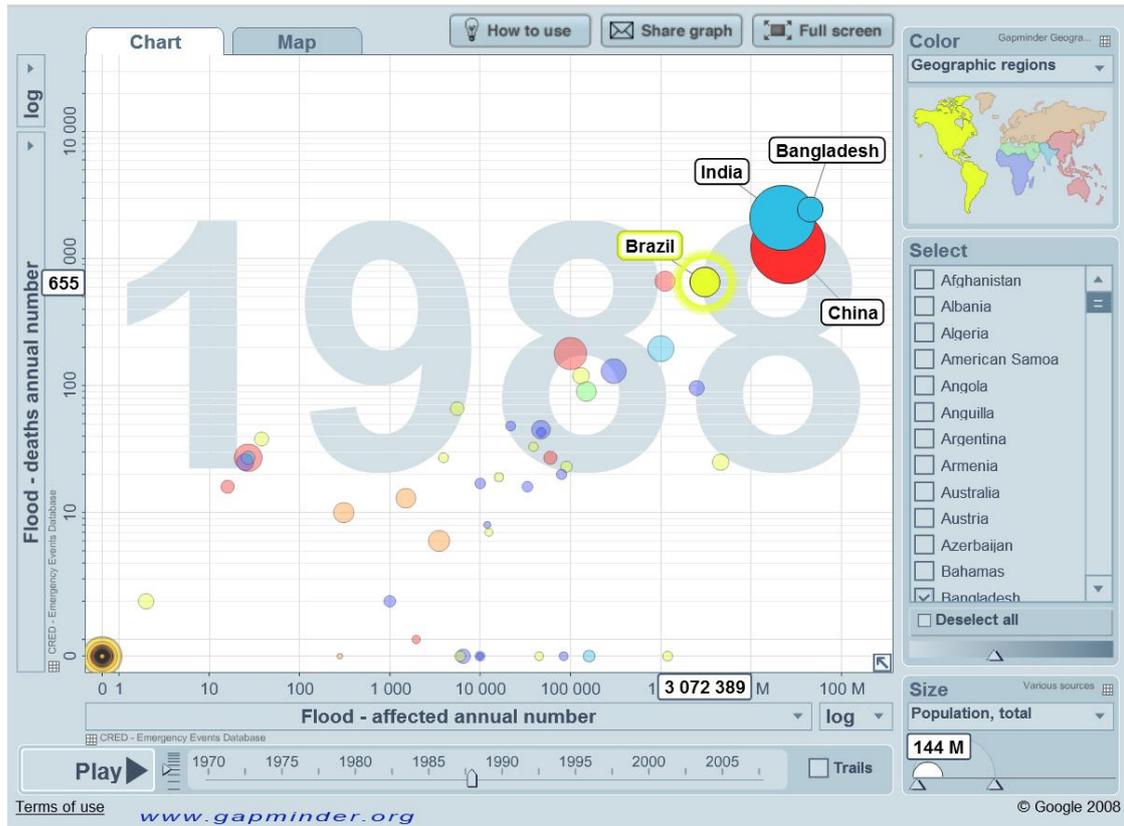


Figura 2.1.1 - Posição do Brasil entre os primeiros países com ocorrências críticas de inundações nos anos 1988 e 2008 (fonte: dados do EM-DAT em www.gapminder.org).

A figura 2.1.1 mostra a posição do Brasil entre os países com as mais graves ocorrências de inundações em 1988 e vinte anos depois (2008). Os dados são do EM-DAT e foram organizados em um sistema dinâmico de consulta a estatísticas globais via *Internet* (www.gapminder.org), que reúne diversos indicadores, entre eles os desastres naturais. Os dados referentes às inundações (*flood*) são do período 1970 a 2008. Os círculos, que representam os países, têm cores iguais às de suas regiões geográficas, vistas no canto superior direito (Brasil e EUA, por exemplo, têm a cor amarela, dada para as Américas). O tamanho dos círculos é proporcional à população total dos países. Nos eixos dos gráficos estão destacados os números de vítimas das inundações no Brasil: em 1988, foram afetadas 3.072.389 pessoas e 655 foram mortas; e, em 2008, foram afetadas 1.790.659 pessoas e 200 foram mortas. Consta ainda, no canto inferior direito, o número total de habitantes do Brasil: 144 milhões em 1988 e 192 milhões em 2008.

No EM-DAT há registros de desastres naturais no Brasil desde o ano de 1948. Os totais de vítimas de inundações, até 2011, foram 18,5 milhões de pessoas afetadas e 7.482 de mortes. Quanto às ocorrências de secas, consta o total de 47,8 milhões de pessoas afetadas, com 20 mortes. Embora o número de pessoas afetadas pelas secas seja maior do que pelas inundações, a frequência das inundações é muito maior, com registros em quase todos os anos do período 1948-2011. As secas foram registradas em apenas oito anos e as 20 mortes ocorreram em somente um desses anos (1983). Há também dados sobre deslizamentos de terra, porém parecem ser muito inferiores ao real, visto que alguns deslizamentos provavelmente foram computados como inundações, como, por exemplo, nos dados de 2011 (quando houve a tragédia na Região Serrana - RJ), ano para o qual o EM-DAT não tem registro de afetados ou mortos por deslizamentos de terra e tem o registro de mais de 1,0 milhão de afetados e mais de 800 mortes por inundações.

No gráfico a seguir (figura 2.1.1), com os dados do Brasil para o período 1970-2011, observa-se que as inundações na década de 1980 afetaram um número muito maior de pessoas (cerca de 7,76 milhões, com 1.741 mortes) do que nas outras décadas. Porém, a partir de 2008, parece haver uma tendência ao aumento das ocorrências e impactos dos eventos. Segundo os dados do EM-DAT, os eventos de chuvas mais recentes no país (2008 a 2011) afetaram mais de 5,0 milhões de pessoas e causaram 1.550 mortes.

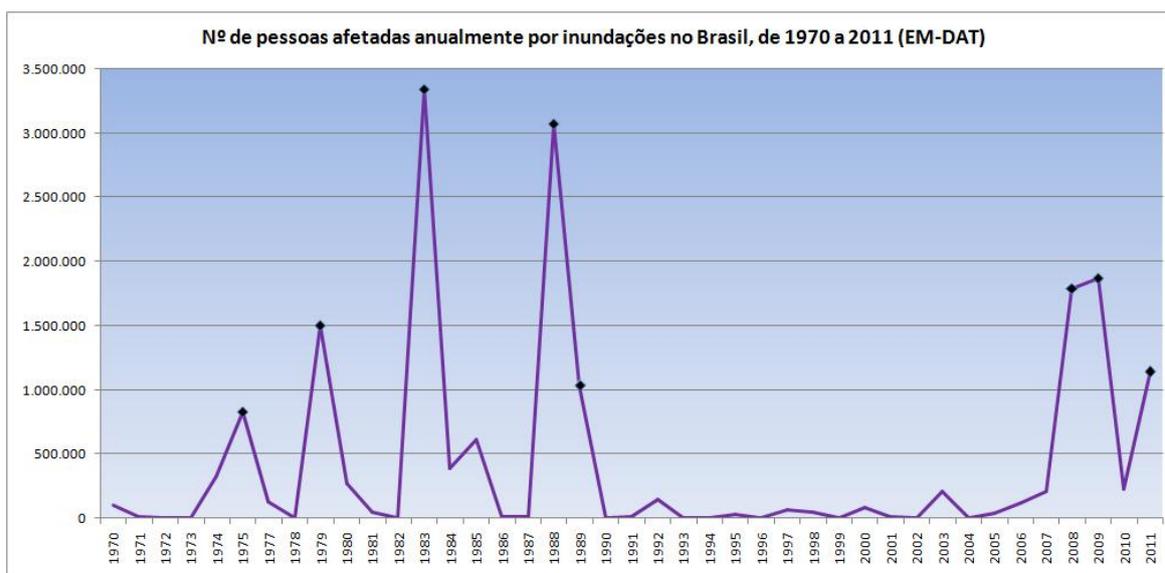


Figura 2.1.1 - Número de pessoas afetadas por inundações no Brasil entre 1970 e 2011 (fonte: CRED / EM-DAT, www.emdat.be).

Quanto aos desastres anteriores a 1970, registrados no EM-DAT, destacam-se os dos anos 1966 e 1967, com elevados números de vítimas fatais: 1.380 mortes por inundações e 786 mortes por deslizamentos, somados os dois anos. Os desastres ocorridos com chuvas intensas em 1966 e 1967, somados aos dos anos com picos marcados no gráfico 2.1.1 (1975, 1979, 1983, 1988, 1989, 2008, 2009 e 2011) respondem por cerca de 15 milhões de pessoas afetadas (81% do total registrado pelo EM-DAT entre 1948 e 2011) e por 3.940 mortes (53% do total) somente por inundações, que incluem também ocorrências de deslizamentos não discriminadas.

Consta no *site* do EM-DAT que são utilizadas diversas fontes de informação, porém essas fontes não estão especificadas nos registros de desastres de cada país e pode-se supor que seja grande a dificuldade de obtenção de dados corretos e atualizados quando os próprios governos nacionais não têm ou não disponibilizam esses registros de modo sistemático e completo, restando recorrer a fontes não governamentais ou às notícias veiculadas na mídia nacional e internacional.

No Brasil, apesar das históricas ocorrências críticas de inundações, deslizamentos e secas, bem como desastres causados pelo homem (como os incêndios florestais e os acidentes com cargas tóxicas), não há um banco de dados disponível ao conhecimento público, com séries históricas completas e atualizações regulares, por município. Porém, com o aumento das ocorrências desses desastres no país, algumas iniciativas recentes buscam melhorar a base de dados e informações, principalmente quanto à identificação das áreas de risco, fundamental para as ações de monitoramento dos eventos climáticos e prevenção dos consequentes desastres.

A Secretaria Nacional de Defesa Civil disponibiliza informações no "Sistema Integrado de Informações sobre Desastres" (www.integracao.gov.br/defesacivil), porém, não há análises históricas ou estatísticas, somente cópias (em formato pdf) de documentos tais como alguns relatórios de avaliação de danos (Avadan) preenchidos pela Defesa Civil nos municípios e que permitem identificar os locais e os danos de alguns dos desastres. No *site* da Secretaria encontram-se também listas de portarias de reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, por estado. Nessas listas, constam somente o número, a data e o prazo de vigência da portaria, o tipo de desastre e o município da ocorrência. Não consta a localização da ocorrência (coord. geográficas) e não constam números de vítimas (afetados e/ou mortos).

No início de 2012, foi divulgado o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais. A publicação, fruto de um acordo de cooperação entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (Ceped) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), reúne dados de desastres registrados pela Defesa Civil em todo o país e está disponível em formato pdf (www.ceped.ufsc.br). Apresentado como primeira iniciativa de banco de dados de desastres naturais no país, o Atlas contém dados do período 1991 a 2010. Considerando-se que desastres naturais no país ocorrem anualmente, o Atlas já está desatualizado desde o ano de sua elaboração (2011) e não cita o maior desastre das últimas décadas no país, na Região Serrana - RJ em jan/2011.

Os investimentos em sistemas de monitoramento climático para emissão de alertas à Defesa Civil têm sido o principal foco de atuação dos governos no país. Em 2011, o Governo Federal criou o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Cemaden monitora os eventos climáticos e envia alertas ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), criado em 2005 e vinculado à Secretaria Nacional de Defesa Civil, no Ministério do Interior.

É crescente o número de municípios monitorados pelo Cemaden. Em julho/2012 eram 169 municípios de todo o país e em dezembro/2012 passaram a ser 274 municípios. Na Região Sudeste, em julho/2012, eram monitorados 75 municípios e, em dez/2012 aumentou para 124 municípios, dos quais 55 municípios em Minas Gerais, 37 no Espírito Santo, 18 em São Paulo e 14 no Rio de Janeiro, que são os seguintes municípios: Angra dos Reis, Areal, Bom Jardim, Cachoeiras de Macacu, Cantagalo, Niterói, Nova Friburgo, Petrópolis, Rio de Janeiro, Santa Maria Madalena, São Gonçalo, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro e Teresópolis.

Conforme consta no *site* (www.cemaden.gov.br), a condição básica para um município ser monitorado é possuir um mapeamento de suas áreas de risco de deslizamentos em encostas, de alagamentos e de enxurradas, além da estimativa da extensão dos prováveis danos decorrentes de um desastre natural. Porém, o Cemaden não divulga mapas ou outras informações sobre as áreas de risco ou estatísticas de ocorrências de desastres naturais nos municípios monitorados.

No estado do Rio de Janeiro, especialmente após a tragédia na Região Serrana em jan/2011, além dos sistemas de monitoramento e alerta meteorológico em operação, órgãos do governo estadual, em parceria com universidades e outras instituições e empresas, estão realizando mapeamentos de áreas de risco que poderão também alimentar o Cemaden, além de subsidiar os trabalhos de prevenção e controle do governo estadual e das prefeituras.

Na esfera estadual de atuação da Defesa Civil, a Escola de Defesa Civil (Esdec), vinculada ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (que responde pela Secretaria de Estado de Defesa Civil) realizou, no primeiro semestre de 2012, *workshops* regionais com representantes municipais, tendo como produto final o Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (disponível no *site* www.esdec.defesacivil.rj.gov.br). Este mapa expressa, em percentuais, os tipos de desastres que prevalecem no estado e municípios, conforme identificados pelos participantes dos *workshops*. No total, são apontadas, como maiores ameaças no estado: os deslizamentos (18%), as enchentes (15,4%), os alagamentos (14,6%), as enxurradas (13%) e os incêndios florestais (10,2%). Vendavais ou tempestades (8,7%) e as estiagens (6,5%) lideram as outras ameaças de menor expressão (no item 2.4.1 deste relatório é apresentada uma análise comparativa).

Os *workshops* e o resultante Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro foram realizados visando à implementação do Marco de Ação de Hyogo, estabelecido pelas Nações Unidas em 2005 com o propósito de reduzir os riscos de desastres naturais em todo o mundo através de ações prioritárias que devem envolver muita articulação institucional e participação social para obter o conhecimento, a prevenção e a redução de riscos almejados. A implementação do Marco de Hyogo estava prevista para o período 2005-2015 e a Secretaria das Nações Unidas para o tema - a *International Strategy for Disaster Reduction* (www.unisdr.org) - já está se mobilizando para estabelecer um novo Marco, que dê continuidade aos objetivos do Marco de Hyogo. Sem dúvida, o Brasil está entre os países mais atrasados no empenho para realizar esses objetivos.

No âmbito da legislação federal, um marco legal importante para as possibilidades de melhoria da base de dados sobre desastres e principalmente para a reversão da tendência de agravamento das ocorrências é a Lei Federal nº 12.608 (de 10-abril-2012), que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. Esta lei traz diretrizes e objetivos que há muito tempo já deveriam ser integrantes obrigatórias da gestão pública, tais como a prioridade às ações preventivas, adotando-se a bacia hidrográfica como unidade de análise para essas

ações, a participação da sociedade civil e o planejamento com base em estudos sobre áreas de risco e sobre incidência de desastres no país.

Conforme a Lei 12.608, os estados terão que elaborar Planos Estaduais de Proteção e Defesa Civil, os quais deverão conter, no mínimo: a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres e as diretrizes de ação governamental, em especial no que se refere à implantação de rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre. A Lei 12.608 também define competências muito importantes para os municípios, que, se devidamente cumpridas, reduzirão significativamente os impactos das chuvas intensas. Entre essas competências, destaca-se a de incorporar as ações de proteção e defesa civil ao planejamento municipal.

Especificamente sobre o monitoramento, a Lei 12.608 determina que compete à União instituir e manter cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis aos desastres e autoriza a criação de sistema de informações de monitoramento de desastres, visando oferecer informações atualizadas para prevenção, mitigação, alerta, resposta e recuperação em situações de desastre em todo o território nacional.

2.2. Disponibilidade de Dados para o Estado do Rio de Janeiro

Antes de apresentar os dados obtidos sobre ocorrências de desastres naturais no estado, é importante citar e comparar as fontes de dados e informações encontradas e os critérios adotados para consolidar um conjunto de dados para os períodos disponíveis.

2.2.1. Fontes de dados e informações

Os registros das ocorrências de desastres naturais são informações valiosas para auxiliar na avaliação da vulnerabilidade dos municípios a esses eventos e subsidiar decisões quanto às ações preventivas e mitigadoras adequadas para cada região.

O registro de um desastre é feito pela representação local da Defesa Civil, logo após a ocorrência no município, através do preenchimento de formulários padronizados para atuação da Defesa Civil em todo o país. No entanto, 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.

Na Secretaria de Estado da Defesa Civil, do Governo do Estado do Rio de Janeiro, 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. Os dados da DGDEC foram obtidos em nov/2012 e referem-se às ocorrências registradas entre jan/2000 e out/2012, em dois tipos de formulário padrão: o de notificação preliminar de desastre (Nopred) e o de avaliação de danos (Avadan), que contêm campos específicos para preenchimento de dados e informações que caracterizam o tipo de ocorrência, os danos sociais e materiais e os prejuízos econômicos, sendo o Avadan mais detalhado e atualizado em relação aos impactos do evento. O referido período (jan/2000 a out/2012) abrange 410 relatórios Nopred e 300 relatórios Avadan, sendo que aproximadamente a metade dos relatórios Avadan refere-se às mesmas ocorrências registradas preliminarmente, em Nopred. No Anexo I encontram-se modelos desses formulários e as definições e critérios de classificação de desastres utilizados pela Defesa Civil no período dos dados.

Mapas ou croquis das áreas atingidas, bem como fotografias, pareceres técnicos ou outros documentos auxiliares, são eventualmente anexados aos relatórios Avadan, constituindo os processos encaminhados às esferas estadual e nacional da Defesa Civil, juntamente com os decretos municipais que declaram situação de emergência ou estado de calamidade pública, nem sempre reconhecidos pelo governo estadual e/ou federal. No entanto, esses anexos não estão disponíveis em formato digital no banco da DGDEC.

Conforme o artigo 1º do Decreto Federal nº 7.257/2010, a diferença entre situação de emergência (SE) e estado de calamidade pública (ECP) está no "comprometimento da capacidade de resposta do poder público do ente atingido". No caso de SE, este comprometimento é considerado parcial e no caso de ECP é considerado substancial. Após a análise da documentação enviada pelo município, o governo estadual e/ou federal, reconhece (ou não) a condição de SE ou ECP declarada no decreto municipal, condição essa que abre exceções às regras da administração pública, tais como firmar contratos sem licitação para obras emergenciais corretivas. Em alguns casos mais críticos, os prazos considerados para a condição de SE ou ECP são prorrogados, através da emissão de novos decretos estaduais ou portarias federais.

No levantamento de dados para este relatório, além da consulta direta à Defesa Civil e outras instituições, consideramos importante também avaliar a disponibilidade de dados ao conhecimento público. A *Internet* já se tornou o meio principal de divulgação de dados, mapas, análises estatísticas e outras informações de interesse público, tal como se observa no *site* do IBGE, principal instituição nacional de coleta e análise de dados geográficos e estatísticos do país. Disponibilizar na *Internet* informações de interesse público não só torna mais rápido o acesso a essas informações como agiliza o trabalho dos técnicos das instituições, que podem reduzir o tempo destinado ao atendimento público e, portanto, aumentar o tempo de dedicação aos trabalhos realizados nas instituições, incluindo as atividades que produzem as informações de interesse público.

A DGDEC não disponibiliza na *Internet* os dados das ocorrências de desastres no estado. Eventualmente, quando ocorrem desastres de grande impacto, como o megadesastre na Região Serrana (em jan/2011), são disponibilizados temporariamente dados de maior interesse público, somente para facilitar o trabalho dos jornalistas.

Além dos dados fornecidos pela DGDEC, foram levantados dados disponíveis em *sites* oficiais, do governo, abrangendo inclusive períodos mais extensos, anteriores a 2000. Uma dessas fontes encontra-se no próprio *site* da Secretaria de Estado da Defesa Civil: uma lista de desastres históricos mais importantes, que consta no histórico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, com desastres ocorridos desde o século XVIII até 2003, ano da publicação desse histórico.

Ainda na esfera estadual, foram levantados os decretos emitidos pelo governador para reconhecimento de SE e ECP, disponíveis no *site* www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico, tendo-se o cuidado de não considerar os decretos de prorrogação dos prazos de SE e ECP, visando garantir a identificação do número exato de ocorrências. No total, os decretos estaduais obtidos referem-se ao período de fev/1979 a out/2012 e abrangem 320 ocorrências de desastres naturais, das quais 256 reconhecidas como SE e 64 como ECP. Nesses decretos há poucas informações sobre as ocorrências, os textos remetem o conhecimento dessas aos relatórios da Defesa Civil anexados aos processos de homologação. Em geral, os decretos informam somente os tipos de desastre, de acordo com a classificação dada no relatório da Defesa Civil. Alguns informam também o dia exato da ocorrência e a intensidade da chuva nos casos de inundações ou deslizamentos, que são os eventos mais frequentes.

Na esfera federal, foram realizadas buscas de dados nos *sites* do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e da Secretaria Nacional de Defesa Civil. No *site* do Cemaden, conforme já comentado, não há dados de ocorrências de desastres. As portarias federais de reconhecimento de SE e ECP, listadas no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil e disponíveis no *site* do Diário Oficial da União, reconhecem um total de 188 desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, dos quais 170 como SE e 20 como ECP, entre jan/2000 e out/2012.

Além das portarias federais, foram encontrados, no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil, 113 relatórios Avadan de desastres naturais ocorridos no estado no período de dez/2001 a out/2012, disponíveis para *download* em formato pdf¹. Esses relatórios Avadan abrangem somente uma parte das ocorrências do referido período, porém, vale destacar que, entre as fontes de dados disponíveis, os relatórios Avadan são os únicos documentos que fornecem dados originais detalhados sobre os desastres e, entre esses 113 relatórios, há alguns que não estão no banco de dados da DGDEC. Verificou-se ainda, comparando os relatórios Avadan com os respectivos registros no banco da DGDEC, que há dados de alguns relatórios que não foram inseridos no banco e há campos preenchidos no banco com valores diferentes dos originais que constam nos relatórios Avadan.

Esgotadas as possibilidades de dados de ocorrências de desastres naturais disponíveis em *sites* do governo estadual e federal, recorreu-se à busca por fontes secundárias, ou seja, publicações que utilizam dados de desastres naturais ocorridos no estado.

O já referido Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (Ceped/UFSC, 2011) é a publicação mais recente que apresenta registros da Defesa Civil. Conforme consta na publicação, os dados foram obtidos nas coordenadorias estaduais e na Secretaria Nacional de Defesa Civil, utilizando *scanner* portátil para cópia dos documentos arquivados em papel nessas instituições - relatórios Nopred e Avadan, portarias, decretos e outros documentos. Para o volume do Atlas referente ao estado do Rio de Janeiro, a equipe do Ceped analisou 783 documentos, tendo como fonte principal os dados de 283 relatórios Nopred e de 278 relatórios Avadan. No total, o Atlas apresenta 626 registros de desastres naturais ocorridos no estado ao longo do período 1991 - 2010, dos quais 597 registros constam a partir do ano 2000. Os dados apresentados são os totais anuais, por tipo de desastre, por município e a maior parte (89%) compreende inundações e deslizamentos.

Além do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, foram encontradas duas publicações que utilizam registros da Defesa Civil: um estudo realizado em 2011 pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) para a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA-RJ), sob o título "Mapa de Vulnerabilidade da População do Estado do Rio de Janeiro aos Impactos das Mudanças Climáticas nas Áreas Social, Saúde e Ambiente"; e uma Dissertação de Mestrado sobre a atuação da Defesa Civil no estado, defendida na UERJ (Araújo, 2010). Esses dois estudos utilizam dados do mesmo período, de 2000 a 2009, obtidos na mesma fonte, a Divisão Geral da Defesa Civil (DGDEC) da Secretaria de Estado de Defesa Civil.

O estudo realizado pela Fiocruz apresenta um indicador de eventos hidrometeorológicos extremos no estado, definido a partir da análise das ocorrências de desastres naturais, por município, por mês/ano, no período de jan/2000 a dez/2009. Conforme consta no relatório, especificamente para o município do Rio de Janeiro a Fiocruz utilizou dados cedidos pelo Jornal O Globo, justificando que "a Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro classifica os seus eventos diferentemente da Defesa Civil do Estado, por considerar

¹ Consulta realizada em out/2012 no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, disponível no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil, Ministério da Integração.

apenas aspectos relacionados à infraestrutura das edificações (rachaduras em muros, marquises, etc.), de modo que não são identificadas vítimas e causas dos problemas". O relatório (Fiocruz/SEA 2011) apresenta 240 ocorrências entre jan/2000 e dez/2009, entre as quais 22 ocorrências no município do Rio de Janeiro. Os dados apresentados no relatório da Fiocruz abrangem um número maior de ocorrências do que os decretos estaduais, nos quais se encontra um total de 173 registros para o mesmo período. Esta diferença pode significar que nem todas as ocorrências foram reconhecidas pelo governo estadual como situação de emergência ou estado de calamidade pública, mas também pode-se supor que não estejam disponíveis no *site* www.atosdoexecutivo.rj.gov.br/publico todos os decretos estaduais emitidos no referido período. As informações organizadas e utilizadas pela Fiocruz a partir das consultas à Defesa Civil e ao Jornal O Globo compreendem o tipo e a data da ocorrência e o número de vítimas fatais (mortes) em cada ocorrência, por município. Não informa a situação no município (SE ou ECP).

Na Dissertação, o autor (Araújo, 2010) apresenta dados de relatórios da Defesa Civil para o mesmo período apresentado pela Fiocruz (jan/2000 a dez/2009). Os dados são os totais anuais por município e Região Hidrográfica, informando a situação (SE ou ECP) porém sem a data de cada evento e sem identificar os tipos de desastres. Também não constam dados do município do Rio de Janeiro. No total, os dados apresentados por Araújo (2010) somam 217 desastres no período 2000-2009. Este número está próximo ao apresentado pela Fiocruz (218 desastres) sem o município do Rio de Janeiro, sendo que não há coincidência de números anuais de ocorrências por município listadas nas duas publicações, embora a fonte dos dados seja a mesma - a DGDEC.

A tabela 2.2.1.1, 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.

Tabela 2.2.1.1 - 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 RJ - banco de dados fornecido e quadros para 2011 e 2012 obtidos no site	jan 2000 - out 2012	600
Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC 2011) obtido em www.defesacivil.gov.br	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 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) - Dados da Divisão Geral da Defesa Civil-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.	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.

É importante ressaltar que, tal como observado na comparação entre os estudos da Fiocruz/SEA (2011) e de Araújo (2010), de modo geral, não há coincidência no número de registros por ano, entre as diversas fontes consultadas (tabela 2.2.1.2). Além disso,

uma fonte com mais registros não significa que esta fonte acrescenta outros registros além dos já existentes em outra(s) fonte(s) com menos registros nos anos coincidentes, pois, na comparação dos dados de identificação (data, município e tipo de ocorrência) observa-se que há registros exclusivos em todas as fontes. Considerando-se que a origem dos dados é sempre a mesma para todas as fontes, ou seja, a Defesa Civil, estas discrepâncias causam incerteza quanto à consistência dos dados.

Tabela 2.2.1.2 - Totais anuais de registros de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro entre jan/2000 e jun/2012, segundo todas as fontes de informação obtidas.

Fontes *	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
DGDEC-RJ	6	19	6	41	30	34	41	63	62	95	112	48	43	600
Atlas	8	22	8	46	47	36	38	64	62	111	153	-	-	595
Decretos RJ	7	11	4	27	11	16	6	36	22	30	36	16	23	245
Avadan	-	7	4	23	2	7	6	33	16	10	1	3	1	113
Portarias BR	7	3	2	28	9	8	5	25	8	12	42	19	20	188
Fiocruz ¹	7	18	4	35	18	25	18	47	28	40	-	-	-	240
Fiocruz ²	5	16	3	32	17	24	12	46	26	37	-	-	-	218
Araújo (Uerj)	14	14	2	39	13	19	13	43	26	34	-	-	-	217

* Fontes de informação, descritas no Quadro 2.2.1. Fiocruz ¹ - total; Fiocruz ² - total menos Rio de Janeiro.

Para o período anterior a 2000, a comparação somente é possível entre os dados do Atlas (Ceped/UFSC, 2011) e os dados dos decretos estaduais do período 1991-1999. Para esse período, o Atlas apresenta 31 registros, um número menor do que se encontra nos decretos estaduais, que se referem a 51 registros (tabela 2.2.1.3).

Tabela 2.2.1.3 - Registros de ocorrências de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro entre 1991 e 1999, segundo as duas únicas fontes para este período.

Fontes *	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	TOTAL
Atlas	2	2	-	1	2	9	11	-	4	31
Decretos RJ	2	2	-	1	3	13	20	10	-	51

* Fontes de informação, descritas no Quadro 2.2.1.

Cabe observar que o Atlas 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. No entanto, conforme visto, não há coincidência no número de registros por ano dessas duas fontes (Atlas e DGDEC).

O Atlas 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.

As ocorrências no município do Rio de Janeiro constam somente no relatório da Fiocruz e, conforme já citado, foram obtidas no jornal O Globo. Nas demais fontes, consta uma única ocorrência neste município, em abril/2010.

Observou-se ainda que há incompletude também na classificação dos tipos de desastre. Como se pode ver no Anexo I, nos formulários Nopred e Avadan há um campo específico para informar o tipo de desastre. Dos 113 relatórios Avadan de desastres naturais disponíveis no site da Secretaria Nacional de Defesa Civil, observou-se que, em 82

relatórios (73% do total) os desastres estão classificados como eventos de inundação (alagamentos, enxurradas e enchentes) e em 19 relatórios (17%) os desastres estão classificados como "escorregamentos ou deslizamentos". Porém, analisando-se as informações que constam em outros itens dos relatórios Avadan, verificou-se que, em 60 desses 82 registros classificados como inundações, são descritas também ocorrências de escorregamentos ou deslizamentos, quase sempre avaliadas e orçadas no campo do Avadan relativo aos danos ambientais, "solo - deslizamentos". Esta subnotificação foi verificada também nos registros de ocorrências do banco de dados da DGDEC.

Ou seja, um mesmo evento de chuva intensa causa inundação e deslizamentos, porém o desastre é classificado somente como inundação, subestimando o número real e os tipos de desastres. No exemplo da figura 2.2.1.1, observa-se que a descrição do evento de chuva ocorrido em Nova Friburgo em jan/2007 inclui a ocorrência de 350 deslizamentos de terra, porém, no item da tipificação do desastre consta somente "enchente ou inundação gradual". Tal como neste relatório Avadan de jan/2007, os demais registros de desastres em Nova Friburgo têm esse mesmo problema de subnotificação: todos foram classificados como enchente ou enxurrada, sendo que ocorreram também deslizamentos (conforme os próprios relatórios Avadan). Um desses, bem conhecido, foi a tragédia de jan/2011, na qual o município de Nova Friburgo foi o mais atingido por deslizamentos, porém o desastre foi classificado somente como "enxurradas ou inundações bruscas".

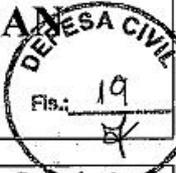
SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SINDEC				
		AVALIAÇÃO DE DANOS - AVADAN		
				
1 - Tipificação		2 - Data de Ocorrência		
Código	Denominação	Dia	Mês	Ano
NE.HIG	12.301	04	01	2007
	Enchente ou Inundação Gradual			Horário 23:30h
3 - Localização				
UF: RJ		Município: Nova Friburgo		
5 - Causas do Desastre - 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 2.2.1.1 - Itens de um relatório Avadan com a classificação de um tipo e a descrição de dois tipos de desastre (fonte: www.defesacivil.gov.br).

Vale ressaltar que há alguns poucos relatórios Avadan (e alguns decretos estaduais) que classificam separadamente dois ou mais tipos de desastre que decorrem do mesmo evento climático. Também se encontram duas ou três classificações de tipos de desastre em um mesmo relatório, como por exemplo o relatório Avadan apresentado parcialmente na figura 2.2.1.2, a seguir, que classifica a ocorrência como alagamentos (código 12.303) e escorregamentos ou deslizamentos (código 13.301). No entanto, dessa maneira não é possível identificar separadamente os danos causados por cada tipo de desastre.

AVALIAÇÃO DE DANOS - AVADAN				
1 - Tipificação		2 - Data de Ocorrência		
Código	Denominação	Dia	Mês	Ano
12.303	ALAGAMENTOS/ESCORREGAMENTOS OU DESLIZAMENTOS	24	12	2001
13.301				Horário
				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 2.2.1.2 - 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).

Esta subnotificação dos desastres nos relatórios Avadan ou Nopred se perpetua nos decretos, portarias e nos estudos que utilizam os dados da Defesa Civil, como se verifica no relatório da Fiocruz e nas demais publicações encontradas, que classificam os desastres de acordo com a tipificação que consta em cada relatório.

Por fim, cabe informar que o Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, elaborado em 2012 pela Escola de Defesa Civil, foi analisado e comparado aos resultados das análises dos dados de registros de ocorrências obtidos.

2.2.2. Critérios de consolidação dos dados obtidos

Diante das discrepâncias e incompletudes de dados, foram estabelecidos alguns critérios de consistência mínima para compor uma série histórica de registros de desastres no estado, a partir da comparação e complementação de dados disponíveis nas diversas fontes de informação obtidas. Os critérios estabelecidos são os seguintes:

- **Individualização das ocorrências:**

Um primeiro passo na consolidação da série histórica foi inserir somente os dados com identificação, por município, do tipo de desastre e data da ocorrência ou data do decreto municipal que declara situação de emergência (SE) ou estado de calamidade pública (ECP). A data do decreto municipal é citada em decretos estaduais e portarias federais de reconhecimento de SE e ECP. Atendem a esse critério as seguintes fontes: o banco de dados fornecido pela DGDEC, os relatórios Avadan obtidos no *site* da Secretaria Nacional de Defesa Civil, os decretos estaduais, as portarias federais e o relatório da Fiocruz/SEA (2011).

Desse modo, não foram utilizados os dados da Dissertação (Araújo 2010), porque esta não apresenta as datas e os tipos de desastre por município e também porque os dados do relatório da Fiocruz/SEA (2011) referem-se ao mesmo período e foram obtidos na mesma fonte (DGDEC), sendo que o relatório da Fiocruz apresenta dados mais completos, inclusive dados do município do Rio de Janeiro, que não constam nas demais fontes. Também não foram utilizados os dados apresentados no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

(Ceped/UFSC 2011), tendo em vista que essa publicação não apresenta os registros individualizados, com as datas de ocorrência, somente os totais anuais por município.

Em seguida, foi realizada a comparação de todos os registros nas diversas fontes, resultando na exclusão de duplicidades e na complementação e correção de algumas falhas de preenchimento do banco de dados da DGDEC com base nas fontes oficiais originais (relatórios Avadan, portarias federais e decretos estaduais).

Entre os decretos e portarias, há alguns que reconhecem SE ou ECP de mais de um município, quando o mesmo evento crítico atinge vários municípios. Nesses casos, os dados foram desmembrados, para identificação das ocorrências por município.

Ressalta-se que, sempre que possível, foram consideradas as datas (dia/mês/ano) das ocorrências e não as datas dos decretos estaduais ou portarias, que, em geral, foram emitidos muitos dias ou até meses após a ocorrência, ou mesmo emitidos poucos dias depois porém já no ano seguinte, nos casos de ocorrências no final de dezembro.

- **Identificação das ocorrências mistas (inundações + deslizamentos):**

Para avaliar a vulnerabilidade de um município ou região aos efeitos de eventos críticos, que é o foco principal deste relatório do PERHI-RJ, os registros da Defesa Civil de maior interesse são as ocorrências de inundações e deslizamentos, porque são os desastres mais frequentes no estado e estão diretamente relacionados com os recursos hídricos.

Com este foco, um outro critério de consolidação da série histórica foi a consideração das ocorrências de deslizamentos descritas porém não incluídas na tipificação dada pela Defesa Civil em relatórios Avadan e Nopred, conforme visto no caso dos deslizamentos em Nova Friburgo descritos no relatório Avadan de uma ocorrência tipificada apenas como enchente (figura 2.2.1.1).

Para esta inclusão dos deslizamentos "embutidos" em ocorrências tipificadas somente como inundações, foram consideradas as descrições das causas e dos impactos das ocorrências e, principalmente, na avaliação dos danos ambientais, o campo referente a solo-deslizamento. Como se pode ver no item 8 do Avadan (Anexo I), há também o campo solo-erosão, que se refere à erosão das margens dos cursos d'água, que pode ocorrer nas enchentes e principalmente nas enxurradas.

Todas as ocorrências tipificadas como inundações, porém marcadas no item 8 do Avadan com alguma intensidade de solo-deslizamento (baixa, média, alta ou muito alta), foram consideradas em um grupo de ocorrências mistas ("inundações e deslizamentos"), que inclui também algumas poucas ocorrências já tipificadas desta maneira, com mais de um tipo de desastre.

Ressalta-se que o termo "deslizamento" é adotado neste relatório de modo genérico, abrangendo escorregamentos, corridas de massa e outros tipos de desastre de mesma natureza. Do mesmo modo, o termo "inundações" abrange enchentes, enxurradas e outros desastres tipificados e definidos pela Defesa Civil (Anexo I).

- **Quantificação dos danos humanos:**

Também com foco na avaliação da vulnerabilidade de um município ou região aos efeitos de chuvas intensas, foram considerados os dados de vítimas dos desastres, identificados pela Defesa Civil como "danos humanos". Foram considerados os números de pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas, os números de mortes e do total de pessoas afetadas. Estes números refletem a vulnerabilidade por ocupação de área de risco.

As únicas fontes que apresentam esses dados, por município, são os relatórios Avadan, os registros do banco de dados da DGDEC e o relatório da Fiocruz (este apenas o número de mortes), porém, cobrem a maioria das ocorrências.

- **Espacialização dos dados:**

Lamentavelmente, nenhum documento obtido apresenta croquis, mapas ou coordenadas geográficas dos locais das ocorrências de desastres. Estas informações cartográficas fazem parte dos processos de cada ocorrência, arquivados na Defesa Civil, porém, a consulta a estes mais de 700 processos, a inserção dos dados em meio digital georreferenciável e a edição de mapas para inclusão neste relatório exigiriam um tempo e um esforço não compatíveis com o escopo e os prazos de elaboração do PERHI-RJ.

Nos dados dos relatórios da Defesa Civil (Avadan e Nopred) é possível identificar se foram atingidas áreas urbanas e/ou rurais e na maioria dos registros em relatório Avadan consta, na descrição da ocorrência, referências a bairros e/ou distritos atingidos pelo desastre, porém sem discriminação de dados nestes níveis de recorte (os dados são totalizados para o município). Alguns relatórios descrevem também nomes de rios e córregos que transbordam nas enchentes e enxurradas.

Essas informações foram úteis na análise da vulnerabilidade às inundações, auxiliando na identificação de rios mais críticos e de municípios mais vulneráveis, comparando-as com informações de outras fontes de informação (item 4 deste relatório). Em relação aos deslizamentos, essas informações sobre bairros/distritos atingidos são insuficientes para identificar os locais exatos das ocorrências.

Para uma visão espacial mínima, foram gerados mapas de criticidade das ocorrências de inundações e deslizamentos, com os dados da Defesa Civil por município, definindo-se uma escala de cores, em tons mais claros para os menores números e tons mais escuros para os maiores.

- **Divisão em períodos:**

Conforme visto, não há um banco de dados históricos de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, disponível à consulta pública, completo e regularmente atualizado. Portanto, os dados apresentados neste relatório refletem a incompletude do conjunto de dados das ocorrências de desastres no estado, registrados pela Defesa Civil, obtidos diretamente na instituição e indiretamente nas publicações citadas no item 2.2.1.

Considerando-se a maior disponibilidade de dados a partir do ano 2000, optou-se por separar a apresentação dos dados em dois períodos: do passado, até 1999; e deste século, até 2012. O primeiro período, apresentado no item 2.3, compreende os desastres mais antigos registrados como mais importantes pelo Corpo de Bombeiros e os desastres reconhecidos como SE ou ECP em decretos estaduais emitidos antes de 2000. O segundo, apresentado no item 2.4, compreende os registros de desastres ocorridos entre jan/2000 e out/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.

Cabe lembrar que o registro de um desastre natural é feito no município que sofreu os impactos de um evento natural crítico. Se esse evento atinge também outros municípios, é feito o registro de um desastre em cada município, ou dois registros quando o mesmo evento climático ou geodinâmico intenso causar diferentes tipos de desastre (inundações e deslizamentos, p. ex.) no mesmo município.

2.3. Desastres Naturais ocorridos antes do ano 2000 no estado RJ

Os dados sobre desastres naturais ocorridos no estado antes do ano 2000 são escassos, porém há registros históricos desde o século XVIII. A apresentação dos dados obtidos está dividida de acordo com as duas fontes encontradas: o primeiro subitem, a seguir, apresenta os dados e informações que constam no histórico do Corpo de Bombeiros. O subitem seguinte apresenta os desastres identificados nos decretos estaduais de homologação de SE e ECP do período 1979-1999.

Esses registros mais antigos, em maioria, não informam precisamente o tipo de desastre ocorrido, nem mesmo a data exata (dia/mês) da ocorrência.

2.3.1. Histórico do Corpo de Bombeiros até 1999

Na descrição dos antigos desastres, selecionados pelo Corpo de Bombeiros como os mais importantes, 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 desses desastres históricos selecionados pelo Corpo de Bombeiros encontra-se na próxima página (tabela 2.3.1.1).

Os primeiros desastres destacados pelo Corpo de Bombeiros foram registrados ainda no século XVIII. O primeiro foi em setembro de 1711, quando ocorreram grandes inundações, porém não há informações sobre os danos. O segundo foi em abril de 1756, quando três dias consecutivos de fortes chuvas causaram inundações, desabamentos de casas e mortes.

Do século XIX consta somente um registro, decorrente de fortes chuvas entre os dias 10 e 17 de fevereiro de 1811, com violentas enxurradas, que causaram inclusive o desmoronamento de parte do Morro do Castelo e o desabamento de muitas casas, no Centro da cidade do Rio de Janeiro. Depois, esse morro foi completamente destruído e o material utilizado nos aterros das áreas úmidas do Centro.

É na segunda metade do século XX que se observa o maior número de desastres destacados pelo Corpo de Bombeiros como mais importantes. É possível supor que este maior número resulte tanto da maior frequência de desastres associada ao aumento da população, dos desmatamentos, da ocupação de áreas de risco e, portanto, da exposição humana aos eventos climáticos, como também resulte da melhor capacidade de documentação dos desastres do que nos séculos anteriores.

Note-se 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.

Em seguida aos dados do histórico do Corpo de Bombeiros, são apresentados os dados dos decretos estaduais emitidos antes de 2000.

Tabela 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.

2.3.2. Registros em decretos estaduais de 1979 a 1999

A tabela a seguir (tabela 2.3.2.1) 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 estado de calamidade pública (ECP) e de situação de emergência (SE).

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 ou o mês da ocorrência. 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 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.

Em 1979 foram emitidos dois decretos estaduais. Um deles, de 05/02/1979, declara ECP em oito municípios das regiões Norte/Noroeste: Porciúncula, Natividade, Santo Antônio de Pádua, Itaperuna, Laje do Muriaé, Bom Jesus do Itabapoana, Italva e Cardoso Moreira (os dois últimos ainda como distritos de Campos dos Goytacazes); e o outro decreto, emitido em março, estende o reconhecimento de ECP a todo o município de Campos. Os dois decretos referem-se a uma "situação anormal provocada pelas continuadas chuvas e conseqüentes inundações".

Em 14-03-1983 foi emitido um único decreto, declarando ECP em Teresópolis e Petrópolis, "tendo em vista as últimas enchentes que assolaram os dois municípios". Considerando o uso indiscriminado dos termos "enchente" e "inundação", que se observa em geral nos documentos com registros de eventos de chuvas intensas, é provável que tenham ocorrido também deslizamentos nesses municípios da Região Serrana, bem como em parte dos demais desastres registrados com esses termos nos anos seguintes.

O trágico ano de 1988 é um dos poucos que têm decreto estadual reconhecendo ECP no município do Rio de Janeiro. Conforme visto no item anterior, as chuvas no ano de 1988 atingiram severamente a cidade do Rio de Janeiro, além de outros municípios do estado. Porém, os textos dos decretos emitidos naquele ano (todos iguais) não esclarecem quais foram os desastres, constando somente "as chuvas que assolaram o município..." Os decretos reconhecem ECP em 11 municípios: Angra dos Reis, Araruama, Duque de Caxias, Magé, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Petrópolis, Rio de Janeiro, São

Gonçalo e São João de Meriti. Os municípios que sofreram com chuvas de granizo foram Miracema (em 1988 e também em 1995) e São José do Ubá (1988).

Até 1991, todos os decretos são de ECP, inclusive para os dois municípios registrados nesse mesmo ano - Teresópolis e Barra Mansa. Nos anos de 1992 e 1994, os decretos são de SE para os três municípios: Paty do Alferes e Paraíba do Sul em 1992 e Barra do Piraí em 1994. E, tal como nos decretos de 1988, a única informação sobre os desastres apresentados em todos os decretos emitidos entre 1991 e 1994 restringe-se às "chuvas que assolaram" os municípios.

Em 1995, além das chuvas de granizo com vendaval que colocaram Miracema em ECP, constam decretos de reconhecimento de SE em Paty do Alferes e Miguel Pereira, atingidos por fortes chuvas e inundações em dezembro. A partir de 1995, os decretos estaduais passam a inserir as datas dos eventos ou as datas dos decretos municipais.

Em 1996, o número de decretos aumentou significativamente. Nesse ano, observam-se os dois únicos decretos referentes a deslizamentos, de todo o período anterior a 2000. O decreto referente às "chuvas que assolaram o município de Itaguaí" é o único com declaração de ECP no ano de 1996.

Em 1997 se encontra o maior número de decretos do período 1979-99, todos decorrentes de chuvas intensas ocorridas no mês de janeiro. Entre os 20 municípios atingidos, 11 municípios declararam ECP, a maior parte nas regiões Norte/Noroeste: Cardoso Moreira, Itaperuna, Italva, Aperibé, Laje do Muriaé, Natividade, Porciúncula, Bom Jesus do Itabapoana, Mendes, Conceição de Macabu e Cachoeiras de Macacu. Um ano depois, em fev/1998, outro evento de chuvas intensas levou dois desses municípios a ECP novamente (Conceição de Macabu e Cachoeiras de Macacu), além de mais outros três: Carapebus, Macaé e Silva Jardim. Este último também entrou em SE em jan/1997.

No período 1979-99 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 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, 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.

Tabela 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

continua

Município	1979	1983	1988	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	Total
Barra do Pirai	-	-	-	-	-	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
Aperibé	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Bom Jesus do Itabapoana	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
Campos	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	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).

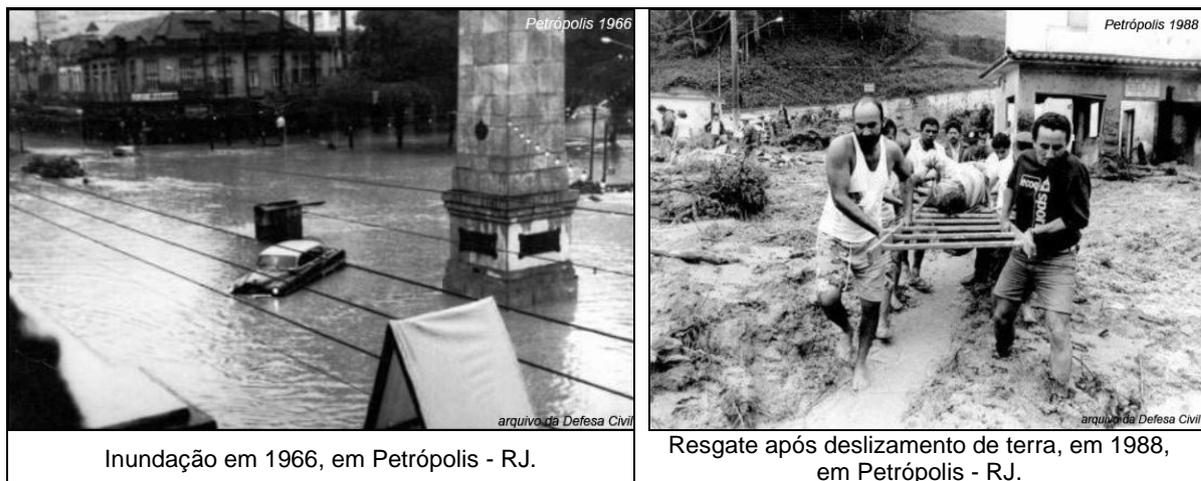
Obs.: 1 - Na fonte consultada, não havia decreto referente a desastres em 1999. 2 - Constam somente os municípios com ocorrências registradas, conforme os decretos obtidos.

Portanto, de acordo com os decretos estaduais de reconhecimento de SE e ECP emitidos no período de 1979-99, as Regiões Hidrográficas 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 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 (Dois Rios).

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 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.

2.4. Desastres Naturais Ocorridos de 2000 a 2012, no Estado RJ

Os dados disponíveis para o período mais recente (a partir de 2000) são mais numerosos e mais detalhados do que os dados do período anterior. Portanto, a apresentação desses dados é mais extensa e está dividida da seguinte forma: neste item (2.4 do Volume 1) são apresentados valores totais, por tipo de desastre, por ano e por Região Hidrográfica; e no Volume 2 e seus anexos constam os dados mais detalhados sobre as ocorrências e seus danos nos municípios em cada RH.

2.4.1. Valores totais

Com a aplicação dos critérios citados anteriormente (item 2.2.2), identificou-se um conjunto de **644 desastres naturais** ocorridos no estado entre jan/2000 a out/2012. Tendo-se em conta que, direta ou indiretamente, a fonte original desses dados é sempre a Defesa Civil, a identificação dos tipos de desastre está referida à classificação de desastres utilizada pela Defesa Civil (Anexo I). Para facilitar a visualização dos dados, optou-se por reunir, em grupos, tipos semelhantes de desastres.

No grupo "Inundações" estão reunidas as ocorrências de "enchentes ou inundações graduais", "enxurradas ou inundações bruscas", "tromba d'água" e "alagamentos". Esses tipos de desastre fazem parte do que a Defesa Civil classifica como Desastres Naturais Relacionados com o Incremento das Precipitações Hídricas, do qual também fazem parte as "inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar", que, neste relatório foram identificadas como "Ressacas".

No grupo "Deslizamentos" estão reunidas as ocorrências que a Defesa Civil classifica como Desastres Naturais Relacionados com a Geomorfologia, o Intemperismo, a Erosão e a Acomodação do Solo. Entre os desastres deste grupo ocorridos no período 2000-2012, quase todos foram do tipo "escorregamentos ou deslizamentos" e alguns poucos dos tipos "corridas de massa", "rastejos", "quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas" e "erosão marinha". Portanto, neste relatório, esses tipos de desastre estão sendo agrupados sob o termo genérico "deslizamento", tal como o termo similar em inglês, "*landslide*", muito usado na literatura internacional.

No grupo "Inundações e Deslizamentos" estão as ocorrências nas quais o mesmo evento de chuva causou, simultaneamente, desastres de ambos os grupos. Nos dados obtidos para o período analisado, somente 20 ocorrências foram tipificadas pela Defesa Civil (em relatórios Avadan e Nopred) como mais de um tipo de desastre, tal como no exemplo visto na figura 2.2.1.2 do item 2.2.1. No entanto, conforme dito anteriormente, foram identificadas ocorrências de deslizamentos não tipificadas como tal, mas "embutidas" em registros de ocorrências de inundações (exemplo visto na figura 2.2.1.1 do item 2.2.1).

O grupo dos Vendavais reúne somente dois tipos de desastre que ocorreram no período: os "vendavais ou tempestades" (mais numerosos) e alguns "vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais". O grupo Estiagens compreende, além das estiagens, apenas um registro de seca. Os restantes - Granizos e Incêndios Florestais - são tipos únicos de desastre, não agrupados, assim como as Ressacas.

Os dois gráficos a seguir mostram os números totais de ocorrências nos grupos/tipos de desastres, no período 2000-2012, 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: aquelas 20 assim tipificadas e mais 148 não tipificadas como tal e identificadas conforme critérios citados (de deslizamentos "embutidos" em ocorrências tipificadas apenas como inundações).

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 (gráfico 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% (gráfico 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" (gráfico 2.4.1.2) e o grupo Inundações teria 417 (397 tipificadas como inundações + 20 mistas do gráfico 2.4.1.1 ou a soma de 249 + 168 do gráfico 2.4.1.2).

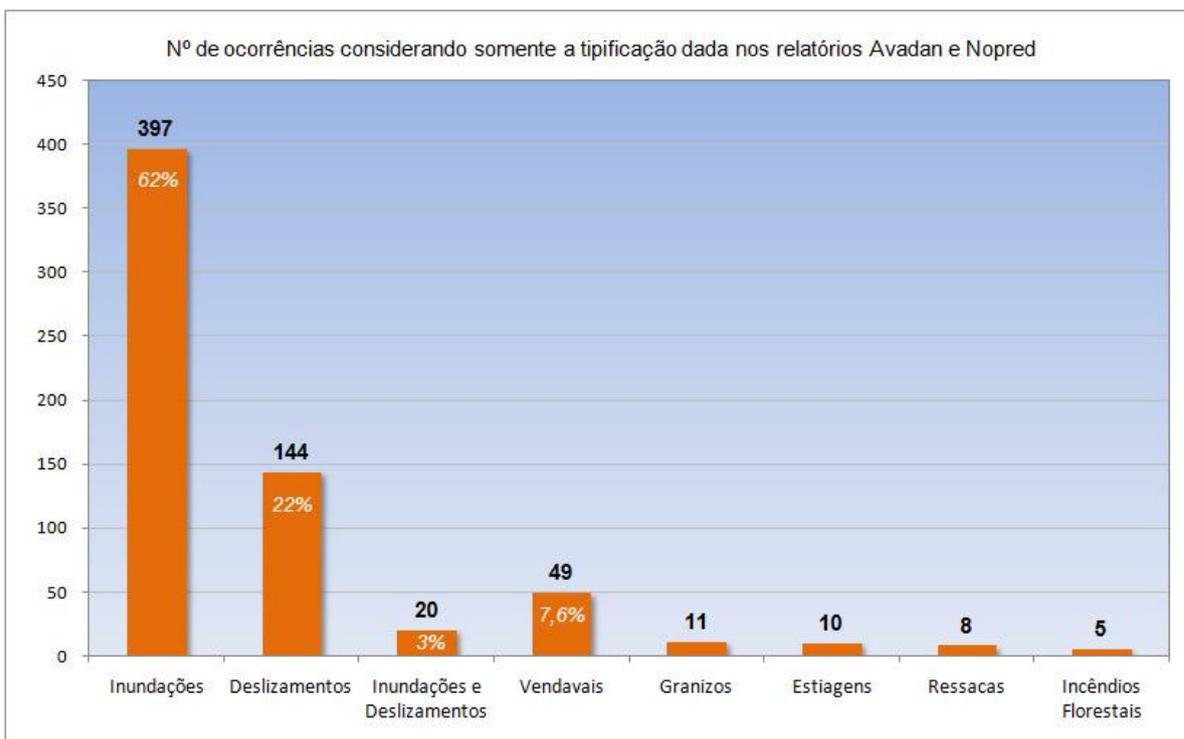


Gráfico 2.4.1.1 - Número de ocorrências por grupo/tipo de desastres no estado RJ, de 2000 a 2012, considerando somente a tipificação dada nos registros da Defesa Civil. (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

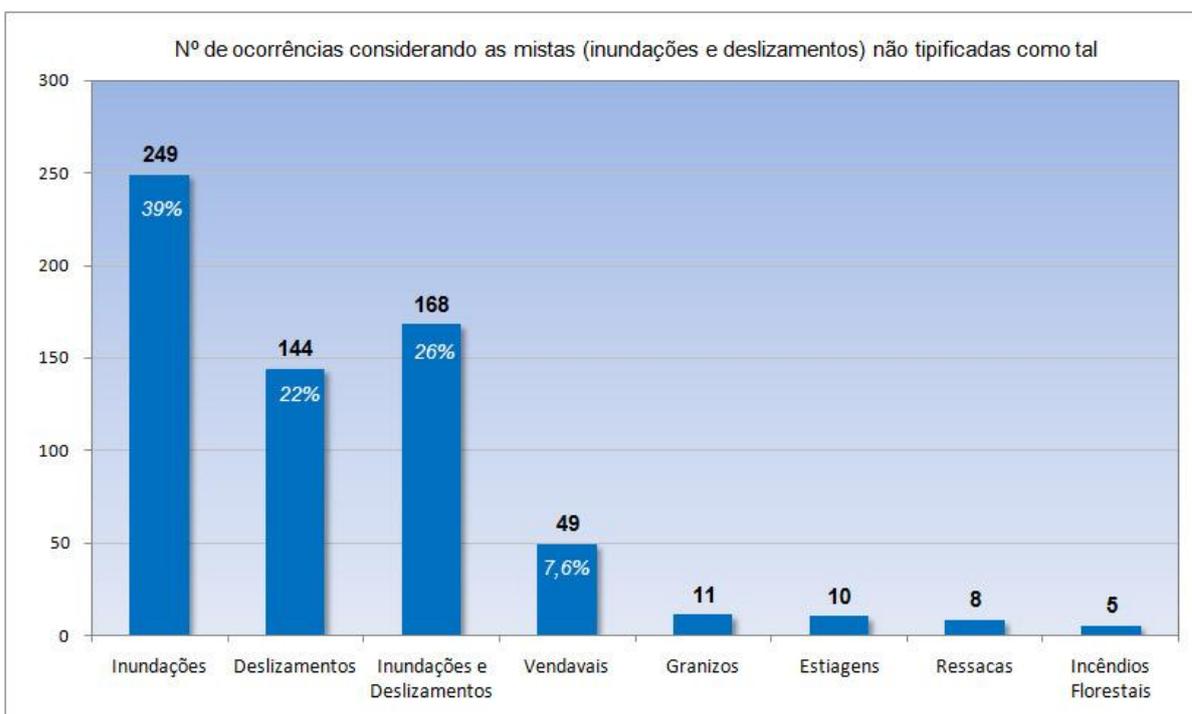


Gráfico 2.4.1.2 - Número de ocorrências por grupo/tipo de desastres no estado RJ, de 2000 a 2012, considerando também as ocorrências mistas (inundações e deslizamentos) não tipificadas. (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Na tabela 2.4.1.1, a seguir, os números de ocorrências dos grupos estão discriminados por tipo de desastre de cada grupo, nas duas condições consideradas.

Tabela 2.4.1.1 - Ocorrências de desastres naturais no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 - conforme tipificadas e considerando as "embutidas" (*) - totais por grupo e tipos de desastre.

GRUPO Tipo de desastre	Nº de ocorrências tipificadas	Nº de ocorrências tipificadas + "embutidas"
INUNDAÇÕES	397	249
alagamentos	58	53
enchentes ou inundações graduais	142	91
enxurradas ou inundações bruscas	195	105
tromba d'água	2	0
DESLIZAMENTOS	144	144
escorregamentos ou deslizamentos	133	133
corridas de massa	6	6
quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas	3	3
rastejos	1	1
erosão marinha	1	1
INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS *	20	168
alagamentos *	-	5
enchentes ou inundações graduais *	-	51
enxurradas ou inundações bruscas *	-	90
tromba d'água *	-	2
(alagamentos + escorregamentos ou deslizamentos)	7	7
(alagamentos + enchentes ou inundações graduais + escorregamentos ou deslizamentos + corridas de massa)	1	1
(enchentes ou inundações graduais + escorregamentos ou deslizamentos)	4	4
(enxurradas ou inundações bruscas + escorregamentos ou deslizamentos)	8	8
VENDAVALS	49	49
vendavais ou tempestades	46	46
vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais	3	3
Granizos	11	11
Estiagens	10	10
Ressacas	8	8
Incêndios Florestais	5	5
TOTAL	644	644

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

(*) Ocorrências simultâneas de inundação e deslizamento que foram tipificadas somente como inundação. As ocorrências "embutidas" são essas de deslizamento.

Observa-se que as ocorrências tipificadas como "enxurradas ou inundações bruscas" são as mais numerosas do período e em quase a metade destas (90 de 195 ou 46%) houve deslizamentos "embutidos", o que as torna parte do grupo Inundações e Deslizamentos, no qual também são as mais numerosas. O 2º tipo mais numeroso, o das "enchentes ou inundações graduais", teve deslizamentos em 51 de 142 ocorrências (36%).

No grupo Deslizamentos encontra-se o 3º tipo de desastre com maior número de ocorrências - os "escorregamentos ou deslizamentos" (133 ocorrências). Neste grupo, observa-se um pequeno número de ocorrências tipificadas como "corridas de massa", embora este tipo de desastre seja característico de condições de relevo, solos e pluviosidade comuns a municípios como Angra dos Reis, Petrópolis e Teresópolis, cujas ocorrências têm sido mais classificadas como escorregamentos/deslizamentos, enxurradas e enchentes. Neste grupo, observa-se ainda uma única ocorrência (em Petrópolis) que foi classificada com 4 tipos de desastre, inclusive corrida de massa.

2.4.2. Comparação com o Mapa de Ameaças Naturais

As proporções entre os números de ocorrências por tipo de desastre, cujos totais foram apresentados no item anterior, em geral diferem daquelas identificadas no Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, elaborado pela Escola de Defesa Civil (ESDEC, 2012), citado no item 2.1.

De acordo com o referido Mapa de Ameaças, que resultou das avaliações das principais ameaças feitas pela Defesa Civil para cada município, os "escorregamentos ou deslizamentos" são a ameaça mais citada na avaliação (citada em 83 dos 92 municípios do estado); em seguida, estão as enchentes, os alagamentos, as enxurradas, os incêndios florestais, os vendavais e as estiagens, nessa ordem.

No gráfico apresentado a seguir (figura 2.4.2.1) a hierarquia do Mapa de Ameaças é comparada às proporções dos totais de ocorrências por tipo de desastre do período 2000-2012, aqui analisadas nas duas situações: a que considera as ocorrências somente como foram tipificadas e a que considera também as ocorrências "embutidas", conforme apresentado no item anterior (2.4.1). O gráfico mostra que, se consideradas somente as ocorrências conforme tipificadas nos relatórios Avadan e Nopred, as enxurradas estão em 1º lugar e os deslizamentos em 3º lugar, portanto, as proporções são bem diferentes daquelas apresentadas no Mapa de Ameaças.

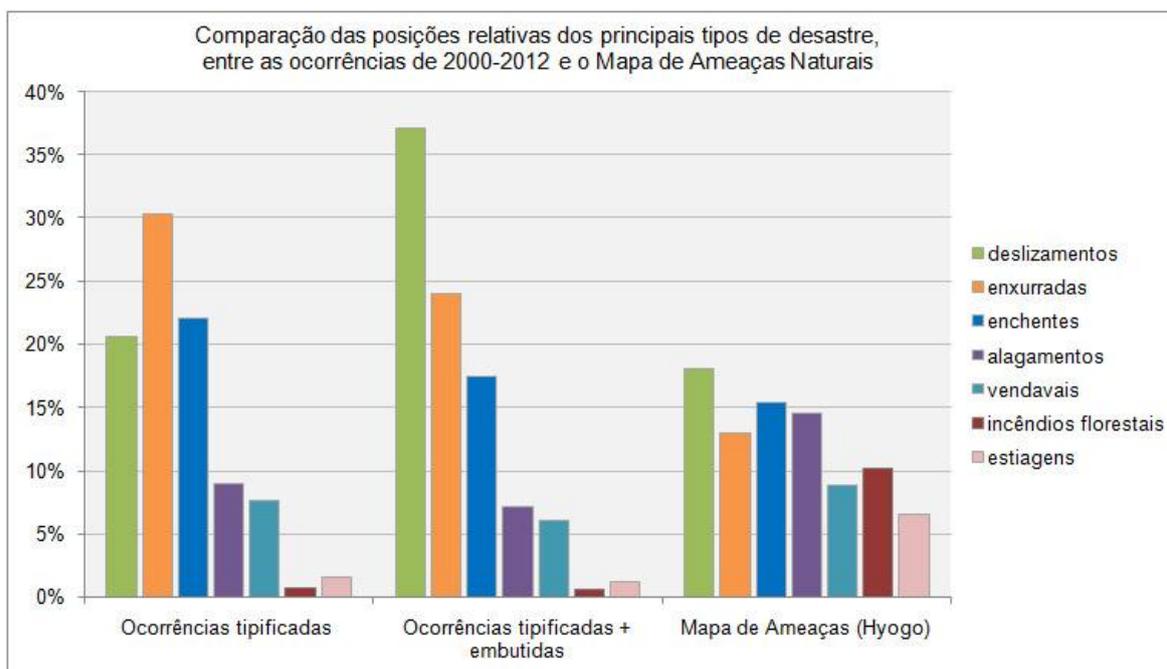


Figura 2.4.2.1 - Comparação das posições relativas dos principais tipos de desastre ocorridos no período 2000-2012 com as posições relativas dos desastres no Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Já na situação que considera as ocorrências "embutidas", os deslizamentos passam a ter uma posição relativa mais coerente com a sua posição na hierarquia de tendências apresentada do Mapa de Ameaças Naturais. Nessa condição (tipificadas + embutidas), o total de ocorrências do grupo Inundações (enxurradas + enchentes + alagamentos) também ficaria em posição relativa mais equivalente à posição deste grupo no Mapa de Ameaças (tabela 2.4.2.1 a seguir), porém, as enxurradas continuariam prevalecendo, enquanto que no Mapa de Ameaças ocupam a 3ª posição.

Observa-se ainda (no gráfico e na tabela 2.4.2.1) a grande diferença na posição dos incêndios florestais, que têm 10% de prevalência no Mapa de Ameaças, enquanto que representam menos de 1% das ocorrências de 2000-2012. O mesmo se observa na posição das estiagens (6,5% no Mapa e o máximo de 1,6% nas ocorrências).

Tabela 2.4.2.1 - Comparação das ocorrências dos principais desastres com as tendências avaliadas no Mapa de Ameaças (*), em percentuais dos respectivos totais.

Tipos de desastre	Ocorrências tipificadas	Ocorrências tipificadas + embutidas	Mapa de Ameaças *
escorregamentos ou deslizamentos	20,7%	37,1%	18,0%
enchentes ou inundações graduais	22,0%	17,5%	15,4%
alagamentos	9,0%	7,1%	14,6%
enxurradas ou inundações bruscas	30,3%	24,0%	13,0%
<i>(total do grupo inundações = enchentes + alagamentos + enxurradas)</i>	<i>61,3%</i>	<i>48,6%</i>	<i>43,0%</i>
incêndios florestais	0,8%	0,6%	10,2%
vendavais	7,6%	6,0%	8,9%
estiagens	1,6%	1,2%	6,5%
total	90,4%	92,4%	82,1%

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

(*) Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Defesa Civil - RJ, 2012.

Por outro lado, quando se analisa a hierarquia das 5 maiores ameaças nos municípios (ESDEC, 2012), observa-se que o desastre mais citado como 1ª ameaça é o desastre tipificado como "enchentes ou inundações graduais" (35 municípios); os deslizamentos vêm em seguida (28 municípios) e depois as enxurradas (15 municípios), como mostra a tabela 2.4.2.2, a seguir. Os incêndios florestais e as estiagens são, na maioria dos municípios, citados como 4ª e 5ª ameaças.

Tabela 2.4.2.2 - Hierarquia das cinco principais ameaças avaliadas nos 92 municípios do estado para a confecção do Mapa de Ameaças Naturais.

Desastre (ameaça)	Nº de municípios por hierarquia das 5 maiores ameaças						
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	TOTAL	%
escorregamentos ou deslizamentos	28	22	22	9	2	83	18,0%
enchentes ou inundações graduais	35	17	14	1	4	71	15,4%
alagamentos	12	20	11	16	8	67	14,6%
enxurradas ou inundações bruscas	15	18	18	5	4	60	13,0%
incêndios florestais	1	1	4	15	26	47	10,2%
vendavais ou tempestades	0	3	11	14	12	40	8,7%
estiagens	1	1	5	13	10	30	6,5%
quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas	0	8	2	4	8	22	4,8%
granizos	0	0	1	3	10	14	3,0%
corridas de massa	0	2	0	1	2	5	1,1%
erosão fluvial	0	0	1	4	0	5	1,1%
ressacas (inundações litorâneas)	0	0	2	1	1	4	0,9%
tornados e trombas d'água	0	0	0	3	0	3	0,7%

Desastre (ameaça)	Nº de municípios por hierarquia das 5 maiores ameaças						
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	TOTAL	%
erosão marinha	0	0	0	2	0	2	0,4%
erosão linear	0	0	0	0	2	2	0,4%
maré vermelha	0	0	0	1	1	2	0,4%
vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais	0	0	0	0	1	1	0,2%
secas	0	0	1	0	0	1	0,2%
pragas vegetais	0	0	0	0	1	1	0,2%
total	92	92	92	92	92	460	100%

Fonte: Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Defesa Civil - RJ, 2012.

Vale ressaltar que as avaliações da Defesa Civil nos municípios, para hierarquizar as cinco principais ameaças de desastres que compõem o Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, não estão necessariamente baseadas em análises estatísticas do mesmo período analisado neste estudo para o PERHI-RJ (2000-2012)², o que pode explicar, em parte, as discrepâncias identificadas nesta comparação.

Além disso, deve-se ter em conta também as incertezas quanto à consistência dos dados obtidos. Embora a fonte seja sempre a mesma - os registros da Defesa Civil (inclusive os dados do município do Rio de Janeiro, provenientes da imprensa, que utiliza dados informados pela Defesa Civil)³, verificou-se que nem mesmo o banco de dados fornecido diretamente pela DGDEC - Divisão Geral da Defesa Civil no Estado do Rio de Janeiro está completo e corretamente preenchido.

2.4.3. Comparação com o período anterior e totais mensais

Tendo em vista a incompletude da base de dados disponível, principalmente em relação às ocorrências anteriores ao ano 2000, não é possível afirmar, com certeza, que o número e a frequência das ocorrências de desastres aumentou drasticamente a partir de 2000. Porém, mesmo considerando que houve desmembramentos para criação de novos municípios, é no mínimo preocupante o crescente aumento do número de registros.

Ao longo de duas décadas (1979-1999), os dados disponíveis reportam a ocorrência de 75 desastres, o que significa uma média inferior a 4 desastres por ano; enquanto que, a partir de 2000, em um período menor (13 anos), esta média chega perto de 50 desastres por ano. Observa-se também que o número de municípios afetados é maior no período mais recente: 89 municípios entre 2000-2012, contra 50 municípios no período 1979-99.

O gráfico a seguir (figura 2.4.3.1), mostra um número crescente de ocorrências ao longo das duas últimas décadas, a partir de 1991, atingindo o maior número em 2010, com 116 ocorrências. Em 2011 houve uma queda no número de ocorrências, porém foi um ano marcado pela tragédia na Região Serrana, maior desastre do país. No último ano (2012), houve um número um pouco menor de ocorrências do que em 2011. Os dados obtidos limitam-se ao mês de outubro de 2012, no entanto, até 31 de dezembro de 2012 não foram registradas, em noticiários na mídia, ocorrências relevantes de desastres.

² Na publicação da Defesa Civil que apresenta a metodologia e resultados das avaliações nos municípios e nos *Workshops* (ESDEC, 2012) não há referência ao uso de um período específico e comum para a "probabilidade estatística" avaliada em cada município.

³ Conforme fonte dos dados do Rio de Janeiro consultada (Fiocruz/SEA 2011).



Figura 2.4.3.1 - Número de ocorrências de desastres naturais no estado RJ, entre 1991 e out/2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

No período 2000-2012, janeiro foi o mês com maior número de ocorrências dos desastres mais frequentes: as inundações e os deslizamentos, isoladamente ou em ocorrências mistas (figura 2.4.3.2). Além de janeiro ser um mês típico da estação mais quente e chuvosa (verão), os eventos extremos de chuva neste mês podem encontrar condições de maior fragilidade, pelo acumulado de chuvas dos meses anteriores (novembro e dezembro), tais como: solos encharcados, rios cheios e assoreados, drenagem pluvial entupida, etc.

Na análise da distribuição mensal por tipos de desastres dos grupos apresentados na figura 2.4.3.2, observa-se um aspecto interessante: janeiro é o mês mais crítico para todos os tipos, porém, as enxurradas e os deslizamentos apresentam um percentual maior neste mês do que as enchentes e alagamentos, destacando-se as enxurradas, com 60% das ocorrências em janeiro no grupo Inundações e Deslizamentos e 35% no grupo Inundações.

No período menos chuvoso do ano (maio a outubro), sobressaem as ocorrências de estiagens, granizos, ressacas e incêndios florestais, que representaram 5% do total de ocorrências no período 2000-2012. Os vendavais (7,6%) ocorreram em menor número nos meses de inverno (figura 2.4.3.3).

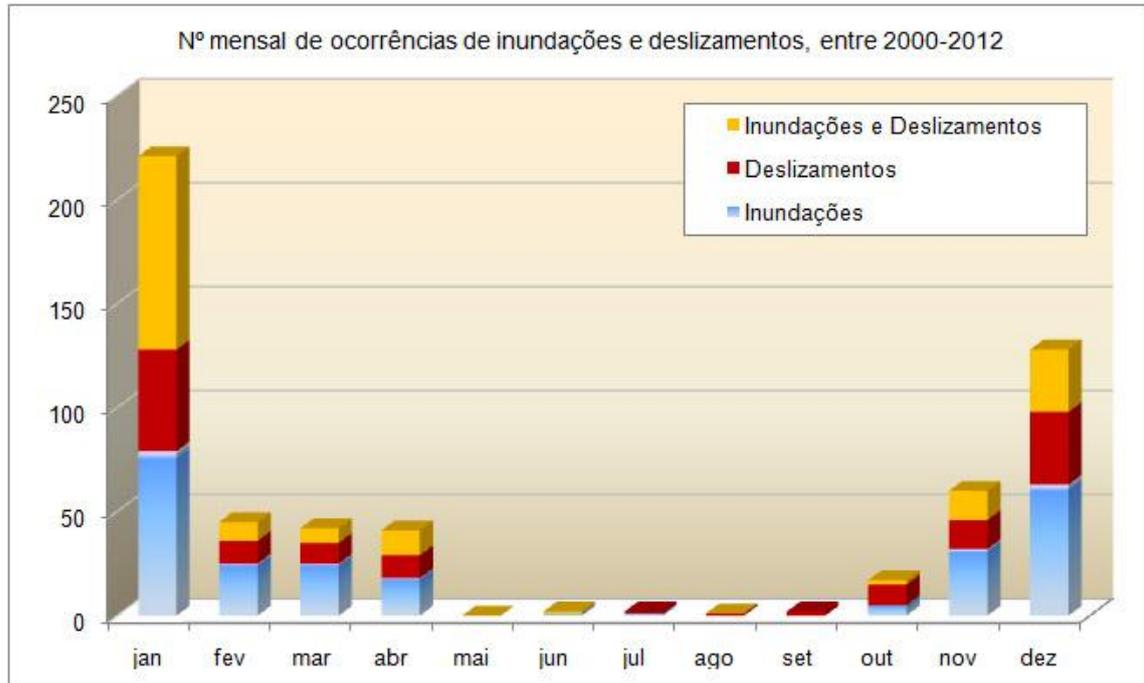


Figura 2.4.3.2 - Número mensal de inundações e deslizamentos no estado RJ, entre 2000 e 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

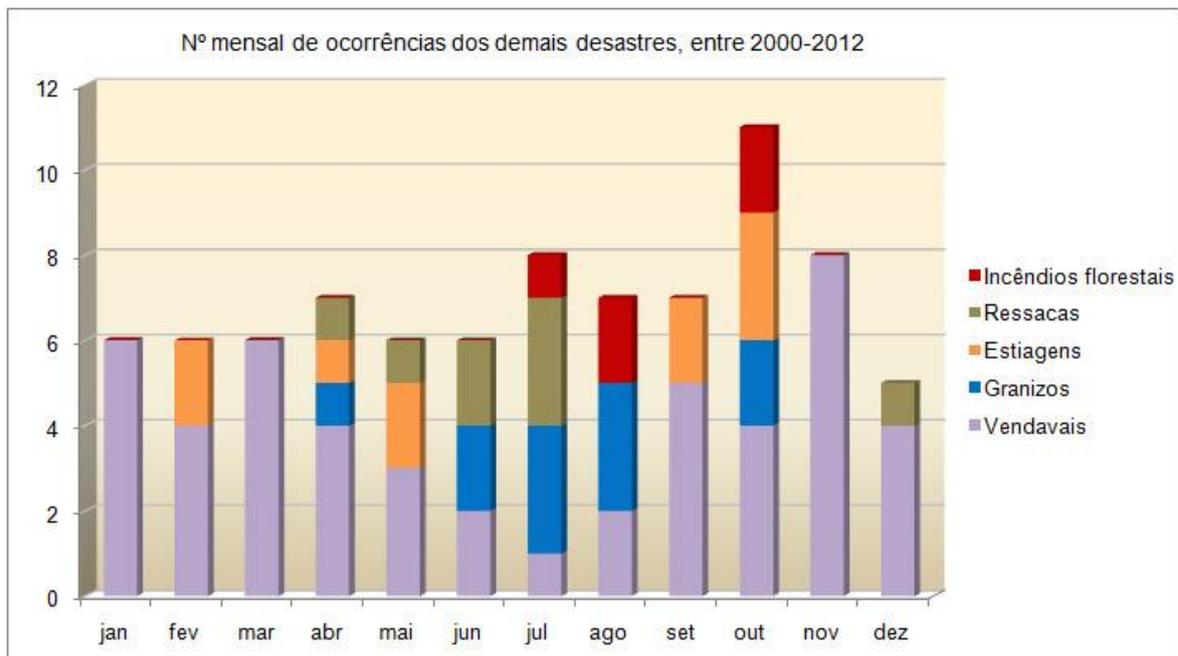


Figura 2.4.3.3 - Número mensal de ocorrências de outros desastres no estado RJ, entre 2000 e 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Diretamente relacionados às ocorrências de inundações e deslizamentos, os danos humanos causados pelos desastres no período 2000-2012 também foram maiores no mês de janeiro, no qual foram registrados 49% do número total de pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas e 72% do número total de vítimas fatais, sendo que 964 (84%) das 1.147 mortes registradas em janeiro ocorreram em 2011 na Região Serrana. Os dados sobre os danos humanos dos desastres são apresentados em seguida.

2.4.4. Danos humanos causados pelos desastres de 2000 a 2012

Conforme visto, a distribuição percentual de desastres do Mapa de Ameaças comparada à distribuição percentual das ocorrências tipificadas + embutidas, confirma, de certo modo, que os deslizamentos ocorreram em maior número do que o registrado na tipificação das ocorrências do período 2000-2012.

Porém, não é possível desmembrar essas ocorrências de deslizamentos dos registros de inundações nos quais estão "embutidas", tendo em vista que essas ocorrências de deslizamentos estão identificadas somente pela avaliação de intensidade dos danos ambientais (no Avadan) e, em alguns poucos casos, somente pela descrição da ocorrência. Ou seja, nas ocorrências mistas (como no caso de Nova Friburgo, citado no item 2.2.1), não é possível identificar os danos humanos causados por inundações separadamente dos danos humanos causados por deslizamentos "embutidos".

Assim sendo, optou-se por manter a apresentação como ocorrências mistas, no grupo Inundações e Deslizamentos, cujos dados são igualmente apresentados, junto com os demais grupos/tipos de desastres, podendo-se sempre interpretá-las e compará-las como ocorrências diferenciadas das outras dos mesmos tipos de desastre do grupo Inundações, porque indicam a ocorrência também de deslizamentos.

A relevância desses deslizamentos "embutidos", como parte das causas de danos (junto com as simultâneas inundações), pode ser verificada na avaliação da intensidade dos danos para solo-deslizamentos, registrada no item 8 do Avadan. Do total de ocorrências mistas com esta avaliação, as de classes mais críticas de intensidade respondem por 55% (alta - 35% e muito alta - 20%), as de intensidade média respondem por 29% e as de intensidade baixa correspondem à menor parte - 16%. Os custos desses danos com deslizamentos, estimados no mesmo item 8 do Avadan, são superiores a R\$ 1,4 bilhões, sem atualizações monetárias. Ressalta-se que somente o formulário Avadan tem esse campo de informação sobre danos ambientais dos desastres, ou seja, é possível ainda que outros deslizamentos tenham ficado "em branco" na história de ocorrências de inundações registradas somente em Nopred.

Dando continuidade e complementando a apresentação dos valores totais relativos às ocorrências do período 2000-2012, a tabela 2.4.4.1, na página seguinte, apresenta, 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), o percentual de ocorrências com reconhecimento de SE+ECP e os dados referentes aos principais danos humanos, que são: número de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas), número de mortes e número total de pessoas afetadas.

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 de 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 2010 (249 mortes) e na Região Serrana em 2011 (964 mortes), descritos mais à frente neste relatório.

Tabela 2.4.4.1: 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
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).

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 relação "nº de mortes *versus* nº 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.

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, conforme apresentado na tabela 2.4.4.1.

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. Os dados por município estão no Volume 2.

A tabela 2.4.4.1 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.

Desse modo, todas as ocorrências de desastres naturais que mobilizaram, em maior ou menor grau, a Defesa Civil, têm importância no contexto de uma análise de vulnerabilidade a eventos críticos, ao menos como indicadoras de potenciais problemas no futuro - em curto, médio ou longo prazo - em determinadas áreas ainda menos povoadas mas que apresentam aspectos ambientais e sociais que podem aumentar sua vulnerabilidade aos desastres com o crescimento da população.

2.4.5. Totais por ano

Conforme já destacado, 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 2.4.5.1), 2010 foi o ano mais crítico do período: em número total de ocorrências, em número de municípios atingidos, em número de ocorrências reconhecidas como SE e em 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 2.4.5.1, 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 2.4.5.1 - 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.

O gráfico, a seguir (figura 2.4.5.1), mostra a distribuição percentual dos números de ocorrências e de danos humanos nos anos do período 2000-2012, evidenciando o maior impacto dos desastres em 2010, com exceção do número de mortes, muito mais elevado em 2011.

Na análise comparativa dos percentuais, no gráfico, observa-se, por exemplo, que em 2009 foi registrado o segundo maior número total de ocorrências no período, sendo que os desastres de 2007 e 2008, com menores números de ocorrências, causaram mais danos humanos do que os desastres de 2009.

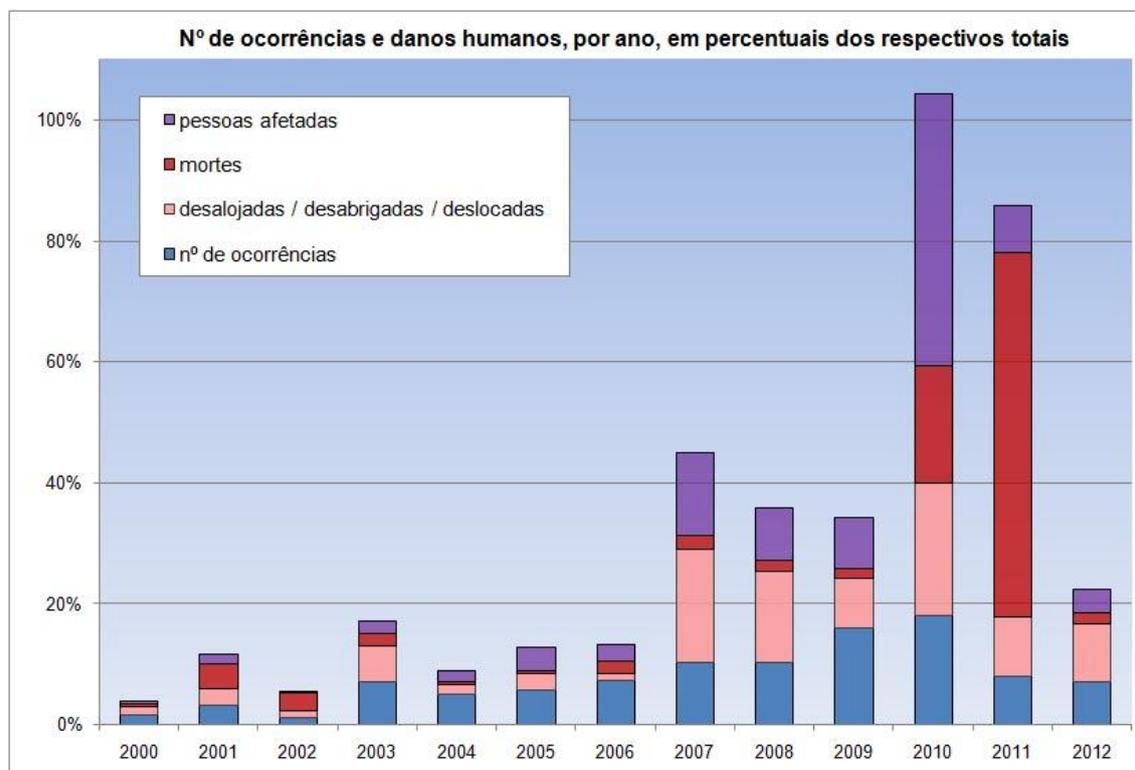


Figura 2.4.5.1 - Ocorrências e danos humanos dos desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012, em percentuais dos respectivos totais anuais (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

É importante comparar os números anuais de ocorrências com os respectivos danos humanos, especialmente quanto aos números de pessoas que tiveram de abandonar suas casas danificadas ou destruídas pelos desastres: estes números se referem às pessoas mais diretamente prejudicadas (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas) e, portanto, podem ser interpretados como mais representativos dos danos humanos do que os números totais de pessoas afetadas, que em geral incluem estimativas de pessoas eventualmente afetadas por interrupção de tráfego e/ou de serviços, impactos indiretos na economia local, etc. Para facilitar esta comparação, os dois gráficos referentes a esses dados (nº de ocorrências e nº de pessoas fora de casa) estão apresentados juntos, na página seguinte.

No primeiro gráfico a seguir (figura 2.4.5.2) verifica-se que, no grupo Inundações, que teve o maior número total de ocorrências no período, houve um número mais expressivo de ocorrências na segunda metade do período, destacando-se os anos de 2007, 2008, 2009 e 2010. No entanto, com exceção de 2008, foi no grupo Inundações e Deslizamentos que houve os maiores números de pessoas fora de casa nesta segunda metade do período, como mostra o gráfico seguinte (figura 2.4.5.3).

O grupo Deslizamentos foi o segundo em número de ocorrências nos anos de 2006, 2007, 2009, 2010 e 2012; nos demais anos foi o terceiro, em geral. Neste grupo também observam-se proporções muito diferentes entre número de ocorrências e número de pessoas fora de casa, ao longo dos anos.

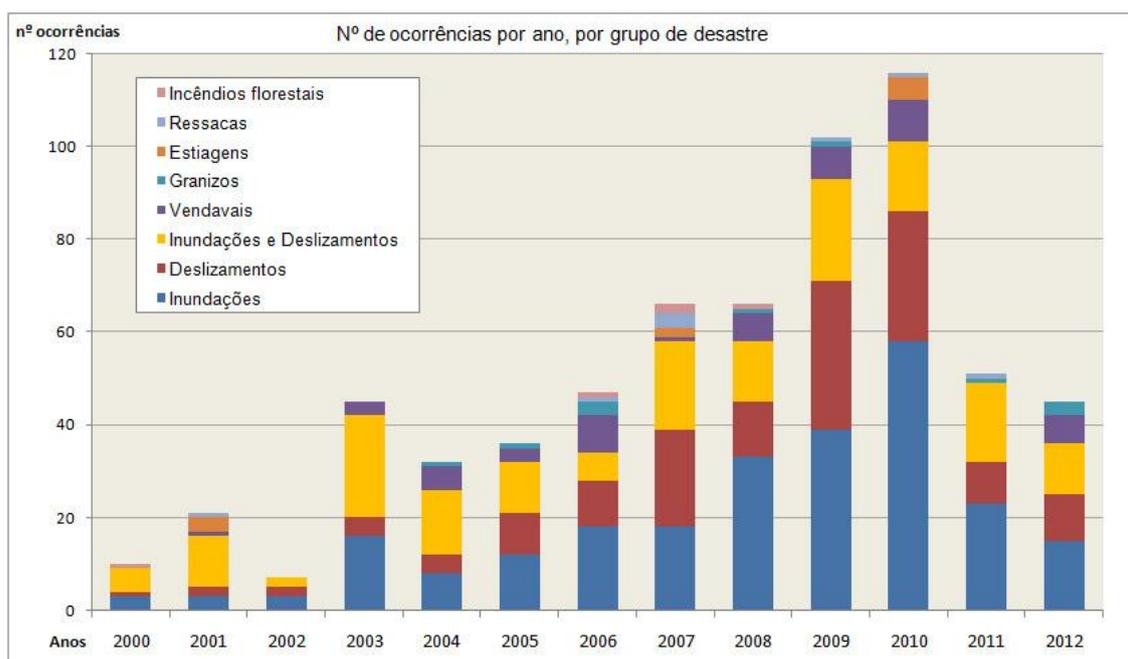


Figura 2.4.5.2 - Número anual de ocorrências por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

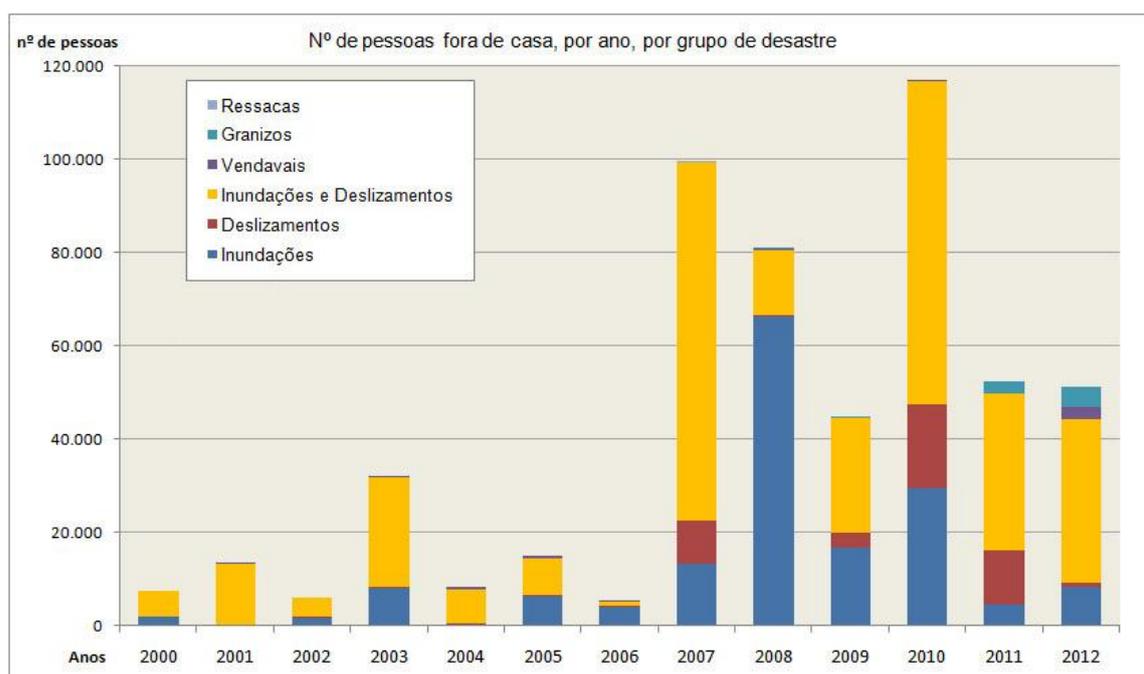


Figura 2.4.5.3 - Número anual de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas), por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Os três grupos de desastres mais numerosos no período (que abrangem inundações e deslizamentos) foram os únicos com ocorrências em todos os anos. Os vendavais ocorreram em quase todos, com maior número de ocorrências em 2006, 2009 e 2010, sendo que 53% do número total de pessoas fora de casa por vendavais foram registrados em 2012. Os granizos ocorreram em seis anos, com uma ocorrência em cada ano na

maior parte e três ocorrências nos anos de 2006 e 2012, registrando, neste último ano, tal como os vendavais, a maior parte (61%) do total de pessoas fora de casa.

Ressalta-se que, em 2012, os vendavais não ocorreram nos mesmos meses que os granizos, embora seja comum a ocorrência de granizos junto com ventos e tempestades.

As estiagens ocorreram apenas em três anos, porém com números crescentes: uma ocorrência em 2001, duas em 2007 e cinco em 2010. Os registros de incêndios florestais, embora tenham maior probabilidade de ocorrer em épocas de estiagens mais rigorosas, coincidiram com as estiagens em apenas um ano, em 2007, com duas ocorrências; as demais foram em 2000, 2006 e 2008, com uma ocorrência em cada ano. Nenhum desses dois tipos de desastre deixou pessoas fora de suas casas.

As ressacas foram registradas em seis anos, todos esses com apenas uma ocorrência, exceto 2007, com três ocorrências e o único ano com registro de pessoas fora de casa (54 pessoas). Por outro lado, as ressacas afetaram grande número de pessoas em 2010, especificamente devido a um único evento no município de Cabo Frio, no qual 680.000 pessoas foram afetadas (segundo o banco de dados da Defesa Civil), um número elevado e provavelmente referido ao fluxo turístico estimado na época para o município, cuja população total era bem inferior, de 186.227 residentes (Censo 2010).

Em 2010 também foi registrado o maior número de pessoas afetadas no grupo Deslizamentos e no grupo Inundações e Deslizamentos (figura 2.4.5.4), sendo que, mais da metade refere-se às ocorrências da primeira semana de abril, com o registro de 1,0 milhão de pessoas afetadas somente no município do Rio de Janeiro, entre outros severamente atingidos, na Região Metropolitana principalmente.

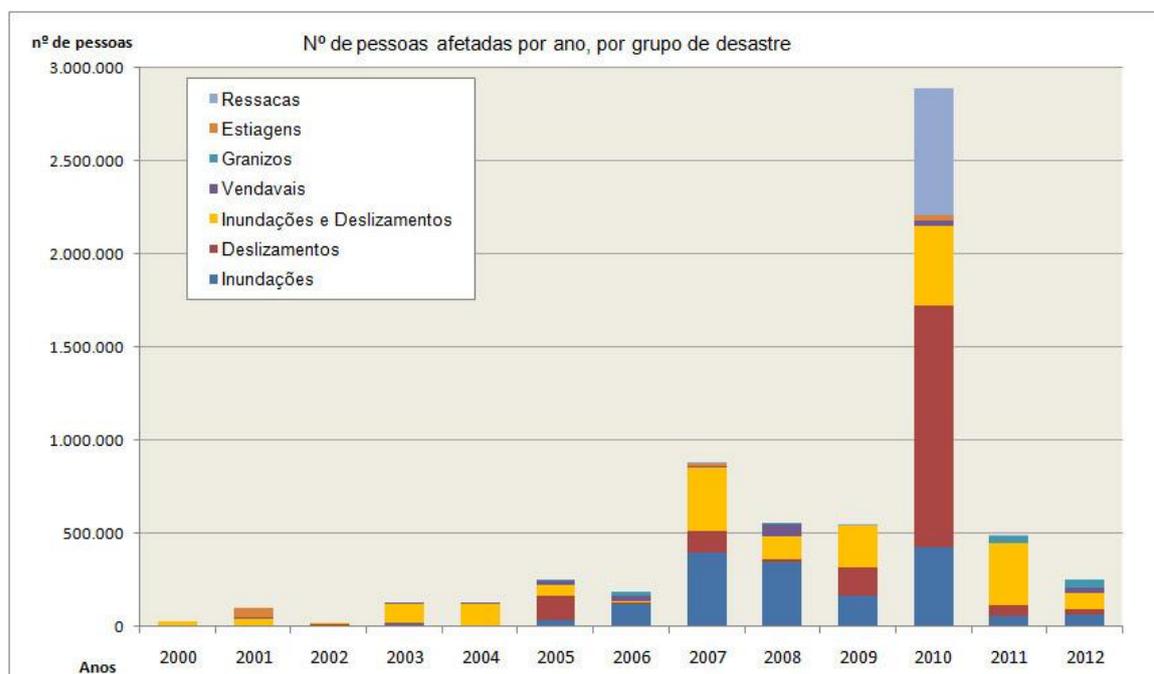


Figura 2.4.5.4 - Número anual de pessoas afetadas por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Por último, os dados referentes às vítimas fatais expressam os resultados mais trágicos dos desastres. A figura 2.4.5.5 mostra a concentração do número de mortes nos anos 2010 e 2011 e a predominância de mortes no grupo Inundações e Deslizamentos e no

grupo Deslizamentos. Somente nas ocorrências de granizos, estiagens e incêndios florestais não foram registradas vítimas fatais. Por ressaca, houve apenas uma morte.

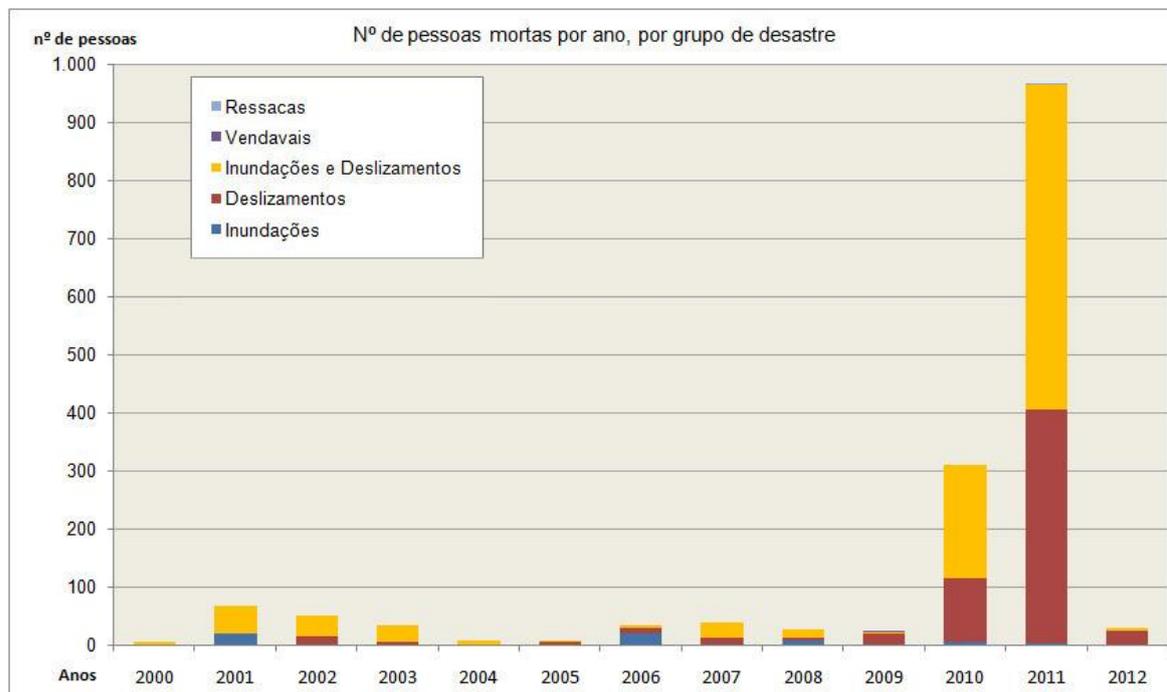


Figura 2.4.5.5 - Número anual de mortes por grupo de desastres naturais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

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 2.4.5.2, esses 11 municípios compreendem Angra dos Reis mais cinco municípios da Região Metropolitana e cinco da Região Serrana.

Tabela 2.4.5.2 - 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.

2.4.6. 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 Região Hidrográfica (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 2.4.6.1, a seguir, 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 2.4.6.1 - 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 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).

No gráfico a seguir, 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 por desastres naturais 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).

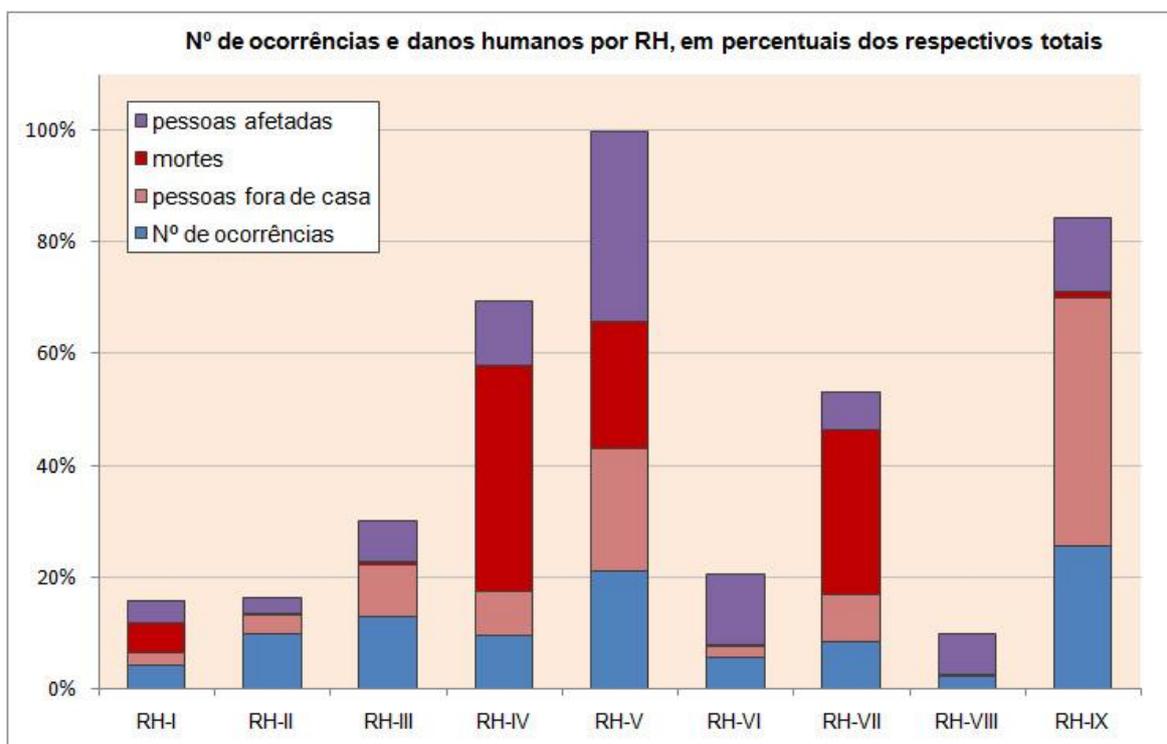


Figura 2.4.6.1 - Totais de ocorrências e danos humanos dos desastres, por Região Hidrográfica, em percentuais dos respectivos totais no estado RJ, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Quanto aos dados anuais em cada RH, na tabela a seguir (tabela 2.4.6.2), observa-se que as duas regiões que sofreram os maiores números de ocorrências no período - a RH-V (Baía de Guanabara) e a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) - foram as únicas com ocorrências em todos os anos. Na RH-V, a maior parte dos desastres (68%) ocorreu em apenas quatro anos do período (2005, 2006, 2009 e 2010). Já a RH-IX sofreu elevado número anual de desastres, com mais de 10 ocorrências na maioria dos anos do período analisado.

A tabela 2.4.6.2 mostra ainda que, nos anos com maiores números de ocorrências (2009 e 2010), todas as Regiões foram atingidas por desastres, exceto a RH-VIII em 2010.

Tabela 2.4.6.2 - Totais anuais de ocorrências de desastres naturais, por Região Hidrográfica do estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012.

ANO	RH-I	RH-II	RH-III	RH-IV	RH-V	RH-VI	RH-VII	RH-VIII	RH-IX	TOTAL
2000	-	-	7	-	2	-	-	-	1	10
2001	-	5	1	4	6	-	1	-	4	21
2002	2	-	-	2	2	-	-	-	1	7
2003	-	8	9	1	8	1	4	-	14	45
2004	-	1	4	6	3	2	3	1	12	32
2005	-	1	2	2	10	1	4	2	14	36
2006	-	9	6	2	22	-	1	3	4	47
2007	-	3	6	9	8	1	11	4	23	65 *
2008	-	8	9	1	8	6	5	3	26	66
2009	2	12	12	4	32	9	7	2	22	102
2010	17	14	14	15	28	11	1	-	16	116
2011	7	3	9	11	3	-	8	-	10	51
2012	-	-	5	5	3	6	9	-	17	45
TOTAL	28	64	84	62	135	37	54	15	164	643 *

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. * Deve-se somar uma ocorrência de deslizamentos em rodovias estaduais para chegar ao total de 66 em 2007 e de 644 ocorrências registradas no estado, no período.

Conforme citado anteriormente, verificou-se, na análise dos danos humanos das ocorrências, que o número de pessoas fora de casa (desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas) parece ser o melhor indicador para visualizar e comparar as dimensões dos desastres, tendo em vista que é normalmente um dado diretamente quantificado nas vistorias da Defesa Civil e, portanto, mais preciso do que o estimado e inexplicado número de pessoas afetadas.

A figura 2.4.6.2, a seguir, mostra o número de pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas, por RH, por ano. Destaca-se especialmente a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), com números elevados em 8 dos 13 anos, os mais expressivos em 2007, 2008 e 2012. Destaca-se também a RH-V (Baía de Guanabara), na qual as ocorrências de 2010, embora representem somente 21% do número total de ocorrências, respondem por 72% do número total de pessoas retiradas de casa em todo o período nesta RH.

A figura 2.4.6.2 mostra ainda que, a partir de 2007, houve um aumento significativo de pessoas fora de casa, indicando uma tendência de crescimento e não necessariamente acompanhada de aumento do número de ocorrências, como se observa em 2012, ano com menor número de ocorrências do que em 2006, porém, com 10 vezes mais pessoas retiradas de suas casas pelos desastres. Esta tendência pode ser decorrente do aumento da vulnerabilidade socioambiental, ou seja, maior número de pessoas ocupando áreas de risco de inundação e deslizamento, que são os desastres mais frequentes e mais graves. Em 2012, a RH-IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana) teve o maior número de ocorrências e 73% do número de pessoas fora de casa no ano; outros 11% desse total foram registrados na segunda região mais atingida, a RH-VII (Dois Rios) e ainda 9% na RH-IV (Piabanha), terceira região mais atingida em 2012. Nessas duas (RH-IV e RH-VII) é razoável considerar que os impactos socioambientais causados pelo megadesastre de 2011 tenham aumentado a vulnerabilidade a novas ocorrências de desastres, tendo em vista a igualmente mega operação necessária e ainda não realizada para recuperar as áreas atingidas e proteger a população de novos desastres.

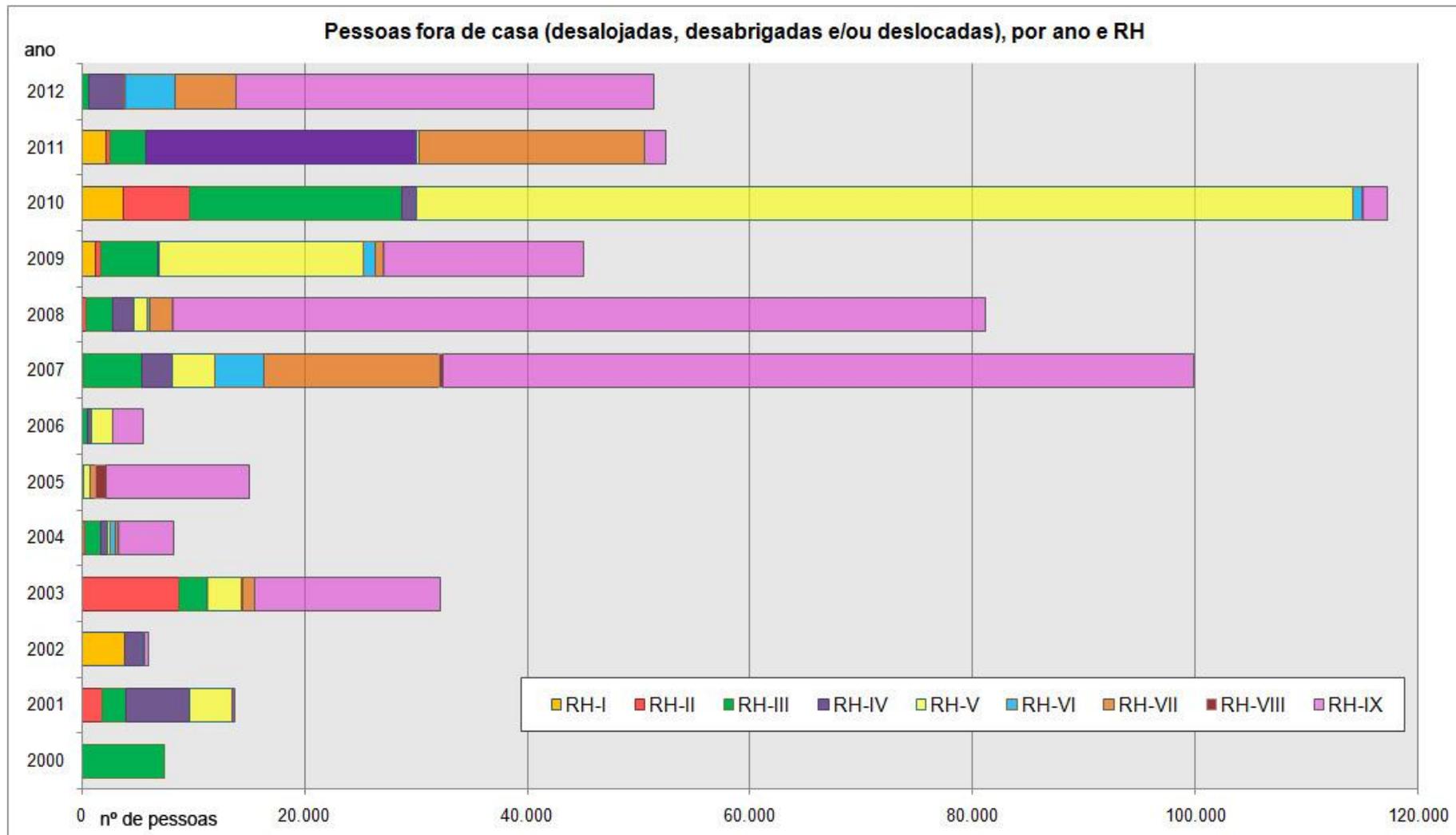


Figura 2.4.6.2 - Número anual de pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas por desastres naturais, em cada Região Hidrográfica do estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Quanto às consequências mais trágicas dos desastres (vítimas fatais), a tabela a seguir mostra que a RH-IV (Piabanha) sofreu o maior número de mortes com os desastres do período e, tal como a RH-V (Baía de Guanabara), destaca-se também pela elevada frequência, com mortes em quase todos os anos (tabela 2.4.6.3). Conforme já dito, o elevado número de mortes na RH-V deve-se principalmente aos desastres com as chuvas de abr/2010 e as mortes na RH-IV e na RH-VII (Dois Rios) ocorreram em maioria no megadesastre de jan/2011.

Tabela 2.4.6.3 - Número de mortes em desastres naturais, por ano e Região Hidrográfica no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012.

ANO	RH-I	RH-II	RH-III	RH-IV	RH-V	RH-VI	RH-VII	RH-VIII	RH-IX	TOTAL
2000	-	-	2	-	4	-	-	-	-	6
2001	-	2	-	39	26	-	-	-	-	67
2002	35	-	-	14	1	-	-	-	-	50
2003	-	3	5	17	7	-	2	-	-	34
2004	-	-	-	-	1	-	1	-	5	7
2005	-	-	-	-	7	-	1	-	-	8
2006	-	-	-	3	30	-	-	-	-	33
2007	-	-	-	17	4	-	13	-	5	39
2008	-	-	-	9	16	-	-	-	3	28
2009	-	-	-	7	15	1	-	-	1	24
2010	52	-	-	2	254	-	-	-	2	310
2011	-	-	-	514	1	-	453	-	-	968
2012	-	-	1	27	-	-	1	-	1	30
TOTAL	87	5	8	649	366	1	471	-	17	1.604

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

Na apresentação das ocorrências de desastres nos municípios em cada RH, no período 2000-2012 (Volume 2), pode-se identificar melhor os impactos dos desastres e as tendências quanto à vulnerabilidade das regiões e municípios.

2.4.7. Escala de criticidade dos desastres nos municípios

Conforme visto na apresentação dos dados, o número de ocorrências de desastres naturais deve ser considerado juntamente com o número de danos humanos resultantes. Além da análise comparativa desses indicadores (nº de ocorrências x danos humanos), feita com os valores totais por ano e por Região Hidrográfica, é possível realizar uma análise mais integrada e sistematizada, 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.

No entanto, esta avaliação de criticidade encontra uma limitação: o grande número de ocorrências do grupo "Inundações e Deslizamentos". Este grupo compreende, em maior parte, os registros de ocorrências tipificadas como inundações, porém, contendo informações sobre ocorrências simultâneas de deslizamentos e, nesses casos, não é possível separar danos causados por inundações daqueles causados por deslizamentos. Neste grupo, encontram-se desastres de grande magnitude causados por deslizamentos e enxurradas (como o já citado caso de Nova Friburgo em jan/2011).

Esta limitação impede que se faça, para os municípios, uma avaliação de criticidade específica e completa para todas as ocorrências de desastres por inundações e outra avaliação específica e completa para ocorrências de desastres por deslizamentos.

Assim, optou-se por realizar, primeiro, a avaliação de criticidade dos municípios em cada grupo ("Inundações", "Deslizamentos" e "Inundações e Deslizamentos") e, depois, uma avaliação integrada, com a soma dos dados dos três grupos. A decisão de somar esses dados está baseada na observação de que a maioria dos municípios sofre com ambos (inundações e deslizamentos) e, para avaliar em qual grupo cada município está mais vulnerável, a análise de criticidade resultante desta soma, comparada às análises separadas por grupo e complementadas pela observação de características ambientais tais como relevo e pluviosidade, pode fornecer uma base razoável. A comparação do resultado desta análise de criticidade com o resultado das avaliações apresentadas no Mapa de Ameaças Naturais (ESDEC, 2012) também contribui para tal compreensão.

Para esta análise de criticidade dos municípios, foram considerados os valores dos seguintes indicadores: número de ocorrências, número de pessoas fora de casa e número de mortes. Para cada conjunto de valores desses três indicadores, foram definidos 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. Os mesmos intervalos foram aplicados para os três grupos de desastres, separadamente, e para a soma final.

A tabela 2.4.7.1, a seguir, mostra os intervalos de cada nível nos respectivos indicadores e os intervalos da avaliação integrada (soma dos níveis dos três indicadores). Os limites superiores do nível 1 para número de mortes e para número de pessoas fora de casa estão referidos aos padrões internacionais, a partir dos quais se considera a ocorrência como um desastre de fato - 10 mortes e 100 pessoas afetadas (não há uma referência internacional para número mínimo de pessoas fora de casa - desalojadas, desabrigadas ou deslocadas). Ressalta-se a observação apresentada no rodapé da tabela.

Tabela 2.4.7.1 - Intervalos de valores em cada nível de criticidade dos indicadores das ocorrências de inundações e deslizamentos no estado RJ, de 2000 a 2012.

Níveis de criticidade	intervalos para número de ocorrências	intervalos* para número de pessoas fora de casa	intervalos* para número de mortes	intervalos para soma dos níveis
1	1 a 3	1 a 100	1 a 10	1 ou 2
2	4 a 6	100 a 500	10 a 20	3 ou 4
3	7 a 9	500 a 1.000	20 a 30	5 ou 6
4	10 a 12	1.000 a 2.000	30 a 50	7 ou 8
5	13 a 15	2.000 a 5.000	50 a 100	9 ou 10
6	16 a 18	5.000 a 10.000	100 a 200	11 a 13
7	19 a 21	10.000 a 20.000	200 a 300	14 a 17
8	22 a 25	20.000 a 100.000	300 a 500	18 a 21

Fonte: Dados da Defesa Civil analisados neste estudo. Obs: * O limite superior real de cada intervalo, usado nos cálculos, é um número a menos. Por exemplo, o limite máximo do intervalo de 50 a 100 é o número de 99 pessoas.

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.

Segue a apresentação dos resultados para cada grupo e para a soma dos três, incluindo ainda a comparação com a hierarquia do Mapa de Ameaças Naturais (ESDEC 2012).

2.4.7.1. Criticidade do grupo Inundações

Conforme visto anteriormente, o grupo Inundações reúne 249 ocorrências do período 2000-2012, das quais 105 foram tipificadas como "enxurradas ou inundações bruscas", 91 como "enchentes ou inundações graduais" e 53 como "alagamentos", em registros da Defesa Civil que não citam ocorrência simultânea de desastres do grupo Deslizamentos.

Na tabela 2.4.7.1.1, a seguir, são apresentados os valores totais resultantes da análise de criticidade do somatório das ocorrências desses desastres do grupo Inundações. No Anexo II consta um mapa com a distribuição dos níveis de criticidade resultantes da avaliação integrada dos três indicadores e uma tabela com os dados completos, por município, organizados por Região Hidrográfica.

Observa-se que somente em 19 municípios (21% do total de 92 municípios do estado) não houve registros de ocorrências deste grupo de desastres, no período analisado. No entanto, na maioria dos 73 municípios com registros, houve poucas ocorrências, com 47 deles situando-se no nível 1 de criticidade para este indicador, o que significa o máximo de 3 ocorrências por município ao longo dos 13 anos do período analisado.

Neste indicador (nº de ocorrências), destaca-se um único município com 16 ocorrências - Campos dos Goytacazes. Neste município, as áreas urbanas mais densas situam-se na vasta e antiga planície do baixo curso do rio Paraíba do Sul.

Nas colunas referentes ao indicador "pessoas fora de casa" (tabela 2.4.7.1.1), observa-se que, além dos 19 municípios sem ocorrências no grupo Inundações, em 5 municípios com ocorrências não houve registros de pessoas retiradas de suas casas, totalizando, assim, 24 municípios com valor "zero" neste indicador. Na maioria dos municípios atingidos, foi registrado um número relativamente pequeno de pessoas fora de casa, situando-os nos níveis 1 e 2 de criticidade para este indicador.

No extremo de criticidade (nível 8), três municípios apenas registraram o total de mais de 70 mil pessoas fora de suas casas por causa das inundações. Essas ocorrências foram: as 16 em Campos dos Goytacazes, mais 6 (seis) em Itaperuna e uma em Santo Antônio de Pádua, resultando em mais de 20 mil pessoas fora de casa, em cada município, no total do período. Esses três municípios estão na planície do baixo curso da bacia do rio Paraíba do Sul.

Tabela 2.4.7.1.1 - Número de municípios e valores dos indicadores, em cada nível de criticidade, para o somatório das ocorrências do grupo "Inundações" no estado RJ, de 2000 a 2012.

Nível de criticidade	número de ocorrências		número de pessoas fora de casa		número de mortes		integração dos indicadores
	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº municípios
zero *	19	0	24	0	86	0	19
1	47	72	22	998	5	17	22
2	15	74	13	2.968	0	0	20
3	7	55	9	6.694	0	0	11
4	3	32	6	9.791	1	42	13
5	0	0	9	29.390	0	0	6
6	1	16	6	40.518	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	3	71.763	0	0	0
total	92	249	92	162.122	92	59	92

Fonte: Dados da Defesa Civil analisados neste estudo. Obs: * O "zero" representa os casos de municípios sem ocorrência ou sem registros de pessoas fora de casa ou mortas nas ocorrências.

Conforme já visto e comentado na análise dos dados totais, as inundações, via de regra, não causam mortes, exceto nos casos de enxurradas ou eventos muito críticos de cheias, em áreas muito vulneráveis, como as de ocupação intensa e precária nas margens dos rios. A tabela 2.4.7.1.1 evidencia esta condição, mostrando que não houve mortes na grande maioria dos municípios. O elevado número de mortes em apenas 1 município, colocando-o no nível 4 de criticidade para este indicador, é um dado questionável, pois refere-se a nove ocorrências no município do Rio de Janeiro, que podem ser, no total ou em parte, ocorrências mistas (inundações e deslizamentos) tipificadas somente como inundações, o que não foi possível conferir na fonte destes dados (Fiocruz/SEA, 2011).

Na distribuição da criticidade final, resultante da integração dos três indicadores (última coluna da tabela 2.4.7.1.1), observa-se que, entre os 73 municípios com ocorrências de desastres do grupo Inundações, 42 municípios (58%) situam-se nos níveis mais baixos de criticidade (1 e 2). Em maioria, são municípios com poucas ocorrências, sem vítimas fatais e com menos de 500 pessoas retiradas de suas casas pelos desastres, no total do período analisado.

Nos níveis intermediários de criticidade final (3, 4 e 5) observam-se 30 municípios (41% do total com ocorrências). No nível 3, destacam-se: Araruama, com cerca de 4.800 pessoas fora de casa e apenas duas ocorrências (sem mortes); e Silva Jardim, com 7 ocorrências, porém com um baixo número total de pessoas fora de casa (127) e sem vítimas fatais. No nível 4, destaca-se Barra Mansa, com o maior número de pessoas fora de casa (cerca de 10.000), em um total de seis ocorrências neste nível, todas sem vítimas fatais.

No nível 5, destacam-se Itaperuna e Santo Antônio de Pádua, já comentados, cada um com mais de 20.000 pessoas fora de casa, e Angra dos Reis, com o maior número de ocorrências neste nível (12 ocorrências) e o total de 2.000 pessoas fora de casa. Mangaratiba também se encontra no nível 5, além de mais dois municípios - Aperibé, da bacia do Baixo Paraíba do Sul, e São Francisco de Itabapoana, que abrange esta bacia e a do rio Itabapoana, em seus cursos finais. Nenhum município no nível 5 teve vítimas fatais por Inundações no período analisado.

Nos níveis de maior criticidade final, encontra-se somente Campos dos Goytacazes, com 27.063 pessoas fora de casa em 16 ocorrências, sem mortes. O Rio de Janeiro, com 42 mortes, também estaria em um nível mais alto, se fosse conhecido o número de pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas pelos nove desastres tipificados como Inundações no município. Na falta desses dados, sua posição final permanece no nível 4.

Conforme visto na última coluna da tabela 2.4.7.1.1, nenhum município se situa nos níveis 6 e 8 de criticidade final para o grupo Inundações.

Os dados desta análise de criticidade foram comparados com as categorias de ameaças nas quais se encontram os municípios quanto aos três principais tipos de desastres do grupo (enchentes, enxurradas e alagamentos), segundo a avaliação apresentada no Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC, 2012).

As principais observações a respeito da relação entre os níveis de criticidade e as categorias do Mapa de Ameaças (tabela 2.4.7.1.2) são as seguintes:

- ✓ Para o município mais crítico do grupo Inundações - Campos dos Goytacazes - a avaliação de criticidade é convergente com a avaliação do Mapa de Ameaças, que identifica, nos desastres deste grupo, as três primeiras ameaças para o município (1ª - enchentes; 2ª - enxurradas; 3ª - alagamentos).
- ✓ No nível 5 de criticidade final para Inundações, que é o segundo mais crítico no conjunto de municípios deste grupo, as enchentes são consideradas a 1ª ameaça na maioria - em 4 dos 6 municípios neste nível. As exceções são Angra dos Reis e Mangaratiba, que não têm inundações como 1ª ameaça (são os deslizamentos, como se vê no item seguinte), mas as têm como 2ª e 3ª ameaças.
- ✓ No nível 4 de criticidade final também se observa que a maioria dos municípios tem como 1ª ameaça um dos três tipos de desastre do grupo Inundações. As exceções são Seropédica, Paraíba do Sul e Rio de Janeiro, sendo que estes três municípios têm um dos tipos de desastre do grupo como 2ª ameaça.
- ✓ O fato de o município do Rio de Janeiro não ter, nas inundações, sua 1ª ameaça de desastre natural, reforça a hipótese de que, também no Rio de Janeiro, a Defesa Civil tipifica somente como inundações algumas (ou várias) ocorrências que incluem deslizamentos. As enxurradas, que teriam maior potencial para causar o número de vítimas fatais por inundações neste município (42), nem sequer são consideradas entre as 5 maiores ameaças.
- ✓ No nível 3 ainda se observa a predominância de municípios que têm, como 1ª ameaça, um dos três tipos de desastres do grupo Inundações. As duas exceções a essa condição, entre os 11 municípios no nível 3, são Paty do Alferes e Rio Bonito. Neste nível, destaca-se a convergência entre as avaliações de criticidade e a hierarquia de ameaças no município de Guapimirim, que é o segundo em número de vítimas fatais por desastres do grupo Inundações, em um alto número de ocorrências no período, embora com poucas pessoas fora de casa, e tem as enxurradas como 1ª ameaça.
- ✓ Nos níveis de menor criticidade (1 e 2), cai a proporção de municípios que têm, como 1ª ameaça, um dos três tipos de desastre do grupo Inundações, porém não cai muito, mantendo-se ainda um número total de municípios nessa condição acima de 50% do total de municípios nos respectivos níveis.

Tabela 2.4.7.1.2 - Valores dos indicadores, níveis de criticidade final e categorias de ameaça, por município e região hidrográfica, para o somatório das ocorrências do grupo "Inundações", no estado RJ, de 2000 a 2012.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	ench	enx	alag
IX	Campos dos Goytacazes	16	27.063	0	nível 7	1 ^a	2 ^a	3 ^a
I	Angra dos Reis	12	2.008	0	nível 5	3 ^a	2 ^a	n.a.
II	Mangaratiba	8	5.416	0	nível 5	3 ^a	n.a.	2 ^a
IX	São Francisco de Itabapoana	7	8.783	0	nível 5	1 ^a	n.a.	2 ^a
IX	Aperibé	8	5.126	0	nível 5	1 ^a	2 ^a	3 ^a
IX	Santo Antônio de Pádua	1	20.688	0	nível 5	1 ^a	2 ^a	4 ^a
IX	Itaperuna	6	24.012	0	nível 5	1 ^a	3 ^a	5 ^a
II	Seropédica	1	5.000	0	nível 4	3 ^a	5 ^a	2 ^a
III	Três Rios	5	2.757	0	nível 4	1 ^a	n.a.	5 ^a
III	Barra Mansa	6	9.951	0	nível 4	3 ^a	1 ^a	n.a.
III	Paraíba do Sul	6	3.773	0	nível 4	2 ^a	3 ^a	n.a.
V	São Gonçalo	5	4.583	0	nível 4	4 ^a	n.a.	1 ^a
V	Maricá	1	3.120	3	nível 4	n.a.	1 ^a	2 ^a
V	Rio de Janeiro	9	0	42	nível 4	5 ^a	n.a.	2 ^a
V	Belford Roxo	8	3.087	0	nível 4	1 ^a	n.a.	4 ^a
V	Duque de Caxias	4	1.772	1	nível 4	1 ^a	4 ^a	5 ^a
VIII	Macaé	10	640	0	nível 4	3 ^a	4 ^a	1 ^a
IX	Cambuci	6	3.276	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	3 ^a
IX	Bom Jesus do Itabapoana	8	2.017	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	5 ^a
IX	Cardoso Moreira	2	6.242	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	5 ^a
I	Paraty	2	1.979	0	nível 3	n.a.	1 ^a	2 ^a
II	Japeri	4	1.563	0	nível 3	2 ^a	1 ^a	3 ^a
III	Paty do Alferes	4	596	0	nível 3	2 ^a	5 ^a	3 ^a
IV	Sumidouro	6	555	0	nível 3	5 ^a	1 ^a	4 ^a
V	Itaboraí	2	1.747	0	nível 3	n.a.	1 ^a	2 ^a
V	Guapimirim	10	72	8	nível 3	2 ^a	1 ^a	3 ^a
V	Rio Bonito	4	894	0	nível 3	n.a.	3 ^a	4 ^a
VI	Silva Jardim	7	127	0	nível 3	1 ^a	3 ^a	2 ^a
VI	Araruama	2	4.769	0	nível 3	1 ^a	n.a.	2 ^a
VII	Bom Jardim	1	1.454	0	nível 3	1 ^a	2 ^a	4 ^a
IX	São João da Barra	4	1.276	0	nível 3	1 ^a	n.a.	2 ^a
II	Queimados	4	228	0	nível 2	1 ^a	n.a.	4 ^a
III	Barra do Piraí	2	786	0	nível 2	2 ^a	4 ^a	n.a.
IV	Petrópolis	4	54	3	nível 2	n.a.	2 ^a	3 ^a
IV	Carmo	1	21	2	nível 2	3 ^a	2 ^a	n.a.
IV	Sapucaia	3	672	0	nível 2	3 ^a	2 ^a	n.a.
IV	Areal	1	130	0	nível 2	2 ^a	n.a.	n.a.
IV	Teresópolis	3	272	0	nível 2	3 ^a	n.a.	n.a.
V	São João de Meriti	3	139	0	nível 2	2 ^a	3 ^a	4 ^a
V	Mesquita	2	317	0	nível 2	1 ^a	n.a.	4 ^a
VI	São Pedro da Aldeia	1	102	0	nível 2	n.a.	2 ^a	1 ^a
VI	Casimiro de Abreu	2	130	0	nível 2	1 ^a	n.a.	3 ^a
VII	Itaocara	2	402	0	nível 2	1 ^a	3 ^a	2 ^a
VII	São Fidélis	3	933	0	nível 2	1 ^a	n.a.	2 ^a
VII	Nova Friburgo	2	267	0	nível 2	2 ^a	3 ^a	5 ^a
IX	Carapebus	2	821	0	nível 2	2 ^a	4 ^a	1 ^a
IX	Italva	2	384	0	nível 2	1 ^a	3 ^a	2 ^a

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	ench	enx	alag
IX	Porciúncula	1	314	0	nível 2	1ª	n.a.	2ª
IX	Quissamã	1	156	0	nível 2	5ª	n.a.	4ª
IX	Laje do Muriaé	1	797	0	nível 2	1ª	3ª	5ª
IX	Natividade	6	80	0	nível 2	1ª	5ª	n.a.
II	Mendes	1	70	0	nível 1	1ª	2ª	4ª
II	Paracambi	2	78	0	nível 1	1ª	n.a.	4ª
II	Piraí	1	28	0	nível 1	2ª	3ª	n.a.
III	Itatiaia	1	72	0	nível 1	1ª	n.a.	2ª
III	Miguel Pereira	1	47	0	nível 1	n.a.	2ª	3ª
III	Resende	1	0	0	nível 1	1ª	3ª	4ª
III	Rio das Flores	1	52	0	nível 1	2ª	1ª	n.a.
III	Quatis	1	2	0	nível 1	3ª	1ª	n.a.
III	Comendador Levy Gasparian	1	0	0	nível 1	3ª	2ª	n.a.
III	Porto Real	2	26	0	nível 1	1ª	n.a.	n.a.
III	Valença	3	25	0	nível 1	2ª	n.a.	n.a.
V	Magé	1	18	0	nível 1	3ª	5ª	2ª
V	Nilópolis	1	83	0	nível 1	1ª	n.a.	4ª
V	Cachoeiras de Macacu	1	40	0	nível 1	2ª	3ª	n.a.
VI	Iguaba Grande	1	15	0	nível 1	1ª	n.a.	2ª
VII	Santa Maria Madalena	2	71	0	nível 1	3ª	2ª	n.a.
VII	Cantagalo	1	0	0	nível 1	n.a.	2ª	n.a.
VII	Trajano de Moraes	1	82	0	nível 1	1ª	n.a.	n.a.
IX	Conceição de Macabu	1	0	0	nível 1	2ª	n.a.	1ª
IX	Miracema	2	41	0	nível 1	n.a.	1ª	3ª
IX	Varre-Sai	1	11	0	nível 1	3ª	1ª	n.a.
IX	São José de Ubá	1	10	0	nível 1	n.a.	3ª	n.a.
II	Itaguaí	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	2ª
II	Rio Claro	0	0	0	sem ocorrência	3ª	n.a.	4ª
II	Engenheiro Paulo de Frontin	0	0	0	sem ocorrência	5ª	3ª	n.a.
III	Vassouras	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	3ª	1ª
III	Volta Redonda	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	3ª	1ª
III	Pinheiral	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	4ª
IV	S José do Vale do Rio Preto	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	3ª
V	Tanguá	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	2ª
V	Niterói	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	3ª	4ª
V	Nova Iguaçu	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	n.a.
VI	Saquarema	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	2ª	1ª
VI	Armação dos Búzios	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	1ª
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	1ª
VI	Cabo Frio	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	1ª
VII	Duas Barras	0	0	0	sem ocorrência	1ª	n.a.	2ª
VII	Macuco	0	0	0	sem ocorrência	1ª	4ª	5ª
VII	São Sebastião do Alto	0	0	0	sem ocorrência	2ª	3ª	n.a.
VII	Cordeiro	0	0	0	sem ocorrência	1ª	n.a.	n.a.
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	1ª

Fontes: Dados da Defesa Civil de registros de desastres no período 2000-2012, analisados neste estudo; Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC 2012). Legenda: N = número de ocorrências; ench = enchentes; enx = enxurradas; alag = alagamentos; n.a. = não é ameaça.

Portanto, em geral, é convergente a relação entre níveis de criticidade e categorias de ameaça de desastres do grupo Inundações. O gráfico a seguir (figura 2.4.7.1.1) evidencia que esta convergência é mais próxima acima do nível 3.

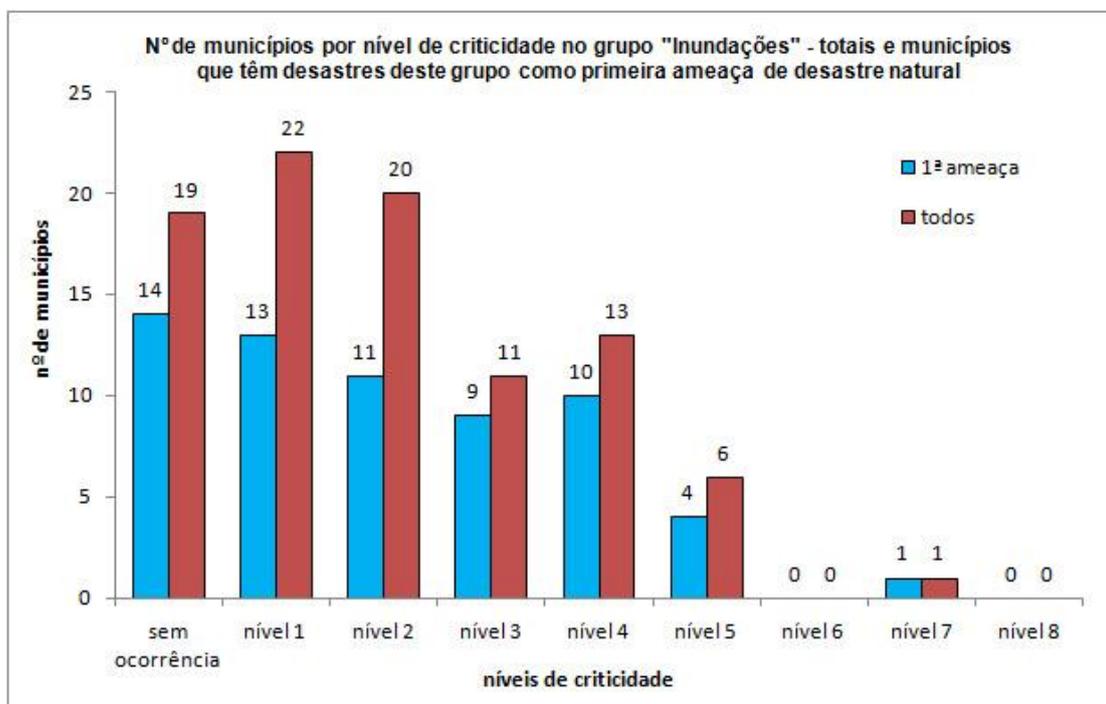


Figura 2.4.7.1.1 - Número de municípios por nível de criticidade no grupo de ocorrências de "Inundações" no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Porém, surpreende o elevado número de municípios que não sofreram ocorrências de desastres do grupo Inundações, no período, mas que têm, como 1ª ameaça, um dos três tipos de desastre deste grupo. Estão, nesse caso, 14 dos 19 municípios sem ocorrências (74%), como mostra o gráfico. A razão para isso pode estar na utilização de períodos mais longos de ocorrências, na avaliação realizada para identificar as categorias de ameaças naturais nestes municípios, no respectivo estudo (ESDEC, 2012). Vale ressaltar que, para avaliar tendências e efeitos de eventos climáticos extremos, um período de 13 anos (2000-2012) é curto e deve ser visto com restrições.

2.4.7.2. Criticidade do grupo Deslizamentos

Conforme visto na tabela 2.4.4.1 (item 2.4.4), o grupo Deslizamentos reúne o total de 144 ocorrências do período 2000-2012 que foram tipificados pela Defesa Civil como escorregamentos ou deslizamentos (133), corridas de massa (6), quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas (3), rastejos (1) e erosão marinha (1). Entre o predominante conjunto de ocorrências de "escorregamentos ou deslizamentos", há uma ocorrência que se refere ao registro do governo estadual de deslizamentos em estradas estaduais e que, portanto, não faz parte desta análise de criticidade dos municípios. Assim, o número total desta análise é de 143 ocorrências do grupo Deslizamentos.

Na tabela 2.4.7.2.1, a seguir, são apresentados os valores totais resultantes da análise de criticidade do somatório das ocorrências do grupo "Deslizamentos". No Anexo II consta um mapa com a distribuição dos níveis de criticidade da avaliação integrada dos três indicadores e uma tabela com os dados completos, por município neste grupo, organizados por Região Hidrográfica.

Tabela 2.4.7.2.1 - Número de municípios e valores dos indicadores, em cada nível de criticidade, para o somatório das ocorrências do grupo "Deslizamentos" no estado RJ, de 2000 a 2012.

Nível de criticidade	número de ocorrências		número de pessoas fora de casa		número de mortes		integração dos indicadores
	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº municípios
zero *	45	0	48	0	75	0	45
1	35	57	16	493	12	23	13
2	7	33	15	3.073	1	12	20
3	2	16	6	4.436	1	22	7
4	2	22	2	2.259	0	0	3
5	1	15	1	3.275	2	127	1
6	0	0	3	18.870	0	0	0
7	0	0	1	12.076	0	0	3
8	0	0	0	0	1	422	0
total	92	143	92	44.482	92	606	92

Fonte: Dados da Defesa Civil analisados neste estudo. Obs: * O "zero" representa os casos de municípios sem ocorrência ou sem registros de pessoas fora de casa ou mortas nas ocorrências.

Observa-se, em relação ao grupo Inundações, visto no item anterior, um número bem menor de municípios com registros de ocorrências de desastres do grupo Deslizamentos, no período 2000-2012. No entanto, é um número expressivo (47 municípios), superior a 50% do total de municípios no estado, e com danos humanos significativos para pessoas fora de casa e muito mais graves para o impacto humano mais crítico (vítimas fatais).

Por outro lado, a análise integrada de criticidade neste grupo de desastres, mostra que a grande maioria (70%) dos municípios com ocorrências situa-se nos níveis de menor criticidade final (1 e 2). Nos níveis intermediários de criticidade final (3, 4 e 5) estão 11 municípios. No nível 3, Sapucaia destaca-se entre os sete municípios devido a uma única ocorrência que resultou em 22 mortes e 400 pessoas fora de suas casas. Nos três municípios no nível 4 não houve mortes: Barra do Piraí, Barra Mansa e São Gonçalo, este último com o maior número de ocorrências (12), porém um número inferior a 10% do número de pessoas fora de casa nos outros dois municípios. No nível 5 encontra-se apenas o município de Petrópolis, com 12 mortos em 15 ocorrências, porém com o registro de pessoas fora de casa bem inferior aos municípios no nível 7.

Os dados dos três municípios no nível 7 - Angra dos Reis, Rio de Janeiro e Teresópolis - tornam bem evidente o caráter de gravidade que podem assumir as ocorrências do grupo Deslizamentos. Esses dados podem ser vistos na tabela 2.4.7.2.2, a seguir, na qual são comparados com as categorias de ameaça nas quais se encontram os municípios quanto aos desastres deste grupo, segundo avaliação da Defesa Civil (ESDEC, 2012).

Como mostra a tabela 2.4.7.2.2, de modo convergente entre as avaliações (de criticidade e de ameaças naturais), os três municípios no nível 7 e Petrópolis, no nível 5, têm os "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça. Já entre os três municípios no nível 4, somente Barra do Piraí apresenta tal convergência. Por outro lado, os outros dois no nível 4 têm os rolamentos como 2ª ameaça. No nível 3, mais da metade dos municípios têm os "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça e o mesmo se observa ainda no nível 2. Somente no nível 1 esta proporção diminui, com apenas 2 dos 13 municípios nesta condição.

Tabela 2.4.7.2.2 - Valores dos indicadores, níveis de criticidade final e categorias de ameaça, por município e região hidrográfica, para o somatório das ocorrências do grupo "Deslizamentos", no estado RJ, de 2000 a 2012.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	c.m.	rolam.
I	Angra dos Reis	10	3.275	52	nível 7	1 ^a	n.a.	4 ^a
V	Rio de Janeiro	9	5.692	75	nível 7	1 ^a	n.a.	3 ^a
IV	Teresópolis	6	12.076	422	nível 7	1 ^a	n.a.	2 ^a
IV	Petrópolis	15	981	12	nível 5	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Barra do Pirai	2	5.007	0	nível 4	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Barra Mansa	2	8.171	0	nível 4	2 ^a	n.a.	n.a.
V	São Gonçalo	12	502	0	nível 4	3 ^a	5 ^a	2 ^a
V	Belford Roxo	2	986	2	nível 3	3 ^a	n.a.	2 ^a
VII	Cantagalo	3	1.238	2	nível 3	1 ^a	n.a.	n.a.
V	Guapimirim	7	14	3	nível 3	4 ^a	n.a.	5 ^a
V	Magé	2	1.021	5	nível 3	1 ^a	n.a.	n.a.
VII	Santa Maria Madalena	6	510	1	nível 3	1 ^a	n.a.	4 ^a
IV	São José do Vale do Rio Preto	1	743	1	nível 3	2 ^a	n.a.	n.a.
IV	Sapucaia	1	400	22	nível 3	1 ^a	n.a.	5 ^a
IV	Areal	2	130	0	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
IX	Conceição de Macabu	1	714	0	nível 2	n.a.	n.a.	n.a.
VII	Cordeiro	2	385	0	nível 2	2 ^a	n.a.	n.a.
VII	Duas Barras	1	160	0	nível 2	n.a.	n.a.	n.a.
II	Engenheiro Paulo de Frontin	1	159	0	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
VII	Macuco	2	128	0	nível 2	3 ^a	n.a.	n.a.
II	Mangaratiba	4	19	0	nível 2	1 ^a	5 ^a	n.a.
III	Miguel Pereira	2	152	1	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
IX	Natividade	4	86	0	nível 2	2 ^a	n.a.	n.a.
V	Nilópolis	2	60	1	nível 2	3 ^a	n.a.	2 ^a
V	Niterói	3	219	1	nível 2	1 ^a	2 ^a	n.a.
V	Nova Iguaçu	2	9	4	nível 2	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Paty do Alferes	5	239	0	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
II	Pirai	4	298	0	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
V	Rio Bonito	3	255	0	nível 2	1 ^a	2 ^a	n.a.
II	Rio Claro	4	158	0	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
V	São João de Meriti	2	102	1	nível 2	1 ^a	n.a.	n.a.
VII	São Sebastião do Alto	2	44	1	nível 2	1 ^a	n.a.	5 ^a
VII	Trajano de Moraes	2	138	0	nível 2	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Três Rios	1	150	0	nível 2	2 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Bom Jesus do Itabapoana	1	6	0	nível 1	3 ^a	n.a.	n.a.
IX	Cambuci	1	17	0	nível 1	4 ^a	n.a.	n.a.
III	Comendador Levy Gasparian	1	0	0	nível 1	1 ^a	n.a.	n.a.
VII	Itaocara	1	40	0	nível 1	4 ^a	n.a.	n.a.
V	Maricá	1	32	0	nível 1	3 ^a	n.a.	n.a.
II	Mendes	1	5	0	nível 1	3 ^a	n.a.	n.a.
IX	Miracema	1	0	0	nível 1	2 ^a	n.a.	n.a.
II	Queimados	2	20	0	nível 1	3 ^a	n.a.	2 ^a
IX	São João da Barra	1	8	0	nível 1	n.a.	n.a.	n.a.
VI	Saquarema	1	27	0	nível 1	n.a.	n.a.	n.a.
VI	Silva Jardim	2	0	0	nível 1	4 ^a	n.a.	n.a.
III	Valença	2	84	0	nível 1	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Volta Redonda	1	22	0	nível 1	2 ^a	n.a.	n.a.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	c.m.	rolam.
IX	Aperibé	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	n.a.
VI	Araruama	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	n.a.
VI	Armação dos Búzios	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
VII	Bom Jardim	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
VI	Cabo Frio	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
V	Cachoeiras de Macacu	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
IX	Campos dos Goytacazes	0	0	0	sem ocorrência	5 ^a	n.a.	n.a.
IX	Carapebus	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	n.a.
IX	Cardoso Moreira	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
IV	Carmo	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
VI	Casimiro de Abreu	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	5 ^a
V	Duque de Caxias	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	2 ^a
VI	Iguaba Grande	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	n.a.
V	Itaboraí	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
II	Itaguaí	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	5 ^a
IX	Italva	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	n.a.
IX	Itaperuna	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Itatiaia	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
II	Japeri	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	5 ^a
IX	Laje do Muriaé	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
VIII	Macaé	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
V	Mesquita	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	2 ^a
VII	Nova Friburgo	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
II	Paracambi	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	2 ^a
III	Paraíba do Sul	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
I	Paraty	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	5 ^a
III	Pinheiral	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
IX	Porciúncula	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
III	Porto Real	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	n.a.
III	Quatis	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Quissamã	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	n.a.	n.a.
III	Resende	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Rio das Flores	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
IX	Santo Antônio de Pádua	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
VII	São Fidélis	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
IX	São Francisco de Itabapoana	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	n.a.
IX	São José de Ubá	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
VI	São Pedro da Aldeia	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	n.a.	n.a.
II	Seropédica	0	0	0	sem ocorrência	1 ^a	n.a.	n.a.
IV	Sumidouro	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	3 ^a
V	Tanguá	0	0	0	sem ocorrência	5 ^a	n.a.	n.a.
IX	Varre-Sai	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Vassouras	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	4 ^a	5 ^a

Fontes: Dados da Defesa Civil de registros de desastres no período 2000-2012, analisados neste estudo; Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC 2012). Legenda: N = número de ocorrências; desl. = escorregamentos ou deslizamentos; c.a. = corrida de massa; rolam. = quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matações e/ou rochas; n.a. = não é ameaça.

Ressalta-se que são poucos os municípios do estado que consideram corrida de massa e/ou rolamentos entre as 5 maiores ameaças e em nenhum município estes dois tipos de desastre são considerados como 1ª ameaça. Assim, no grupo "Deslizamentos", os municípios têm como 1ª ameaça os "escorregamentos ou deslizamentos", conforme mostra o gráfico a seguir (figura 2.4.7.2.1).

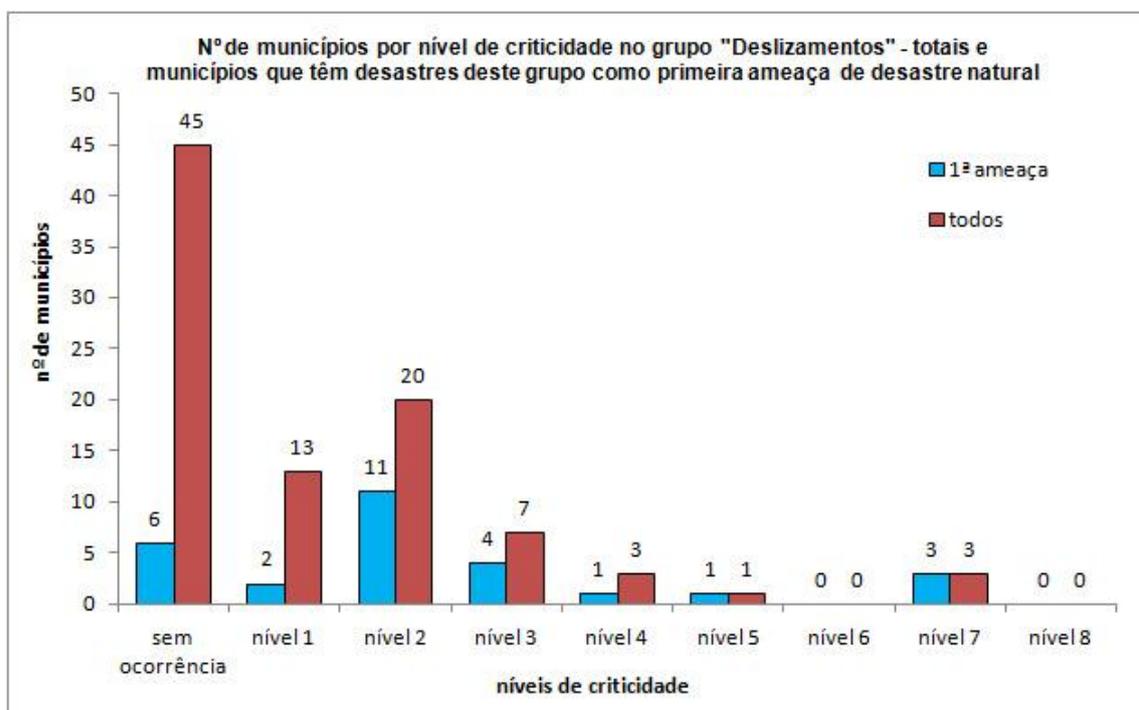


Figura 2.4.7.2.1 - Número de municípios por nível de criticidade no grupo de ocorrências de "Deslizamentos" no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

Entre os 45 municípios sem registros de ocorrências no grupo Deslizamentos, no período 2000-2012, encontram-se apenas 6 (seis) municípios que têm "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça. Entre esses, destaca-se Nova Friburgo, já comentado no item 2.2 como um dos casos mais evidentes de subnotificação de deslizamentos, dado que os relatórios da Defesa Civil deste município tipificam os desastres somente como enchentes ou enxurradas, quando, na verdade, trata-se de um dos municípios do estado com maior potencial e histórico de deslizamentos e corridas de massa, tendo sido o município que mais sofreu com esses desastres em jan/2011, como se pode constatar nos dados apresentados no próximo item, referentes ao grupo de ocorrências mistas, tipificadas e não tipificadas como tal - o grupo Inundações e Deslizamentos.

2.4.7.3. Criticidade do grupo Inundações e Deslizamentos

Conforme visto na tabela 2.4.4.1 (item 2.4.4), este grupo reúne 168 ocorrências mistas que, em maior parte, foram tipificadas como enxurradas mas que tiveram também registros de deslizamentos não tipificados separadamente como tal.

No resultado da análise do conjunto de dados, apresentado na tabela 2.4.7.3.1, a seguir, observa-se que houve ocorrências mistas na maioria dos municípios do estado (71 de 92 = 77%) e os valores totais de pessoas fora de casa e de vítimas fatais são os mais altos, em comparação com os grupos analisados anteriormente.

Tabela 2.4.7.3.1 - Número de municípios e valores dos indicadores, em cada nível de criticidade, para o somatório das ocorrências do grupo "Inundações e Deslizamentos" no estado RJ, registradas de 2000 a 2012.

Nível de criticidade	número de ocorrências		número de pessoas fora de casa		número de mortes		integração dos indicadores
	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº municípios
zero *	21	0	22	0	60	0	21
1	57	101	6	208	26	72	7
2	13	58	20	5.807	1	17	25
3	1	9	9	6.103	0	0	14
4	0	0	9	12.235	2	71	11
5	0	0	9	27.067	0	0	10
6	0	0	8	58.487	2	316	1
7	0	0	6	72.728	0	0	3
8	0	0	3	133.072	1	460	0
total	92	168	92	315.707	92	936	92

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. Obs: * O "zero" representa os casos de municípios sem ocorrência ou sem registros de pessoas fora de casa ou mortas nas ocorrências.

Neste grupo, os extremos de criticidade e os elevados valores nos indicadores de danos humanos resultaram em uma distribuição dos níveis finais de criticidade que tem maior número de municípios nos níveis médios (3, 4 e 5). Embora todos os 71 municípios tenham registrado poucas ocorrências (com exceção de Bom Jesus do Itabapoana, com 9 ocorrências), na metade deles os desastres deixaram mais de 1.000 pessoas fora de casa e houve mortes em 32 municípios. Nesses dois indicadores, mais de 80% dos valores estão concentrados nos níveis altos de criticidade (níveis 6, 7 e 8).

Na tabela 2.4.7.3.2, a seguir, observa-se que os três municípios situados no maior nível de criticidade final (nível 7) têm "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça, o que confirma, de certo modo, a subnotificação desse tipo de desastre nas ocorrências tipificadas como inundações e condiz também com o elevado número de mortes nesses municípios, em maior parte decorrentes de deslizamentos e enxurradas na tragédia de jan/2011 na Região Serrana.

No entanto, além do nível 7, somente no nível 2 predominam municípios que têm os "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça, neste grupo. Nos demais níveis de criticidade predominam municípios que têm, como 1ª ameaça, um dos três tipos de inundações; e o mesmo se observa em relação aos 21 municípios que não registraram ocorrências no grupo (figura 2.4.7.3.1).

No total, 28 municípios têm os "escorregamentos ou deslizamentos" como 1ª ameaça no grupo "Inundações e Deslizamentos" e 62 municípios têm, como 1ª ameaça, um dos três tipos de inundações, assim divididos: enchentes - 35; enxurradas - 15; e alagamentos - 12 municípios. Mas é importante lembrar que a avaliação do Mapa de Ameaças Naturais não equivale aos dados dos registros de ocorrências no período analisado neste relatório (2000-2012). Conforme visto no item 2.4.1, ao contrário do que se observa na posição dos desastres como 1ª ameaça, o número de ocorrências tipificadas como enxurradas é muito superior ao de ocorrências tipificadas como enchentes.

Tabela 2.4.7.3.2 - Valores dos indicadores, níveis de criticidade final e categorias de ameaça, por município e região hidrográfica, para o somatório das ocorrências do grupo "Inundações e Deslizamentos", no estado RJ, de 2000 a 2012.

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	ench	enx	alag
V	Niterói	1	11.634	176	nível 7	1 ^a	n.a.	3 ^a	4 ^a
VII	Nova Friburgo	3	21.024	460	nível 7	1 ^a	2 ^a	3 ^a	5 ^a
IV	Petrópolis	6	15.001	140	nível 7	1 ^a	n.a.	2 ^a	3 ^a
V	São Gonçalo	3	52.559	17	nível 6	3 ^a	4 ^a	n.a.	1 ^a
I	Angra dos Reis	1	2.244	35	nível 5	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
IX	Bom Jesus do Itabapoana	9	7.411	3	nível 5	3 ^a	1 ^a	2 ^a	5 ^a
IX	Campos dos Goytacazes	3	59.489	4	nível 5	5 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
V	Duque de Caxias	4	9.841	9	nível 5	3 ^a	1 ^a	4 ^a	5 ^a
IX	Laje do Muriaé	4	8.550	1	nível 5	2 ^a	1 ^a	3 ^a	5 ^a
IX	Miracema	4	10.431	0	nível 5	2 ^a	n.a.	1 ^a	3 ^a
IX	Porciúncula	4	11.891	0	nível 5	3 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
IX	Santo Antônio de Pádua	4	13.015	6	nível 5	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
VII	São Fidélis	4	5.300	1	nível 5	3 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
IV	Sumidouro	2	1.107	36	nível 5	2 ^a	5 ^a	1 ^a	4 ^a
IX	Aperibé	4	4.221	0	nível 4	n.a.	1 ^a	2 ^a	3 ^a
III	Barra do Pirai	5	7.344	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	4 ^a	n.a.
V	Belford Roxo	3	6.252	0	nível 4	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Cardoso Moreira	4	2.700	2	nível 4	3 ^a	1 ^a	2 ^a	5 ^a
IX	Italva	5	3.628	0	nível 4	4 ^a	1 ^a	3 ^a	2 ^a
VII	Itaocara	2	7.513	0	nível 4	4 ^a	1 ^a	3 ^a	2 ^a
IX	Itaperuna	2	10.756	0	nível 4	2 ^a	1 ^a	3 ^a	5 ^a
III	Resende	3	2.268	1	nível 4	2 ^a	1 ^a	3 ^a	4 ^a
IV	São José do Vale do Rio Preto	1	2.361	4	nível 4	2 ^a	n.a.	1 ^a	3 ^a
V	Tanguá	3	6.276	0	nível 4	5 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
IV	Teresópolis	3	4.254	6	nível 4	1 ^a	3 ^a	n.a.	n.a.
IV	Areal	1	2.580	0	nível 3	1 ^a	2 ^a	n.a.	n.a.
III	Barra Mansa	3	1.135	1	nível 3	2 ^a	3 ^a	1 ^a	n.a.
VII	Bom Jardim	1	1.818	5	nível 3	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
V	Cachoeiras de Macacu	3	837	2	nível 3	1 ^a	2 ^a	3 ^a	n.a.
IX	Cambuci	1	670	1	nível 3	4 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a
V	Itaboraí	1	1.624	0	nível 3	3 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
VII	Macuco	6	551	1	nível 3	3 ^a	1 ^a	4 ^a	5 ^a
II	Mendes	2	2.811	0	nível 3	3 ^a	1 ^a	2 ^a	4 ^a
V	Mesquita	2	1.126	1	nível 3	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Natividade	2	1.262	0	nível 3	2 ^a	1 ^a	5 ^a	n.a.
II	Paracambi	2	682	2	nível 3	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
I	Paraty	2	1.186	0	nível 3	3 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
V	Rio Bonito	3	1.378	3	nível 3	1 ^a	n.a.	3 ^a	4 ^a
III	Três Rios	2	1.599	0	nível 3	2 ^a	1 ^a	n.a.	5 ^a
IV	Carmo	1	456	0	nível 2	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
VI	Casimiro de Abreu	2	421	1	nível 2	2 ^a	1 ^a	n.a.	3 ^a
III	Comendador Levy Gasparian	2	928	0	nível 2	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
IX	Conceição de Macabu	1	250	0	nível 2	n.a.	2 ^a	n.a.	1 ^a
II	Engenheiro Paulo de Frontin	1	261	3	nível 2	1 ^a	5 ^a	3 ^a	n.a.
VI	Iguaba Grande	1	192	0	nível 2	n.a.	1 ^a	n.a.	2 ^a
VIII	Macaé	1	166	0	nível 2	2 ^a	3 ^a	4 ^a	1 ^a
V	Magé	2	265	2	nível 2	1 ^a	3 ^a	5 ^a	2 ^a

RH	Município	N	Fora de casa	Mortes	nível de criticidade	desl.	ench	enx	alag
II	Mangaratiba	4	321	0	nível 2	1ª	3ª	n.a.	2ª
III	Miguel Pereira	1	149	1	nível 2	1ª	n.a.	2ª	3ª
V	Nova Iguaçu	1	485	2	nível 2	2ª	n.a.	1ª	n.a.
III	Paraíba do Sul	2	492	0	nível 2	1ª	2ª	3ª	n.a.
III	Paty do Alferes	2	481	0	nível 2	1ª	2ª	5ª	3ª
II	Piraí	1	126	0	nível 2	1ª	2ª	3ª	n.a.
II	Queimados	1	169	0	nível 2	3ª	1ª	n.a.	4ª
IX	Quissamã	1	514	0	nível 2	n.a.	5ª	n.a.	4ª
II	Rio Claro	2	196	0	nível 2	1ª	3ª	n.a.	4ª
VII	Santa Maria Madalena	1	716	0	nível 2	1ª	3ª	2ª	n.a.
VII	São Sebastião do Alto	1	100	0	nível 2	1ª	2ª	3ª	n.a.
IV	Sapucaia	3	330	1	nível 2	1ª	3ª	2ª	n.a.
VI	Saquarema	1	310	0	nível 2	n.a.	n.a.	2ª	1ª
VI	Silva Jardim	3	579	0	nível 2	4ª	1ª	3ª	2ª
VII	Trajano de Moraes	3	626	0	nível 2	2ª	1ª	n.a.	n.a.
III	Valença	2	271	4	nível 2	1ª	2ª	n.a.	n.a.
IX	Varre-Sai	2	366	0	nível 2	2ª	3ª	1ª	n.a.
III	Itatiaia	1	63	0	nível 1	3ª	1ª	n.a.	2ª
III	Pinheiral	1	44	0	nível 1	1ª	2ª	n.a.	4ª
III	Quatis	1	68	0	nível 1	2ª	3ª	1ª	n.a.
III	Rio das Flores	1	15	0	nível 1	3ª	2ª	1ª	n.a.
V	Rio de Janeiro	2	0	5	nível 1	1ª	5ª	n.a.	2ª
IX	São José de Ubá	1	5	0	nível 1	2ª	n.a.	3ª	n.a.
II	Seropédica	1	13	0	nível 1	1ª	3ª	5ª	2ª
VI	Araruama	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	n.a.	2ª
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
VII	Cantagalo	0	0	0	sem ocorrência	1ª	n.a.	2ª	n.a.
IX	Carapebus	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	2ª	4ª	1ª
VII	Cordeiro	0	0	0	sem ocorrência	2ª	1ª	n.a.	n.a.
VII	Duas Barras	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	n.a.	2ª
V	Guapimirim	0	0	0	sem ocorrência	4ª	2ª	1ª	3ª
II	Itaguaí	0	0	0	sem ocorrência	4ª	n.a.	1ª	2ª
II	Japeri	0	0	0	sem ocorrência	4ª	2ª	1ª	3ª
V	Maricá	0	0	0	sem ocorrência	3ª	n.a.	1ª	2ª
V	Nilópolis	0	0	0	sem ocorrência	3ª	1ª	n.a.	4ª
III	Porto Real	0	0	0	sem ocorrência	4ª	1ª	n.a.	n.a.
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	sem ocorrência	3ª	2ª	n.a.	1ª
IX	São Francisco de Itabapoana	0	0	0	sem ocorrência	4ª	1ª	n.a.	2ª
IX	São João da Barra	0	0	0	sem ocorrência	n.a.	1ª	n.a.	2ª
V	São João de Meriti	0	0	0	sem ocorrência	1ª	2ª	3ª	4ª
VI	São Pedro da Aldeia	0	0	0	sem ocorrência	3ª	n.a.	2ª	1ª
III	Vassouras	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	3ª	1ª
III	Volta Redonda	0	0	0	sem ocorrência	2ª	n.a.	3ª	1ª

Fontes: Dados da Defesa Civil de registros de desastres no período 2000-2012, analisados neste estudo; 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.

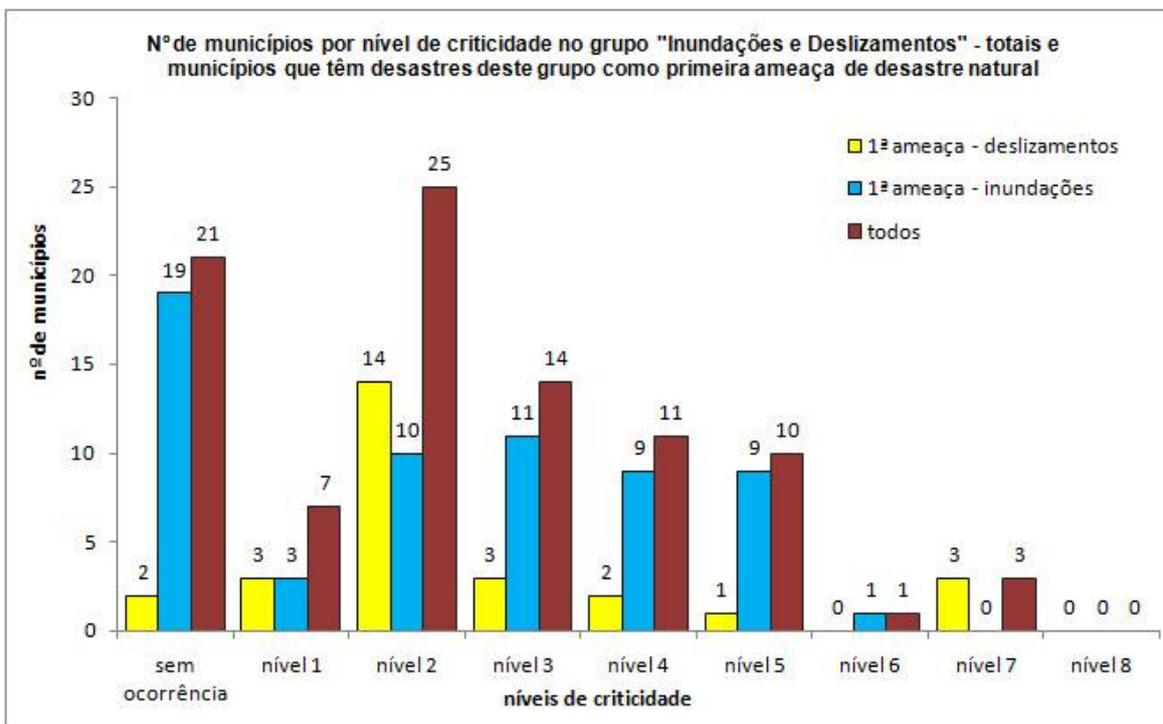


Figura 2.4.7.3.1 - Número de municípios por nível de criticidade no grupo de ocorrências de "Inundações e Deslizamentos" no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

2.4.7.4. Criticidade da soma dos três grupos

A tabela a seguir apresenta o resultado da análise de criticidade com a soma dos valores dos indicadores nos três grupos de desastres - Inundações; Deslizamentos; e Inundações e Deslizamentos. Esta soma representa a criticidade dos municípios do estado quanto às ocorrências desses desastres associados a eventos críticos de chuva no período de 2000 a 2012.

No primeiro indicador deste resultado (número de ocorrências, na tabela 2.4.7.4.1), observa-se que em apenas seis municípios não houve desastres decorrentes de eventos críticos de chuva (inundações e/ou deslizamentos) no período analisado. Entre os 86 municípios com ocorrências, a maioria (62%) situa-se nos níveis 1 e 2 de criticidade para este indicador - ou seja, sofreram o máximo de uma ocorrência a cada dois anos no período - e esta maioria de municípios responde por 31% do total de 560 ocorrências. Nos níveis intermediários de criticidade (3, 4 e 5) para este indicador encontram-se 25 municípios, que respondem por 41% do número total de ocorrências, a maior parte no nível 3, com 16 municípios respondendo por 22% do total de ocorrências. E nos níveis mais altos (6, 7 e 8) apenas oito municípios respondem por 28% das 560 ocorrências.

No segundo indicador (número de pessoas fora de casa, na tabela 2.4.7.4.1), observa-se que houve registro de pessoas fora de casa em todos os municípios com ocorrências e 85% do total foram registrados em 26 municípios situados nos níveis mais altos de criticidade para este indicador, ou seja, municípios nos quais o total de pessoas fora de casa no período foi igual ou superior a 5.000.

Tabela 2.4.7.4.1 - Número de municípios e valores dos indicadores, em cada nível de criticidade, para o somatório das ocorrências dos três grupos - "Inundações", "Deslizamentos" e "Inundações e Deslizamentos", no estado RJ, de 2000 a 2012.

Nível de criticidade	número de ocorrências		número de pessoas fora de casa		número de mortes		integração dos indicadores
	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº mun.	totais	nº municípios
zero *	6	0	6	0	51	0	6
1	28	59	7	330	30	75	6
2	25	116	18	5.573	3	38	17
3	16	123	11	8.608	1	23	13
4	8	91	10	13.937	1	36	22
5	1	13	14	48.100	1	87	12
6	3	51	12	90.305	3	454	8
7	3	59	9	121.500	0	0	3
8	2	48	5	233.958	2	888	5
total	92	560	92	522.311	92	1.601	92

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. Obs: * O "zero" representa os casos de municípios sem ocorrência ou sem registros de pessoas fora de casa ou mortas nas ocorrências.

No terceiro indicador (número de mortes, na tabela 2.4.7.4.1), observa-se que, além dos seis municípios sem ocorrências, o nível "zero" indica que não houve mortes em 45 municípios - 52% dos 86 municípios com ocorrências de inundações e/ou deslizamentos no período. Por outro lado, observa-se que apenas dois municípios (Nova Friburgo e Teresópolis) registraram mais da metade do número total de mortes decorrentes dos desastres com chuvas intensas no período 2000-2012, número este que, embora seja elevadíssimo, pode ser na verdade ainda maior, tendo em conta as centenas de corpos soterrados não encontrados sob o grande volume de terra, pedras, matéria orgânica e outros materiais transportados pelos deslizamentos e enxurradas no megadesastre de 12/jan/2011 na Região Serrana, que responde por 964 mortes - 60% do número total oficial de 1.601 mortes por inundações e/ou deslizamentos no período 2000-2012.

Na escala de criticidade com o resultado da análise integrada dos três indicadores, vista na última coluna da tabela 2.4.7.4.1, consta o número total de municípios em cada nível final de criticidade. O nível ocupado por cada um desses municípios indica sua posição relativa, dentro do conjunto de dados, de todos os municípios, referentes a todas as ocorrências de desastres naturais resultantes de eventos críticos de chuva no estado no período 2000-2012. Observa-se que a maioria dos municípios que sofreram desastres no período situa-se nos níveis intermediários de criticidade. Nos níveis mais altos (6, 7 e 8) foram identificados 16 municípios.

Os cinco municípios no nível máximo de criticidade final (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. Todos esses municípios têm como 1ª ameaça os "escorregamentos ou deslizamentos", assim como Niterói, município com o maior número de mortes no nível 7, como mostra a tabela 2.4.7.4.2, a seguir. Os outros dois municípios no nível 7 têm, como 1ª ameaça, desastres do tipo inundações: São Gonçalo (alagamentos) e Campos dos Goytacazes (enchentes). A avaliação de cada município quanto às categorias de ameaça facilita a identificação dos tipos de desastres que prevalecem para que o município esteja no respectivo nível de criticidade final. Na figura 2.4.7.4.1 verifica-se que, com exceção do nível 8, as inundações predominam como 1ª ameaça em todos os outros níveis.

Tabela 2.4.7.4.2 - 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 Pirai	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	1 ^a	2 ^a	3 ^a	n.a.
IX	Natividade	12	1.428	0	nível 4	2 ^a	1 ^a	5 ^a	n.a.
IV	Areal	4	2.840	0	nível 4	1 ^a	2 ^a	n.a.	n.a.
V	Itaboraí	3	3.371	0	nível 3	3 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a
VI	Araruama	2	4.769	0	nível 3	n.a.	1 ^a	n.a.	2 ^a
IX	São João da Barra	5	1.284	0	nível 3	n.a.	1 ^a	n.a.	2 ^a
II	Japeri	4	1.563	0	nível 3	4 ^a	2 ^a	1 ^a	3 ^a
III	Miguel Pereira	4	348	2	nível 3	1 ^a	n.a.	2 ^a	3 ^a
VI	Casimiro de Abreu	4	551	1	nível 3	2 ^a	1 ^a	n.a.	3 ^a
V	São João de Meriti	5	241	1	nível 3	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
II	Paracambi	4	760	2	nível 3	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
II	Queimados	7	417	0	nível 3	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
III	Comendador Levy Gasparian	4	928	0	nível 3	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
V	Cachoeiras de Macacu	4	877	2	nível 3	1 ^a	2 ^a	3 ^a	n.a.
VII	Trajano de Moraes	6	846	0	nível 3	2 ^a	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Valença	7	380	4	nível 3	1 ^a	2 ^a	n.a.	n.a.
VI	São Pedro da Aldeia	1	102	0	nível 2	3 ^a	n.a.	2 ^a	1 ^a
VI	Saquarema	2	337	0	nível 2	n.a.	n.a.	2 ^a	1 ^a
IX	Carapebus	2	821	0	nível 2	n.a.	2 ^a	4 ^a	1 ^a
IX	Conceição de Macabu	3	964	0	nível 2	n.a.	2 ^a	n.a.	1 ^a
III	Itatiaia	2	135	0	nível 2	3 ^a	1 ^a	n.a.	2 ^a
VII	Duas Barras	1	160	0	nível 2	n.a.	1 ^a	n.a.	2 ^a
VI	Iguaba Grande	2	207	0	nível 2	n.a.	1 ^a	n.a.	2 ^a
V	Nilópolis	3	143	1	nível 2	3 ^a	1 ^a	n.a.	4 ^a
II	Rio Claro	6	354	0	nível 2	1 ^a	3 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Quissamã	2	670	0	nível 2	n.a.	5 ^a	n.a.	4 ^a
IX	Varre-Sai	3	377	0	nível 2	2 ^a	3 ^a	1 ^a	n.a.
V	Nova Iguaçu	3	494	6	nível 2	2 ^a	n.a.	1 ^a	n.a.
IV	Carmo	2	477	2	nível 2	1 ^a	3 ^a	2 ^a	n.a.
II	Piraí	6	452	0	nível 2	1 ^a	2 ^a	3 ^a	n.a.
VII	São Sebastião do Alto	3	144	1	nível 2	1 ^a	2 ^a	3 ^a	n.a.
II	Engenheiro Paulo de Frontin	2	420	3	nível 2	1 ^a	5 ^a	3 ^a	n.a.
VII	Cordeiro	2	385	0	nível 2	2 ^a	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Volta Redonda	1	22	0	nível 1	2 ^a	n.a.	3 ^a	1 ^a
III	Pinheiral	1	44	0	nível 1	1 ^a	2 ^a	n.a.	4 ^a
III	Rio das Flores	2	67	0	nível 1	3 ^a	2 ^a	1 ^a	n.a.
III	Quatis	2	70	0	nível 1	2 ^a	3 ^a	1 ^a	n.a.
IX	São José de Ubá	2	15	0	nível 1	2 ^a	n.a.	3 ^a	n.a.
III	Porto Real	2	26	0	nível 1	4 ^a	1 ^a	n.a.	n.a.
III	Vassouras	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	3 ^a	1 ^a
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	sem ocorrência	3 ^a	2 ^a	n.a.	1 ^a
VI	Armação dos Búzios	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.	1 ^a
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.	1 ^a
VI	Cabo Frio	0	0	0	sem ocorrência	2 ^a	n.a.	n.a.	1 ^a
II	Itaguaí	0	0	0	sem ocorrência	4 ^a	n.a.	1 ^a	2 ^a

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.

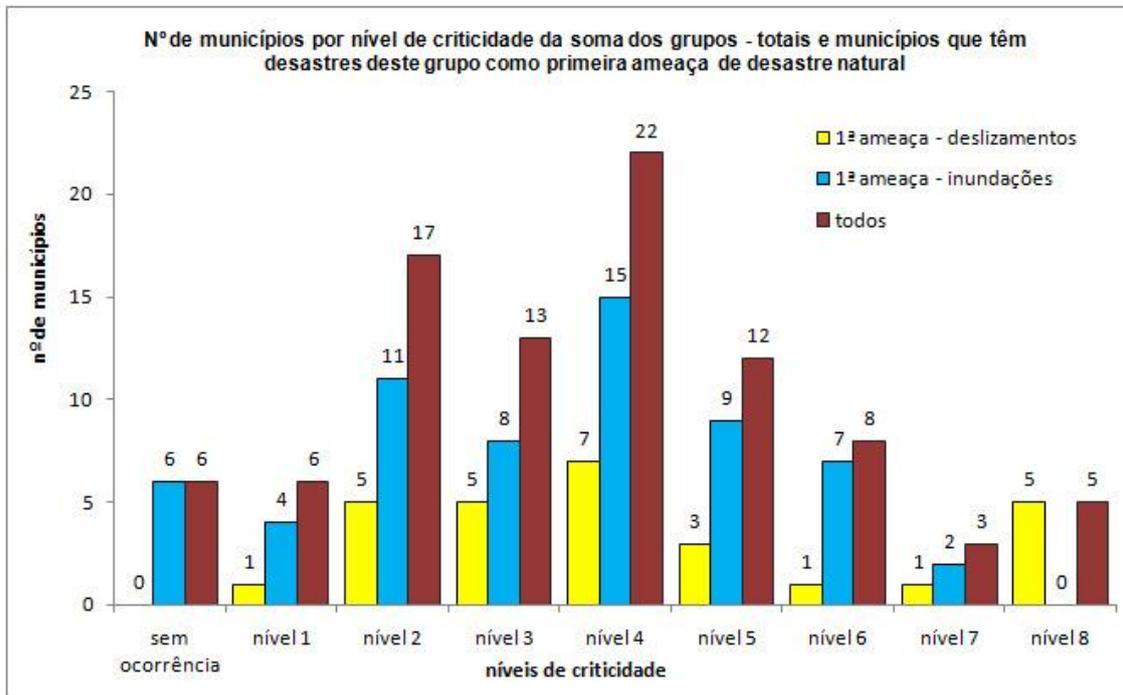


Figura 2.4.7.4.1 - Número de municípios por nível de criticidade do resultado da soma dos três grupos de ocorrências no estado do Rio de Janeiro, de 2000 a 2012 (Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo).

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, a escala de criticidade não pode ser diretamente considerada uma escala de vulnerabilidade dos municípios a inundações e deslizamentos, tendo em vista os seguintes aspectos:

- ✓ O período de 13 anos (2000-2012) é relativamente pequeno para avaliações consistentes e definitivas sobre desastres associados a chuvas intensas, que têm períodos de recorrência muito mais longos e de difícil identificação. Ou seja, não se pode ratificar que um município identificado no nível 1 ou 2 de criticidade está livre de sofrer um grande desastre, por inundação e/ou deslizamentos, com um evento extremo de chuva nos próximos anos;
- ✓ A vulnerabilidade aos desastres é um conceito intrínseco ao grau de exposição da população aos efeitos adversos de agentes deflagradores (chuvas, nesse caso) e aumenta de acordo com a suscetibilidade do ambiente natural (relevo, solos, vegetação) e as formas de ocupação e uso do território. Assim, municípios com baixa densidade populacional no período 2000-2012 podem vir a ser alvo de desastres com o aumento da população e os erros da ocupação, especialmente em áreas naturalmente mais suscetíveis;
- ✓ Na comparação dos dados das ocorrências do período 2000-2012, registradas pela Defesa Civil, com as tendências identificadas no Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (elaborado também pela Defesa Civil) verificou-se importantes discrepâncias, que podem estar relacionadas com diferentes períodos de avaliação, mas que acabam por reduzir a confiança nos dados da Defesa Civil.

No contexto desses aspectos, destaca-se ainda que 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.

O aumento das ocorrências de desastres aumenta também as ocorrências de doenças relacionadas com o déficit em saneamento básico, agravado pelas inundações e deslizamentos e pela interrupção da coleta de lixo. Também é comum o uso de escolas como abrigos, deixando os alunos muitos dias sem aulas, ou quando as próprias escolas são diretamente atingidas pelos desastres. Atividades básicas da economia dos municípios são severamente prejudicadas, incluindo comércio, indústria e turismo, além do setor agropecuário. Os prejuízos econômicos somam grandes cifras, de muitos milhões de reais, geralmente estimados sem precisão, para atender à urgência da solicitação de apoio do governo estadual ou do governo federal, a partir do reconhecimento de estado de calamidade pública ou situação de emergência.

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.

2.5. Recomendações

Neste capítulo, e também no Volume 2 deste relatório sobre Vulnerabilidade a Eventos Críticos no Estado do Rio de Janeiro, procurou-se apresentar uma análise detalhada e mais completa possível sobre ocorrências de desastres naturais no estado, com base nos dados disponíveis, todos oriundos da Defesa Civil, direta ou indiretamente.

Embora o propósito fosse encontrar, no histórico das ocorrências, uma base de dados para identificar a vulnerabilidade das Regiões Hidrográficas aos desastres naturais, na análise dos dados obtidos foram verificadas incompletudes e discrepâncias que afetam a qualidade que deveria ter o conjunto de dados necessários a este propósito.

Os pontos fracos principais identificados na base de dados de registros da Defesa Civil no estado do Rio de Janeiro são comentados a seguir, nas recomendações apresentadas visando melhorar a consistência e a acessibilidade a esses dados.

- **Registros de ocorrências mistas separados** - 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.

3. VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS

Neste capítulo, procurou-se reunir conceitos, dados e informações obtidos e análises sobre ocorrências e vulnerabilidade a desastres naturais com deslizamentos no estado do Rio de Janeiro, por Região Hidrográfica.

Ressalta-se que o termo "deslizamento", tal como o similar em inglês, "*landslide*", é utilizado de modo amplo e genérico, em referência aos 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).

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-RJ. Portanto, para a elaboração deste relatório, foram utilizados somente dados e informações existentes, produzidos em estudos 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, além de um Inventário de Escorregamentos Significativos no Estado do Rio de Janeiro (Convênio CPRM, PUC-Rio e Emop-RJ), que reúne registros entre 1938 e 1999;
- ✓ Registros da Defesa Civil, das ocorrências de desastres naturais no estado, especificamente os dados sobre deslizamentos ocorridos a partir de 2000, e também o Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro, elaborado pela Escola de Defesa Civil em 2012 para o Marco de Ação de Hyogo; e
- ✓ O mapeamento de risco iminente a escorregamentos, por município, realizado pelo Serviço Geológico do Estado (DRM-RJ) em parceria com outras instituições. No âmbito dos seus trabalhos voltados para a prevenção, o DRM-RJ tem também produzido análises da correlação entre chuvas e escorregamentos, visando apoiar os sistemas de alerta implantados nas cidades mais críticas, com a definição de parâmetros de chuva para acionamento de sirenes e planos de contingência para os períodos chuvosos.

No levantamento de dados e informações para este relatório, 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.

Vale ressaltar que existem diversos estudos técnicos sobre deslizamentos no estado, desde os mais antigos, como o de Jones (1973), citado no item 3.2, aos mais recentes, tais como o mapeamento de movimentos de massa em um trecho da Costa Verde (Amaral Jr., 2007), o inventário de risco de deslizamento no Morro Santa Marta, cidade do Rio de Janeiro (Sabino, 2011) e um estudo da correlação chuvas x escorregamentos no trecho de serra da rodovia BR-116 (Rio-Teresópolis), que procura identificar os índices pluviométricos que podem deflagrar escorregamentos, auxiliando, assim, na prevenção de desastres que podem ser fatais aos usuários da rodovia (D'Orsi, 2011).

Esses e muitos outros estudos compõem um acervo técnico-científico fundamental no âmbito da investigação das condicionantes envolvidas nos diversos tipos de movimentos de massa. Porém, em geral, são estudos realizados em áreas relativamente pequenas e, portanto, não pertinentes a uma análise em escala regional, como a do PERHI-RJ, para a qual são necessários dados e mapeamentos que possam ser, direta ou indiretamente, indicativos da vulnerabilidade a deslizamentos em todo o estado.

Infelizmente, nunca foi gerado 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.

É importante destacar que a recém instituída Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - Lei Federal nº 12.608, de 10/04/2012 - define diretrizes e estabelece instrumentos e atribuições que deverão trazer melhorias na base de dados e informações sobre os deslizamentos no estado. Identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades são partes das atribuições dos estados, determinadas na Lei nº 12.608.

Apesar de estarem ainda aquém do desejável para um tema de grande importância em um estado marcado por graves desastres com deslizamentos, os dados e informações obtidos fornecem uma compreensão inicial e suficiente para subsidiar a identificação de prioridades para ações e estudos futuros, na elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, PERHI-RJ.

3.2. Conceitos Básicos

Os deslizamentos são classificados em diferentes tipos, de acordo com os tipos de movimento e de material envolvido (solo, rocha ou ambos). No Manual de Deslizamento (Highland e Bobrowsky, 2008) encontra-se uma descrição detalhada dos tipos de deslizamento que ocorrem em todo o mundo.

Segundo os registros da Defesa Civil, no estado do Rio de Janeiro, os escorregamentos ou deslizamentos (propriamente ditos), respondem por mais de 90% das ocorrências no estado, seguidos por outros tipos denominados "corridas de massa", "rastejos" e "quedas, tombamentos e/ou rolamentos de matacões e/ou rochas". As definições dos tipos de deslizamento que ocorrem no estado são apresentadas no Anexo I, conforme constam no Manual de Desastres da Defesa Civil (Castro, 2003). Também estão no Anexo I outros conceitos básicos relevantes para o estudo, especialmente sobre "vulnerabilidade", "risco" e "ameaça", três conceitos interligados.

Toda a definição de vulnerabilidade traz uma condição intrínseca, que é o grau de exposição humana a eventos críticos (eventos adversos que podem deflagrar desastres). No caso dos deslizamentos que ocorrem no estado do Rio de Janeiro, a vulnerabilidade de um determinado local aos eventos críticos, que são as chuvas intensas, na cidade ou no campo, resulta da densidade populacional e das formas de ocupação e uso do solo, combinadas com a suscetibilidade do ambiente natural ocupado, que, por sua vez, resulta principalmente dos tipos de relevo, rocha, solo e vegetação.

Outro conceito básico importante nesta análise de vulnerabilidade a deslizamentos é o conceito de "erosão". Do ponto de vista geomorfológico, os deslizamentos fazem parte dos processos de erosão que modelam o relevo. Segundo o "Aurélio" (Dicionário da Língua Portuguesa), as palavras erosão e erodir se originam, respectivamente, do Latim "*erosione*" e "*erodere*", que significam literalmente o ato de corroer, carcomer.

A erosão é um processo natural, cujos agentes naturais podem ser a água (erosão hídrica), o vento (erosão eólica) e também o gelo e a própria ação mecânica/química de desagregação do solo causada pelo crescimento das raízes da vegetação, embora as raízes e toda a cobertura vegetal exerçam, acima de tudo, a função de controle, de redução do impacto da chuva e da velocidade e intensidade dos processos de erosão. No estado do Rio de Janeiro, a erosão hídrica é a mais comum e mais determinante na formação do relevo e da hidrografia.

De modo geral, a erosão natural (ou "erosão geológica") é um processo lento e que passa a ser acelerado pela ação humana quando esta interfere na interação dos fatores que resultam na erosão, movimentação e formação do solo. Os fatores nos quais a ação humana pode interferir são, basicamente: a cobertura vegetal, a topografia e a drenagem, através dos desmatamentos, aração e todo uso agrícola sem técnicas de controle de erosão, os cortes/aterros, construções e interrupções ou mudanças nos fluxos de água.

Os deslizamentos também podem ocorrer naturalmente, sem interferência humana, em eventos climáticos ou geodinâmicos extremos, tais como as fortes tempestades tropicais e os terremotos, em áreas de maior suscetibilidade. Porém, em regiões tropicais e subtropicais muito povoadas, como o estado do Rio de Janeiro e grande parte da Região Sudeste do Brasil, a ação humana vem aumentando significativamente a possibilidade de ocorrência de deslizamentos, especialmente nas áreas de relevo mais acidentado.

Na maioria dos deslizamentos que ocorrem no estado, as encostas já estão desmatadas, ocupadas e com processos erosivos mais intensos do que em condições naturais de cobertura florestal, o que favorece a ocorrência de desastre em um evento adverso de chuva. Para as condições ambientais que predominam no estado, de relevo acidentado e clima chuvoso, as florestas naturais têm um papel-chave no controle da erosão, exercendo o que se chama de "função hidrológica das florestas", determinante de todo o ciclo hidrológico em sua fase terrestre. A primeira função da floresta nesse ciclo, a função de interceptar parte da chuva na copa das árvores, já tem um efeito direto no controle da erosão, amortecendo o impacto das gotas no solo. A este efeito, somam-se os efeitos decisivos da floresta nas taxas de infiltração *versus* escoamento de água no solo.

Estudos realizados desde os anos 1980 em microbacias experimentais do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, situado no Parque Estadual da Serra do Mar (SP), concluem que, em média, do total de chuva que cai sobre as microbacias, 30% retornam para a atmosfera através da evapotranspiração, divididos em transpiração (12%) e interceptação na copa das árvores (18%). A água que infiltra no solo corresponde a 59% desta chuva e 11% escoam pela superfície. Em bacias desmatadas e dependendo da forma de uso do solo e dos fatores topográficos e climáticos, essa relação pode ser

invertida, ou seja, a infiltração ser reduzida a menos de 10% e o escoamento ser elevado a mais de 90%, do total de chuva, principalmente em solos impermeabilizados de áreas urbanas com sistemas de drenagem precários e ocupação em áreas de risco.

A destruição de extensas áreas de florestas e as formas inadequadas de uso do solo, tais como os cultivos feitos em encostas com fortes declives e solos inaptos para agricultura, sem uso de técnicas de controle de erosão e geralmente com plantio em linha ao longo do declive, se tornam caminhos fáceis para a erosão acelerada e a ocorrência de deslizamentos. Solo exposto e com a capacidade de infiltração de água reduzida perde produtividade continuamente e a camada fértil é lavada para os rios, que, regularmente assoreados, passam a transbordar com mais frequência nos períodos chuvosos, inundando extensas áreas rurais e urbanas.



Em nível global, estima-se que a erosão moderada a severa atinge 80% das terras agrícolas. A perda média anual de solo é estimada entre 13 e 40 toneladas por hectare (t/ha), sendo que as perdas toleráveis seriam entre 2 e 14 t/ha por ano, dependendo do tipo de solo. Em áreas agrícolas tropicais, em terrenos íngremes, as perdas podem passar de 400 t/ha por ano (Pimentel e Kounang, 1998). Os especialistas consideram suas estimativas ainda subestimadas, porque se referem apenas às perdas de solo por erosão laminar, da camada superficial do solo. Processos mais intensos de erosão, como voçorocas e deslizamentos, quando as terras já não podem mais ser cultivadas, elevam significativamente esses valores.

Em áreas mais intensamente ocupadas, a vulnerabilidade a eventos críticos de chuvas é agravada pela fragmentação da floresta, porque essa fragmentação facilita a ocorrência de deslizamentos, não apenas nas encostas que foram desflorestadas, mas também nos fragmentos florestais que restam, principalmente os menores e mais isolados, que tornam-se empobrecidos em sua estrutura e biodiversidade, pela redução de habitat e de interações biológicas e também pela maior exposição às pressões humanas como a retirada seletiva de árvores e outras plantas, a abertura de caminhos e trilhas e de passagens de linhas de transmissão, gasodutos ou oleodutos, etc. Nesses fragmentos, a capacidade da floresta de controlar a erosão fica reduzida. No megadesastre de 2011, na Região Serrana, houve vários deslizamentos em encostas com fragmentos florestais, embora a maioria tenha ocorrido em área com uso urbano ou agropecuário.

Essa abordagem básica sobre erosão e funções hidrológicas das florestas é importante para uma análise regional da vulnerabilidade a deslizamentos, tendo em vista que o aumento da ocorrência de desastres por deslizamentos e inundações no estado do Rio de Janeiro tem também relação direta com o prévio estado de degradação das encostas desflorestadas e com processos históricos de erosão instalados, em alguns casos mais discretos, "invisíveis", mas que contribuem para a vulnerabilidade a deslizamentos, à medida que a ocupação e o uso inadequado do solo aumentam nos municípios.

3.3. Desastres Históricos de Deslizamentos no Estado do RJ

As condições ambientais do estado fluminense são muito favoráveis à erosão acelerada e à ocorrência de deslizamentos cada vez mais frequentes e mais graves. Conforme visto no item 2 deste relatório, há registros históricos de chuvas intensas causando deslizamentos e inundações desde o século XVIII, nos primórdios da ocupação.

Porém, a partir de meados do século XX, o avanço dos desmatamentos e do uso agropecuário e, mais ainda, o rápido crescimento das áreas urbanas, resultaram na ocorrência generalizada e, pode-se dizer, crônica de erosão acelerada e deslizamentos. Os erros do passado são repetidos e os impactos se acumulam, perpetuando-se formas inadequadas de ocupar e usar as terras, muitas já extremamente degradadas.

Alguns registros em estudos técnicos publicados em meados do século XX mostram a extensão de terras degradadas pela erosão no estado e a gravidade de eventos críticos de chuva e consequentes deslizamentos e aporte de sedimentos nos fundos de vale.

A seguir, são destacados apenas dois registros históricos, entre tantos outros do século passado que causaram muitas mortes e grandes prejuízos. Em seguida, é feita uma breve apresentação sobre a mais recente e maior tragédia desses primeiros anos do século atual - o megadesastre na Região Serrana em jan/2011, que entra para a história dos desastres naturais, não somente pelos mega danos e perdas, mas também pela incontestável evidência de que as lições do século passado não foram aprendidas.

3.3.1. Vale do Paraíba do Sul, MG/RJ, em 1948

Em dezembro de 1948, um evento crítico de chuvas, descrito por Sternberg (1949) como "dramática calamidade", causou 250 mortes por soterramento e afogamento em uma região da bacia do rio Paraíba do Sul, abrangendo extensas áreas rurais de municípios mineiros e fluminenses, de Além Paraíba/MG a Santo Antônio de Pádua/RJ.

Naquela época, as lavouras de café já estavam em decadência, deixando vastas terras da bacia do rio Paraíba do Sul muito desmatadas e degradadas pela erosão. Sternberg, alertando que as consequências das fortes chuvas decorriam de "mais de um século de abuso da terra", descreve o cenário da época, antecipando de modo visionário o que hoje continua predominando na região e na maior parte do estado:

"Retirado, de terras que jamais deveriam ter sido agricultadas, o manto protetor de matas virgens, lavradas as glebas segundo as linhas de maior declive, permitindo o pisoteio e o apascentamento excessivos, estava armado o cenário para uma passagem dramática da tragédia, cujo último ato ainda está por escrever." (Sternberg, 1949).

Fotos apresentadas na publicação de Sternberg (figuras 3.3.1.1 e 3.3.1.2) são amostras de uma tragédia que se repete na história socioambiental do estado do Rio de Janeiro, nos vizinhos estados que formam a Região Sudeste e em muitas outras regiões do país.

Os cafezais, que contribuíram para degradar as terras da bacia do rio Paraíba do Sul, foram substituídos pelas pastagens extensivas, que predominam hoje em todo o estado, mantidas às custas de queimadas em grande parte do território, dando continuidade ao processo de degradação.

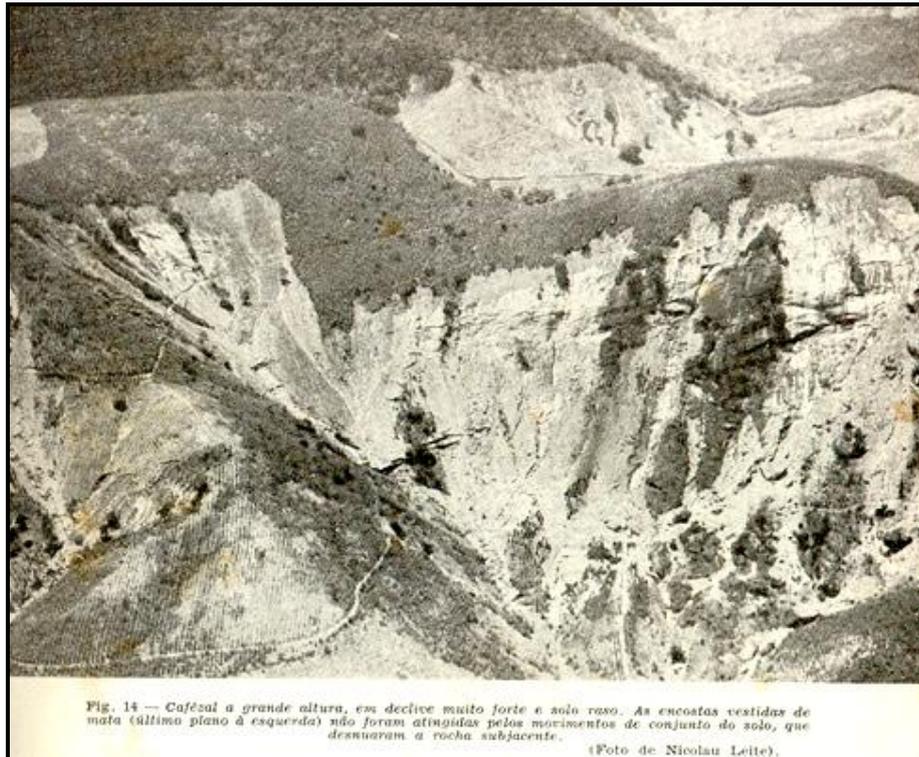


Figura 3.3.1.1 - Registro de deslizamentos ocorridos em 1948, em encostas íngremes e rochosas cultivadas com café, na bacia do Rio Paraíba do Sul, MG/RJ (Sternberg, 1949).



Figura 3.3.1.2 - Registro de soterramento ocorrido em 1948 na várzea do rio Pirapetinga, bacia do Rio Paraíba do Sul, MG/RJ (Sternberg, 1949).

Em 1961, a Revista Brasileira de Geografia publicou um estudo sobre a erosão no Brasil que mostra as consequências do pastoreio extensivo em terras de relevo acidentado como as do vale do Paraíba do Sul (Braun, 1961). Nesse estudo, o autor já comentava sobre o problema das queimadas, afirmando que a queima dos pastos, "uma prática adotada em quase todas as pastagens brasileiras, é o principal fator de empobrecimento das mesmas", especialmente pela exposição dos solos à ação erosiva das chuvas. Além de descrever o panorama geral e as causas da erosão, Braun também cita diversas técnicas de controle, inclusive em voçorocas, que já eram conhecidas na época, porém, tal como ainda hoje, não eram aplicadas.

Com o predomínio da população urbana, no estado em geral, as queimadas continuam sendo praticadas também nos campos/pastagens em torno das cidades, como forma de manter "limpo" o terreno ou, em outras palavras, evitar a regeneração da floresta, visando o parcelamento do solo para loteamentos e outros usos urbanos ou industriais, mais do que o uso com pastoreio de gado.

3.3.2. Rio de Janeiro e Serra da Araras, em 1966 e 1967

A continuidade das formas de uso do solo que aceleram a erosão se reflete em uma sequência histórica de desastres por deslizamentos e inundações. Poucos anos após a publicação de Braun (1961), nos verões de 1966 e 1967, o estado do Rio de Janeiro viveu grandes tragédias, como mostra um estudo realizado pelo US Geological Survey, em cooperação com o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Segundo o autor (Jones, 1973), os deslizamentos e inundações ocorridos causaram cerca de 1.000 mortes em 1966 e mais de 1.700 mortes em 1967.

Com esses dados, o evento de 1967 teria sido o maior desastre natural da história do país até hoje, com maior número de vítimas fatais do que o registrado na Região Serrana em jan/2011, de 917 mortes e cerca de 500 "desaparecidos" (estimativa de soterrados não encontrados). No entanto, o histórico de desastres apresentado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (ver item 2.3.1 deste relatório) registra um número muito inferior de vítimas fatais nesses dois anos - 250 mortes em 1966 e 500 mortes em 1967.

Segundo Jones (1973), a área mais atingida no verão de 1966 foi a cidade do Rio de Janeiro e, em 1967, foi a Serra das Araras, atingindo o complexo hidrelétrico da Light S/A e vários trechos da rodovia Presidente Dutra (Rio-São Paulo).

Em 1966 ocorreram dois eventos críticos, em janeiro e março. Em janeiro, a estação meteorológica do Centro do Rio registrou o total de 484 mm de chuva em 3 dias (a normal histórica para todo o mês de janeiro era de 171 mm). Durante os mesmos 3 dias, a estação do Alto da Boa Vista registrou 675 mm de chuva. Em março/1966, a chuva mais intensa foi de 240 mm durante 6 h, alcançando a intensidade de 100 mm/hora.

No ano seguinte, jan/1967, os registros na área da Light foram de 100 a 114 mm/hora. De acordo com o relato de Jones (1973), na noite de 22-23/jan, uma tempestade de 3:30 h causou um desastre de inacreditável magnitude, com um volume de material erodido por deslizamentos jamais registrado na literatura geológica, atingindo uma área de 26 km de comprimento por cerca 7-8 km de largura. Na foto a seguir, o autor registrou parte dos deslizamentos ocorridos na Serra das Araras em 1967 (figura 3.3.2.1).

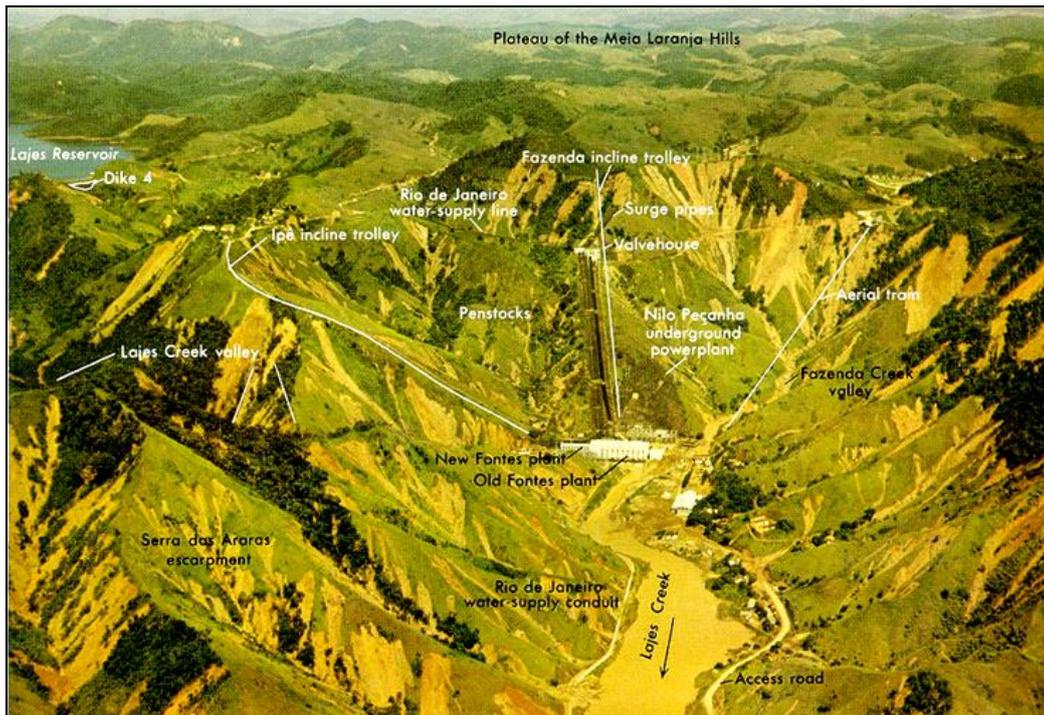


Figura 3.3.2.1 - Deslizamentos ocorridos na Serra das Araras em 1967 (Jones, 1973).

Observa-se a escassez de floresta e o predomínio de pastos na maior parte dessas longas e íngremes encostas. No fundo do vale, o reservatório de Ponte Coberta, no ribeirão das Lajes, está nitidamente assoreado pelo material deslizado das encostas.

3.3.3. Região Serrana, em 2011

Por sua magnitude e grande número de vítimas fatais, o megadesastre do dia 12 de janeiro de 2011 na Região Serrana tem sido considerado um marco na história dos desastres naturais no país e dos desafios impostos pela urgente necessidade de mais investimentos em prevenção, monitoramento e mitigação.

Um conjunto de fatores críticos altamente desfavoráveis interagiram resultando no megadesastre. Antes da madrugada de 12 de janeiro, quando caiu um excepcional volume de chuvas em poucas horas, já havia chovido por muitos dias seguidos em grande parte da região, elevando o nível de umidade dos solos e favorecendo os deslizamentos. Além disso, entre as condições naturais da região atingida, a presença de afloramentos e blocos de rocha aumenta a já alta suscetibilidade do relevo montanhoso aos deslizamentos. Aos fatores naturais, somaram-se os históricos e crônicos processos de desmatamento e ocupação inadequada em encostas, margens de rios e topos de morro, expostos em sua fragilidade com as chuvas intensas daquela madrugada.

Grande parte das encostas mais atingidas por deslizamentos em jan/2011 apresenta forte declividade, solos pouco espessos, com presença de grandes matacões, pedras ou blocos de rocha nas partes mais elevadas. São encostas muito longas, algumas com mais de 1.000 m de diferença de altitude entre o topo e a base. Na foto à esquerda (figura 3.3.3.1), o helicóptero do exército e uma casa abaixo são referências do volume de material deslizado da encosta rochosa. Na foto à direita, é nítida a vulnerabilidade das casas que ocupam indevida e ilegalmente a faixa marginal do rio (área de preservação permanente - APP, que deve ser mantida com a vegetação natural).



Figura 3.3.3.1 - Deslizamentos ocorridos na Região Serrana em 2011 (imagens da mídia).

Em sua avaliação técnica sobre o megadesastre, o DRM-RJ (2011) identificou a ocorrência de cinco tipos de movimentos de massa na região: "corridas de massa de detritos, terra ou lama", "deslizamentos na Parroca", "deslizamentos tipo Catarina", "deslizamentos tipo rasteira" e "deslizamentos tipo vale suspenso". As definições dadas e ilustradas pelo DRM são as seguintes:

- As "corridas de massa de detritos, terra ou lama" são movimentos semelhantes ao de um líquido viscoso, ao longo das drenagens, com velocidades médias à altas, grandes volumes de material e mobilização de blocos (pouca distância), solo ou detritos e água, de longo alcance (10 km a 20 km), conforme figura 3.3.3.2;
- Os "deslizamentos na Parroca" ocorrem no contato solo/rocha, na parte superior da encosta e, com velocidade alta, promovem instabilidades em cotas mais baixas a partir da energia do choque das massas em movimento. Em áreas urbanas, causaram mortes e danos materiais, como no Caleme/Teresópolis (figura 3.3.3.3);
- Os "deslizamentos tipo Catarina" são deslizamentos controlados pelo solo residual jovem e pela subida da poropressão na base dos *hollows*, também com velocidade alta. A foto (figura 3.3.3.3) mostra um condomínio em Nova Friburgo totalmente atingido;
- O "deslizamento tipo rasteira" se caracteriza por erosão fluvial intensa, de alta velocidade, que mobiliza capas de solo ou lascas de alívio, até a parte superior da encosta (figura 3.3.3.4);
- E os "deslizamentos tipo vale suspenso" são deslizamentos profundos, planares e com forma circular, atingem pequenos alcances mas com grandes volumes de material e ocorrem em vales ou drenagens fluviais afluentes com pronunciado desnível para o vale principal (figura 3.3.3.4).

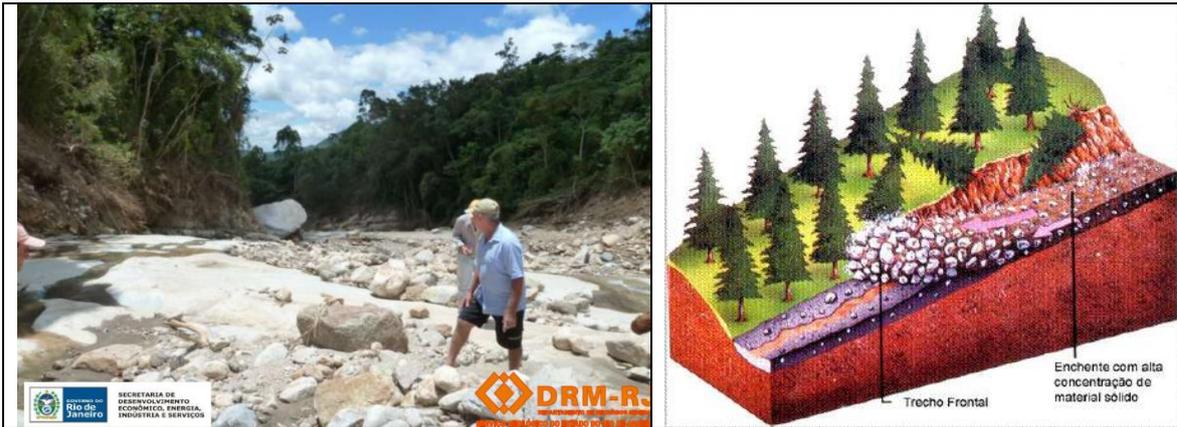


Figura 3.3.3.2 - "Corrida de massa" na Região Serrana em jan/2011 e esquema explicativo deste tipo de desastre (DRM-RJ, 2011).



Figura 3.3.3.3 - Deslizamento "na Parroca" (esquerda) e deslizamento "tipo Catarina" (direita), ocorridos no megadesastre de jan/2011 (DRM-RJ, 2011).



Figura 3.3.3.4 - Deslizamentos "tipo rasteira" (esquerda) e "tipo vale suspenso" (direita) ocorridos no megadesastre de jan/2011 (DRM-RJ, 2011).

O desastre abrangeu uma área de mais de 50 km de comprimento por 20 km de largura. Os municípios mais atingidos, em quantidade de deslizamentos e em número de vítimas fatais, foram Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis.

Além desses municípios, houve também deslizamentos em outros municípios vizinhos e, em todos, muitas enxurradas e enchentes, com grande volume de lama e detritos provenientes das encostas intensamente "lavadas" pelas fortes chuvas. Segundo os registros da Defesa Civil, as chuvas de 12/01/2011 na Região Serrana causaram 964 mortes em 6 municípios e deixaram fora de suas casas, danificadas ou destruídas, mais de 44.000 pessoas em 13 municípios. Os dados de cada município atingido estão apresentados no Volume 2 deste relatório. O mapa apresentado na próxima página (figura 3.3.3.5) indica as duas grandes áreas de maior concentração de deslizamentos ocorridos na Região Serrana, em jan/2011.

Em um estudo realizado pelo Laboratório de Geohidroecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - Geoheco/UFRJ (Coelho Netto *et al.*, 2011), foram identificados 3.622 deslizamentos somente na área mais atingida do município de Nova Friburgo. A identificação desses deslizamentos foi feita diretamente em uma imagem do satélite GeoEye, do dia 20 de janeiro de 2011, disponibilizada pelo Google Earth. Esta imagem pode ser vista na figura 3.3.3.6. Em seguida, esta mesma área mais atingida é vista na sua condição anterior, em imagem de 2009, na figura 3.3.3.7. A rodovia Tere-Fri (RJ-130) é uma referência e vetor da crescente ocupação desta região. Na comparação das imagens, verifica-se que não existiam, nesta área, processos erosivos intensos com a dimensão e quantidade dos deslizamentos ocorridos em 12/jan/2011.

A outra grande área de deslizamentos resultantes das chuvas de janeiro de 2011 foi evidenciada em primeira mão pela NASA, em uma imagem de 02 de fevereiro de 2011. Apesar da baixa resolução e presença de nuvens nesta imagem (figura 3.3.3.8), é possível observar "incontáveis" deslizamentos em uma extensa área que abrange a divisa dos municípios Petrópolis e Teresópolis. Recentemente, foi inserida no *Google Earth* uma imagem limpa de nuvens, de set/2011, na qual uma parte dos deslizamentos desta área estão bem evidentes. Nas figuras seguintes, um recorte desta área é visto após o desastre, na imagem de set/2011 (figura 3.3.3.9) e antes do desastre, em imagem de ago/2010 (3.3.3.10). Nesta área, tal como na área mais atingida de Nova Friburgo, não se observam, em 2010, deslizamentos na mesma dimensão e profusão de jan/2011.

Nas imagens de satélite, observa-se que, em geral, nas chuvas de jan/2011, as encostas com a presença de grandes e contínuas florestas naturais foram menos afetadas por deslizamentos do que outras cobertas por pastagens ou mesmo por uma vegetação secundária. No entanto, o volume e a intensidade das chuvas foram grandes o suficiente para causar enxurradas com energia e velocidade arrasadoras, carregando solo, árvores, pedras e até grandes blocos de rocha, abrindo a calha de pequenos córregos e riachos ao longo das extensas e muito íngremes encostas com e sem floresta e ao longo dos rios principais nos fundos de vale.

Observam-se, nas imagens, os efeitos combinados dos deslizamentos e enxurradas que atingiram bacias com ocupação urbana e rural. As bacias do rio do Príncipe e do rio Santa Rita, por exemplo, foram totalmente atingidas por deslizamentos. Embora com grande quantidade de deslizamentos e enxurradas em ambas, a vulnerabilidade da população atingida na bacia do rio do Príncipe foi maior, por ter dois núcleos urbanos situados nos fundos de vale arrasados pelas enxurradas (Campo Grande e Posse, bairros de Teresópolis com grande número de mortes e muitos soterrados não encontrados). Mesmo sem dados precisos, pode-se supor que, com a magnitude dos deslizamentos e enxurradas ocorridos em jan/2011, se o Centro e outros bairros mais populosos de Teresópolis estivessem situados na bacia do rio Santa Rita (zona rural), a tragédia em danos humanos e materiais teria sido muito maior neste município.

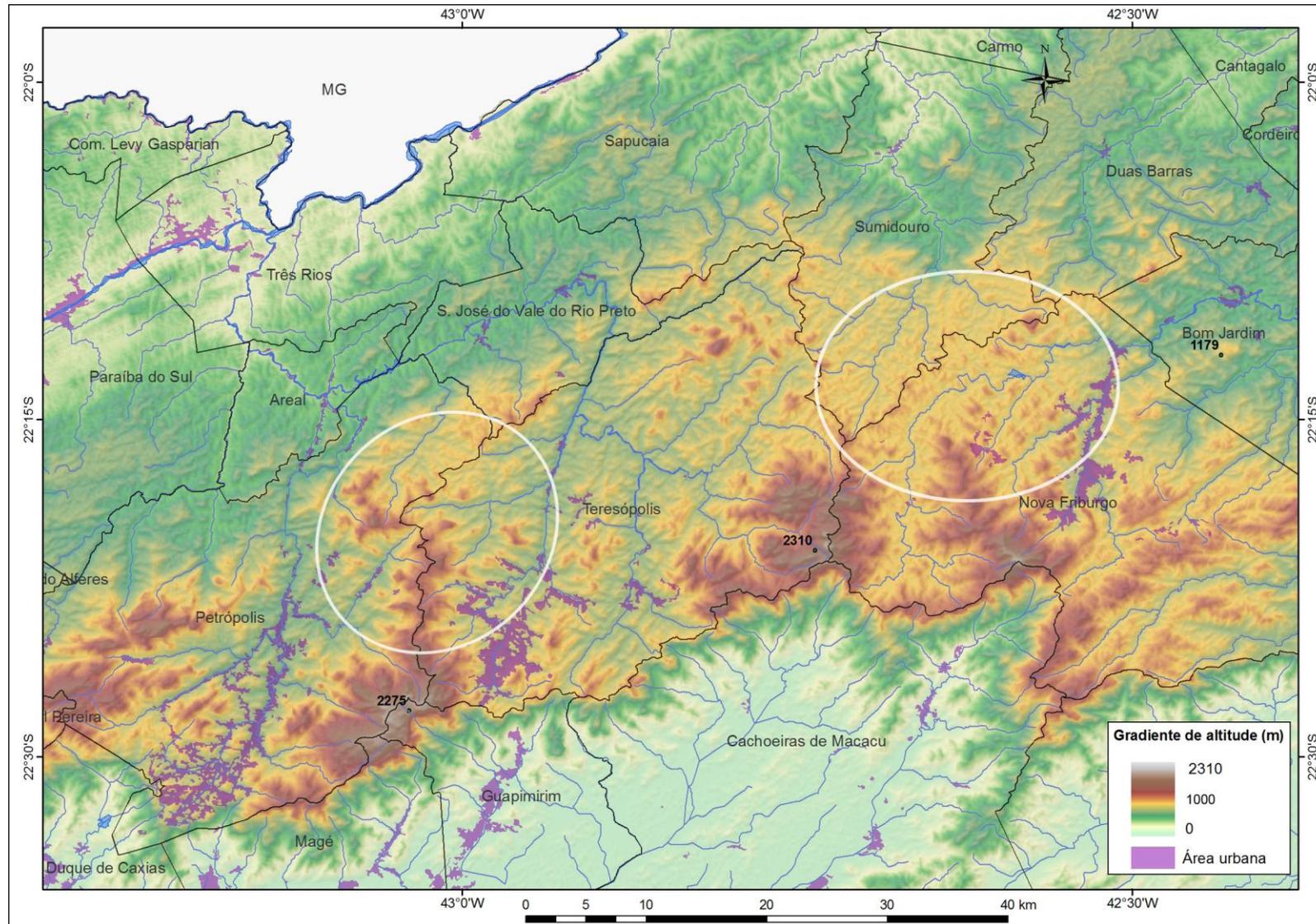


Figura 3.3.3.5 - Áreas mais atingidas por deslizamentos na Região Serrana em jan/2011.

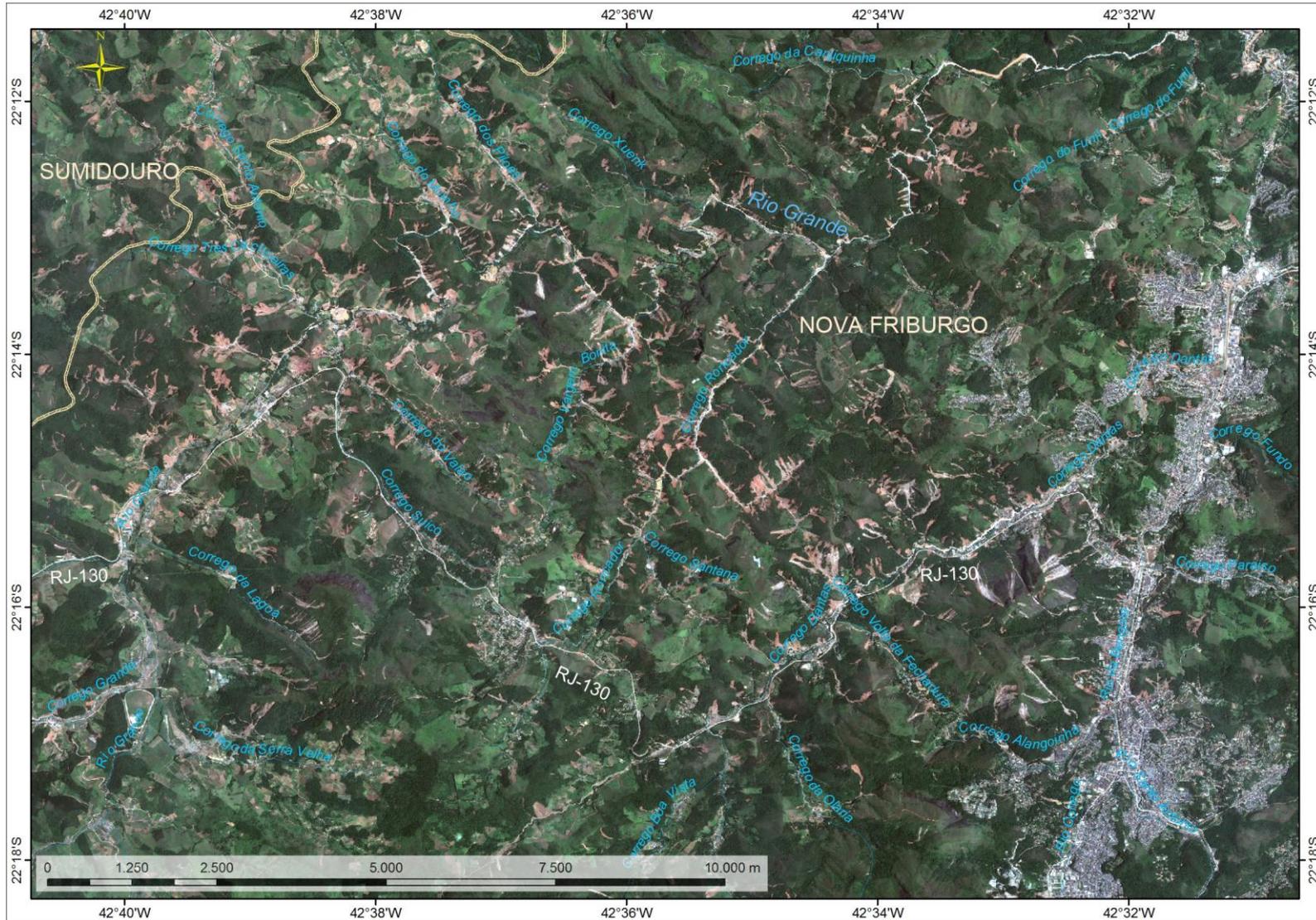


Figura 3.3.3.6 - Área mais atingida por deslizamentos em Nova Friburgo (imagem GeoEye, jan/2011).

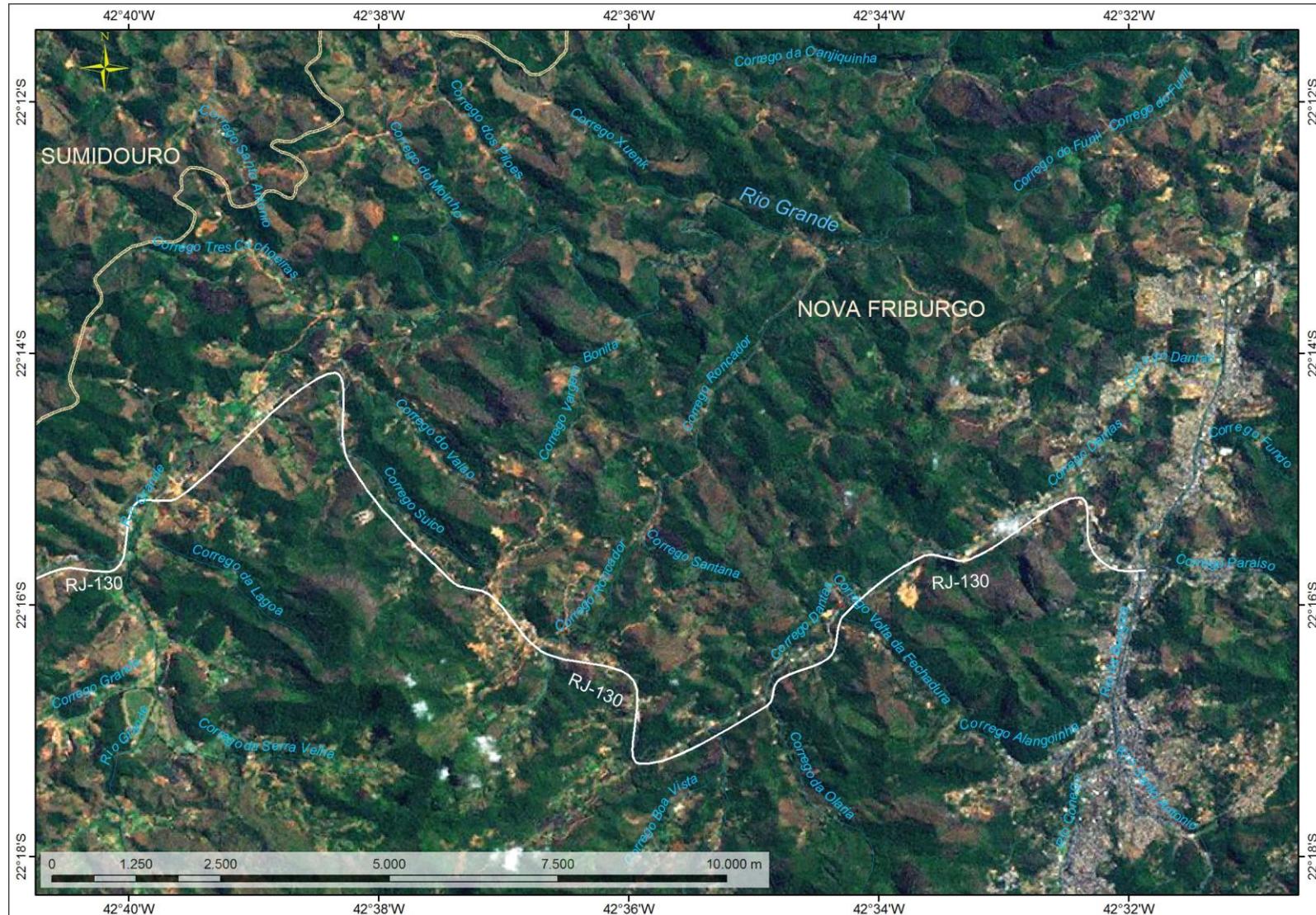


Figura 3.3.3.7 - Mesma área da figura anterior, em imagem de 2009 (Yahoo Images), destacando-se o percurso da RJ-103.

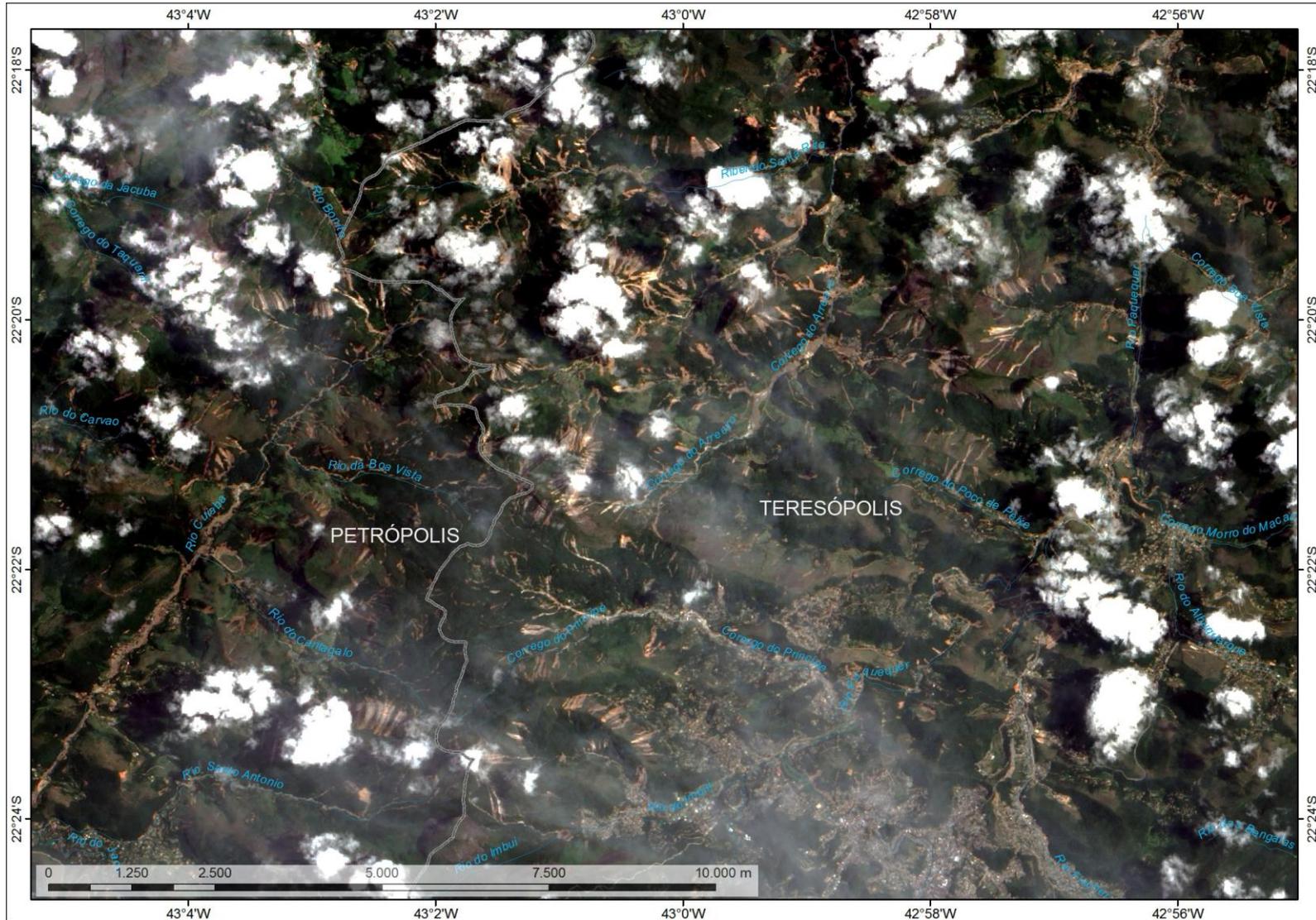


Figura 3.3.3.8 - Área mais atingida nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, em imagem de baixa resolução (fev/2011, NASA).

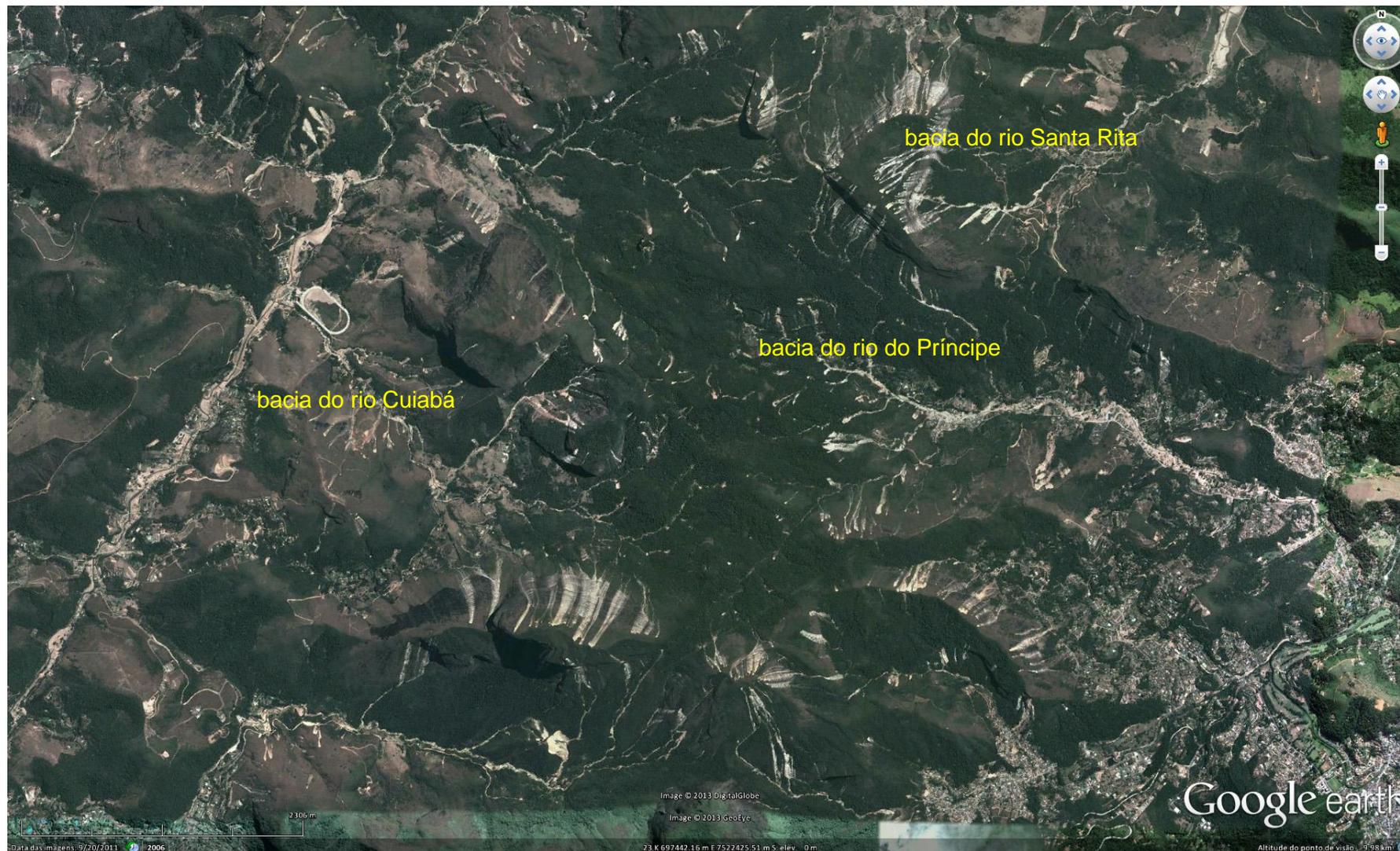


Figura 3.3.3.9 - Parte da área da figura anterior, em imagem mais nítida, disponível no Google Earth (set/2011).



Figura 3.3.3.10 - Mesma área da figura anterior, em imagem de 29/ago/2010, disponível no *Google Earth*.

As causas e consequências ambientais e sociais das fortes chuvas de jan/2011 na Região Serrana não foram completamente avaliadas, considerando todos os aspectos naturais e antrópicos envolvidos e sob o enfoque de bacia hidrográfica como unidade interdisciplinar de análise. As iniciativas do poder público estão ainda focadas nas demandas prioritárias de ações corretivas (projetos para limpeza dos rios, desobstrução das margens e obras geotécnicas para contenção de encostas, construção de casas para os desabrigados) e de monitoramento para se evitar novas tragédias (sistemas de alerta, identificação de área de risco iminente e planos de contingência), iniciativas essas que ainda nem sequer atenderam às necessidades emergenciais.

Como subsídio a um planejamento preventivo, de médio a longo prazo, deve-se realizar um estudo detalhado deste megadesastre na Região Serrana, avaliando os fatores naturais e de origem antrópica, específicos em cada sub-bacia afetada por deslizamentos e inundações, considerando a relação direta entre causas e efeitos dos dois tipos de desastre. Tal estudo precisa ser realizado de modo interdisciplinar, incluindo, além do estudo das condicionantes naturais da região, análises da dinâmica de ocupação das áreas de risco potencial (margens de rios, encostas íngremes e topos de morros) e os aspectos políticos, institucionais e socioeconômicos implicados nas tendências de aumento da vulnerabilidade e nas dificuldades para reverter essas tendências.

3.4. Mapeamento de Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos

A suscetibilidade à erosão e a suscetibilidade a deslizamentos são geralmente mapeadas com enfoques distintos, voltados para a aplicação prática dos mapas nas respectivas áreas do conhecimento. No planejamento de uso agrícola, são realizados mapeamentos de suscetibilidade à erosão com ênfase na erodibilidade dos solos e nos diferentes potenciais de perdas por erosão para os tipos de uso mais comuns ou pretendidos em um determinado plano, programa ou projeto de uso e manejo agrícola. Já com foco nas demandas de estabilidade de encostas para uso urbano e construções de estradas, ferrovias, etc., são realizados mapeamentos geológico-geotécnicos, que avaliam a suscetibilidade aos deslizamentos de encostas e, normalmente, em maior escala do que os mapas de suscetibilidade à erosão em áreas rurais.

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.), no denominado "Projeto Rio de Janeiro", 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 de suscetibilidade 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). O resultado (tabela 3.4.1) mostra cerca de 40% das terras do estado com 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 3.4.1 - 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, além da escala regional, 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, em nível municipal.

O gráfico a seguir 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. A distribuição espacial de todas as classes é apresentada em seguida, na figura 3.4.2.

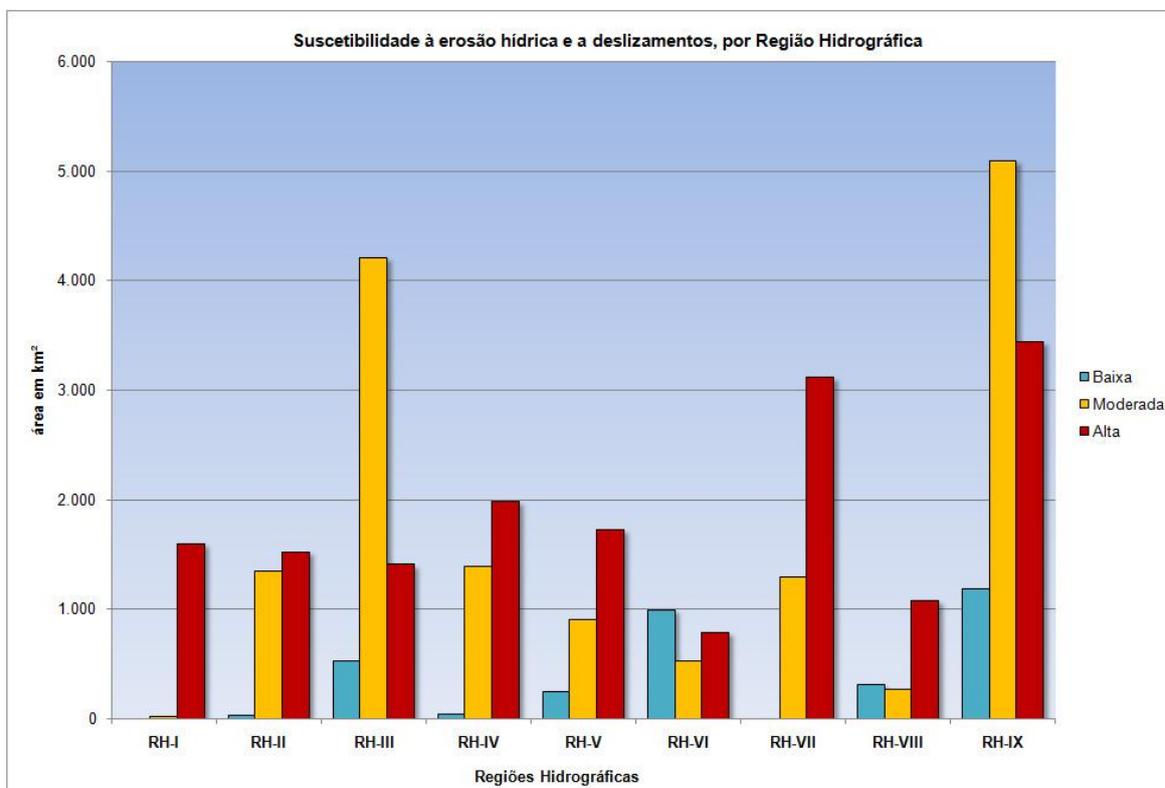


Figura 3.4.1 - Suscetibilidade à erosão hídrica e a deslizamentos, por Região Hidrográfica (Fonte: Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM 2000).

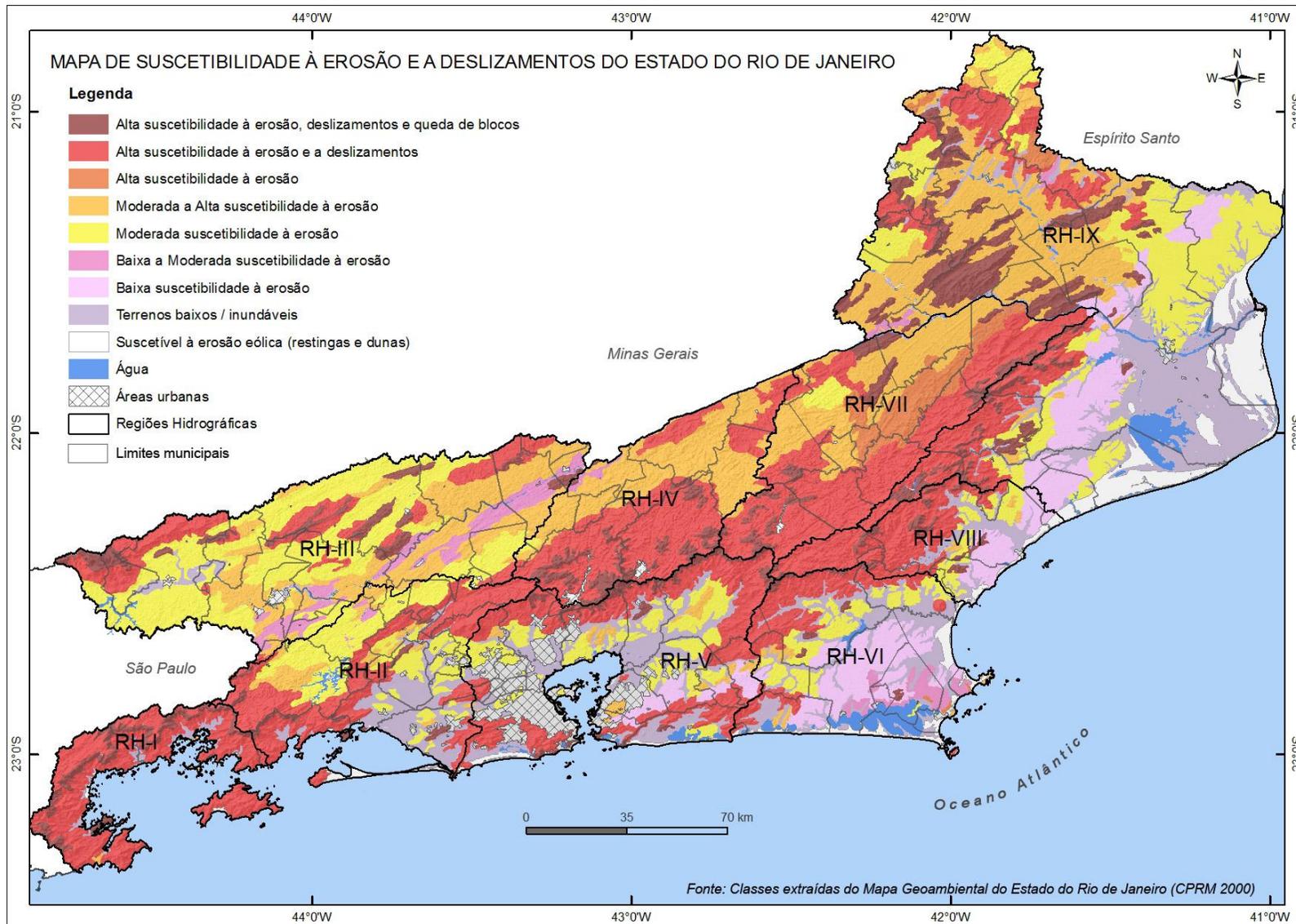


Figura 3.4.2 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão e a Deslizamentos no Estado do Rio de Janeiro (Fonte: CPRM 2000).

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 deve-se 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).

No gráfico a seguir (figura 3.4.3) foram colocadas apenas as classes que indicam suscetibilidade a deslizamentos (1 e 2) com os percentuais de área ocupada por classe nas respectivas Regiões Hidrográficas.

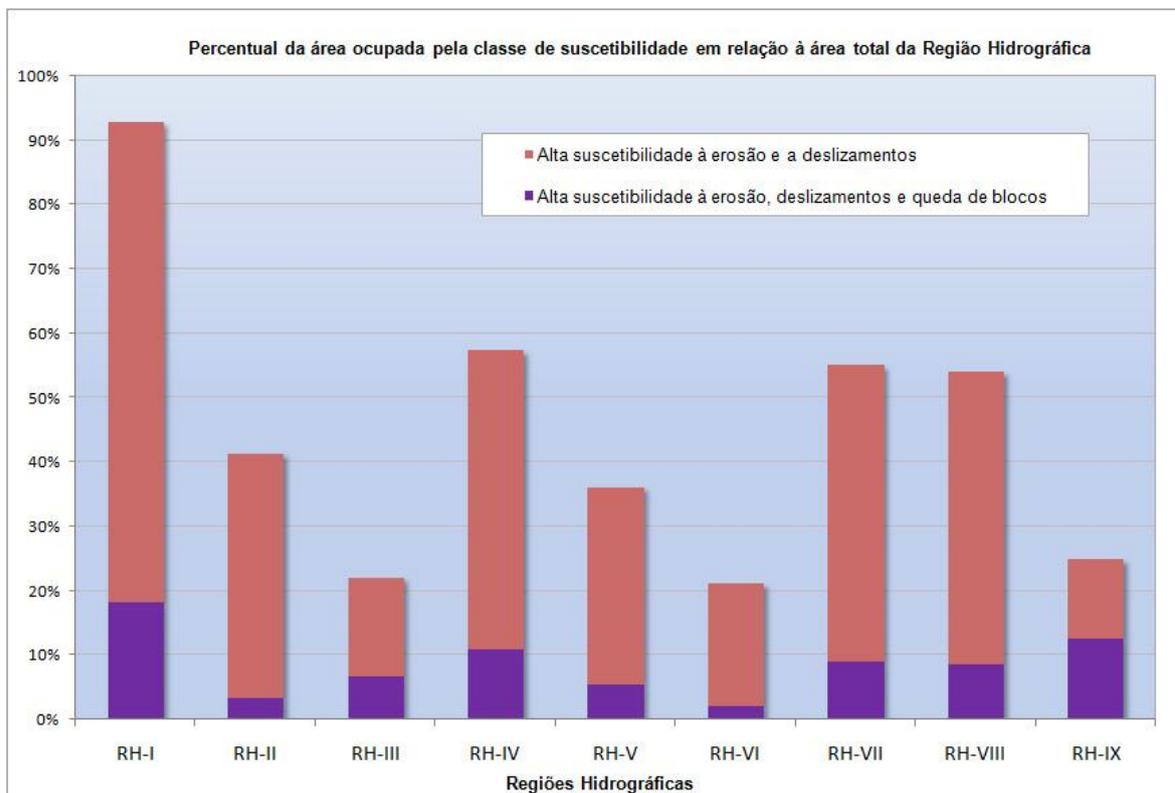


Figura 3.4.3 - Participação das classes que indicam suscetibilidade a deslizamentos, em relação à área total da Região Hidrográfica.

O gráfico da figura 3.4.3 mostra que as duas classes de mais alta suscetibilidade, que abrangem alta suscetibilidade a deslizamentos, ocupam juntas mais de 50% da área total na RH-I (Baía da Ilha Grande), na RH-IV (Piabanha), na RH-VII (Dois Rios) e na RH-VIII (Macaé e das Ostras). Essas classes coincidem, aproximadamente, com os trechos de serras do estado e a classe que inclui queda de blocos abrange as áreas de predomínio de afloramentos rochosos dessas serras.

Partindo-se desta visão regional, que mostra 40% do estado com alta suscetibilidade à erosão e a maior parte destes 40% também com alta suscetibilidade a deslizamentos, pode-se esperar que desastres com deslizamentos tenham maior probabilidade de ocorrer nas áreas abrangidas pelas classes 1 e 2. Também pode-se esperar que a probabilidade de que haja vítimas fatais em tais desastres seja maior em municípios com maior população urbana, levando-se em conta que, na maioria, há ocupação inadequada e pouco ou nenhum investimento em prevenção e controle de erosão.

Um exemplo do diferencial relativo à maior população residente em área urbana está na RH-I (Baía da Ilha Grande), dado que Angra dos Reis, com 169,5 mil habitantes e 86% em área urbana, sofre mais desastres por deslizamentos e com vítimas fatais do que Paraty (37,5 mil habitantes, 18% urbanos), ambas situadas nas mesmas condições de alta suscetibilidade à erosão e a deslizamentos.

Ainda que o mapa de suscetibilidade à erosão e a deslizamentos aqui apresentado, extraído do Mapa Geoambiental (CPRM 2000), esteja em pequena escala (regional), não revelando áreas menos suscetíveis que podem existir nas grandes áreas de alta suscetibilidade, é um bom indicador do alto risco potencial de erosão e deslizamentos, visto que, em determinadas áreas, os desastres ocorridos já confirmam essa avaliação. Por exemplo, é razoável considerar que municípios como Angra dos Reis, Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo têm alta suscetibilidade à erosão e a deslizamentos na maior parte de seus territórios, ainda que se possa identificar locais com suscetibilidade mais baixa em mapeamentos de maior escala, como se observa no caso do município do Rio de Janeiro (figura 3.4.4), que dispõe de um mapa de suscetibilidade à erosão, no qual observa-se um mosaico das classes de média e alta suscetibilidade em áreas que, no mapa regional da CPRM, estão classificadas somente como alta suscetibilidade.

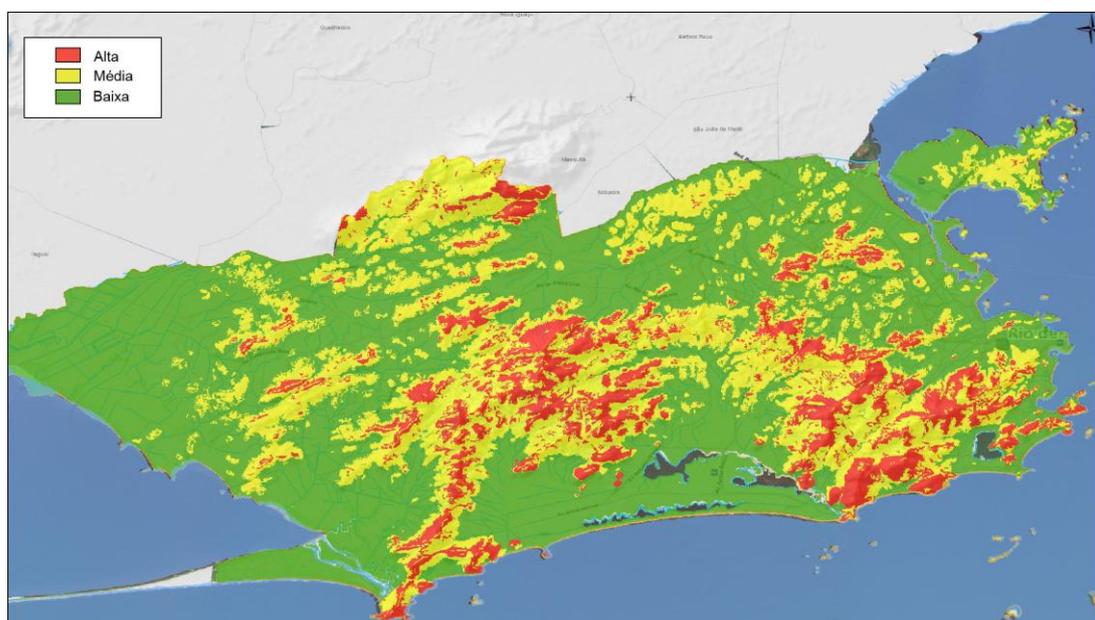


Figura 3.4.4 - Mapa de Suscetibilidade à Erosão do Município do Rio de Janeiro (GeoRio, 2010).

Com as devidas restrições relativas às escalas e métodos, o mapa de suscetibilidade à erosão e a deslizamentos do estado (figura 3.4.2) também pode ser comparado ao mapa de criticidade de ocorrências de deslizamentos no período 2000-2012 e também ao Mapa de Ameaças Naturais, apresentados a seguir, no item 3.5.

Verifica-se, nesta comparação visual dos referidos mapas, que a maioria dos municípios com registros de desastres com deslizamentos situa-se, de fato, em áreas com alta suscetibilidade à erosão e a deslizamentos. Alguns municípios com mais ocorrências, porém com moderada suscetibilidade, têm, como agravantes, a maior densidade populacional em encostas alteradas por desmatamento e cortes, como São Gonçalo, Belford Roxo e Barra Mansa.

Com base neste mapa de suscetibilidade produzido a partir do Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000) pode-se indicar que, além dos municípios mais

críticos, os municípios com poucos habitantes, poucas ocorrências de deslizamentos ou mesmo os que não consideram os deslizamentos uma ameaça importante, mas que têm, em seus territórios, áreas de alta suscetibilidade a deslizamentos, tais como Cambuci e Duas Barras, devem levar em conta a necessidade de realizar uma avaliação detalhada de suscetibilidade à erosão e a deslizamentos, para subsidiar planos diretores e análises de tendências de crescimento urbano em áreas suscetíveis.

Atualmente, em um projeto de abrangência nacional, o Departamento de Gestão Territorial - DEGET do Serviço Geológico do Brasil - CPRM está produzindo "Cartas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações". Essas cartas são produzidas por município, na escala de 1:50.000.

Para o estado do Rio de Janeiro, estão previstas 37 cartas, das quais 19 em 2013 e 18 em 2014. Em 2013 estão previstas cartas para os seguintes municípios: Angra dos Reis, Cachoeiras de Macacu, Campos dos Goytacazes, Duque de Caxias, Engenheiro Paulo de Frontin, Guapimirim, Itaboraí, Itaperuna, Macaé, Mangaratiba, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Nova Friburgo, Petrópolis, Rio Bonito, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis.

As 18 cartas previstas para o ano de 2014 são para Aperibé, Barra do Piraí, Barra Mansa, Belford Roxo, Bom Jesus do Itabapoana, Cardoso Moreira, Laje do Muriaé, Magé, Mesquita, Miracema, Piraí, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São Francisco de Itabapoana, São Gonçalo, São João de Meriti, Sumidouro, Valença.

A figura 3.4.5 apresenta uma imagem reduzida de uma das cartas já produzidas pelo DEGET/CPRM. Na legenda, à direita do mapa, as cores laranja e vermelha representam, respectivamente, as classes de alta e muita alta suscetibilidade a movimentos de massa, que predominam no território do município mapeado - Santa Maria Madalena. As cores azuladas representam as classes de suscetibilidade a enchentes e inundações.

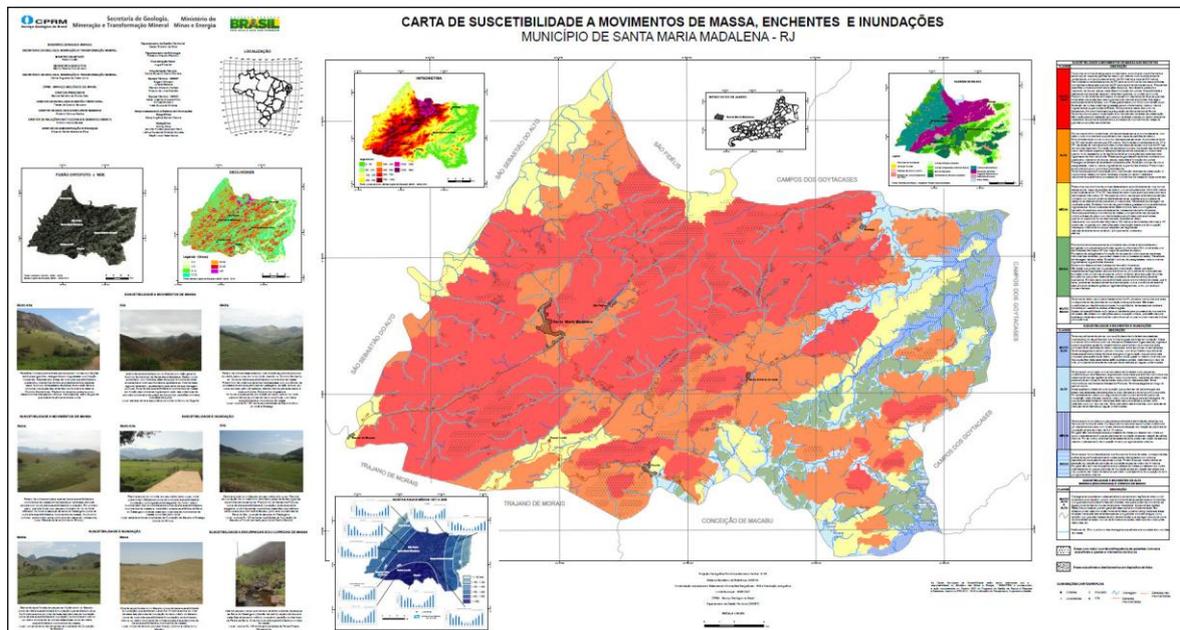


Figura 3.4.5 - Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações do Município de Santa Maria Madalena (CPRM, 2013).

Dado que o projeto é de abrangência nacional e está sendo executado em diversos municípios do país, a CPRM não prevê a expansão desse mapeamento para todos os

municípios do estado do Rio de Janeiro. Porém, tendo em vista a importância do tema para todo o estado, deve-se considerar essa possibilidade de expansão do mapeamento, no âmbito dos programas/ações de interesse do PERHI-RJ.

3.5. Ocorrências e Ameaças de Deslizamentos

Conforme visto nos dados obtidos sobre desastres naturais (capítulo 2 deste relatório), além dos desastres históricos, com chuvas torrenciais, como os de 1948, 1966-67 e 2011, comentados no item 3.4, há diversos registros de desastres com chuvas de alta intensidade (registrando-se em poucas horas um total maior do que a média histórica para todo o mês), causando graves danos e vítimas fatais por deslizamentos.

Neste item, são apresentados dados de ocorrências de escorregamentos, deslizamentos e outros movimentos de massa, oriundos de duas fontes.

3.5.1. Inventário de Escorregamentos Significativos de 1938 a 1999

Em 1997 teve início uma iniciativa de se constituir um Inventário de Escorregamentos Significativos no Estado do Rio de Janeiro, através de um convênio firmado entre o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio) e a Empresa Estadual de Obras Públicas (Emop-RJ). O Inventário faz parte dos produtos do Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000) e reuniu dados de 1.087 laudos técnicos, a maior parte do município do Rio de Janeiro (ocorrências de 1938 a 1999) e outros distribuídos pelo interior do estado (ocorrências de 1975 a 1999) todos inseridos em base de dados georreferenciados.

Quanto à distribuição dessas ocorrências ao longo dos anos, de 1938 a 1959 constam somente 31 registros. A partir da década de 1960 há numerosos registros em alguns anos conhecidamente mais trágicos, como 1967, com 65 ocorrências e alguns anos da década de 1980, a mais chuvosa do século XX: 1986 (72 ocorrências), 1987 (35), 1988 (162) e 1989 (70). De 1990 a 1998, destacam-se os anos de 1997 (85) e 1998 (144).

Quanto à distribuição dessas ocorrências nos municípios, constam 911 registros somente no município do Rio de Janeiro. Os outros 176 registros se distribuem por 42 municípios: Niterói (20 ocorrências), Petrópolis (14), Mangaratiba (13), Itaperuna (12), Cordeiro (8), Magé (7), Natividade (7), Teresópolis (7), Barra Mansa (6), Laje do Muriaé (6), Santo Antônio de Pádua (6), Angra do Reis (5), São Gonçalo (5), Itaguaí (4), Valença (4) e outros 27 municípios com menos de 4 cada.

Os 1.087 pontos do Inventário podem ser identificados com o arquivo em formato *shape* disponível no acervo do Projeto Rio de Janeiro (figura 3.5.1.1). No entanto, verifica-se que o conjunto de dados tem falhas, não constam dados de número de vítimas fatais e de outros danos das ocorrências deste longo período e ainda observam-se coordenadas incompatíveis com a descrição - algumas estão em município diferente do que consta na tabela de atributos, como por exemplo, o único local marcado em Silva Jardim, que no atributo "município" da tabela consta Cachoeira de Macacu.

No relatório de apresentação dos resultados do Inventário (Silva *et al* 2000), consta que o Inventário de Escorregamentos foi muito comprometido pelas restrições orçamentárias impostas ao Projeto Rio de Janeiro, que reduziu o número de dias de campo, diminuindo muito o número de registros presentes no banco de dados.

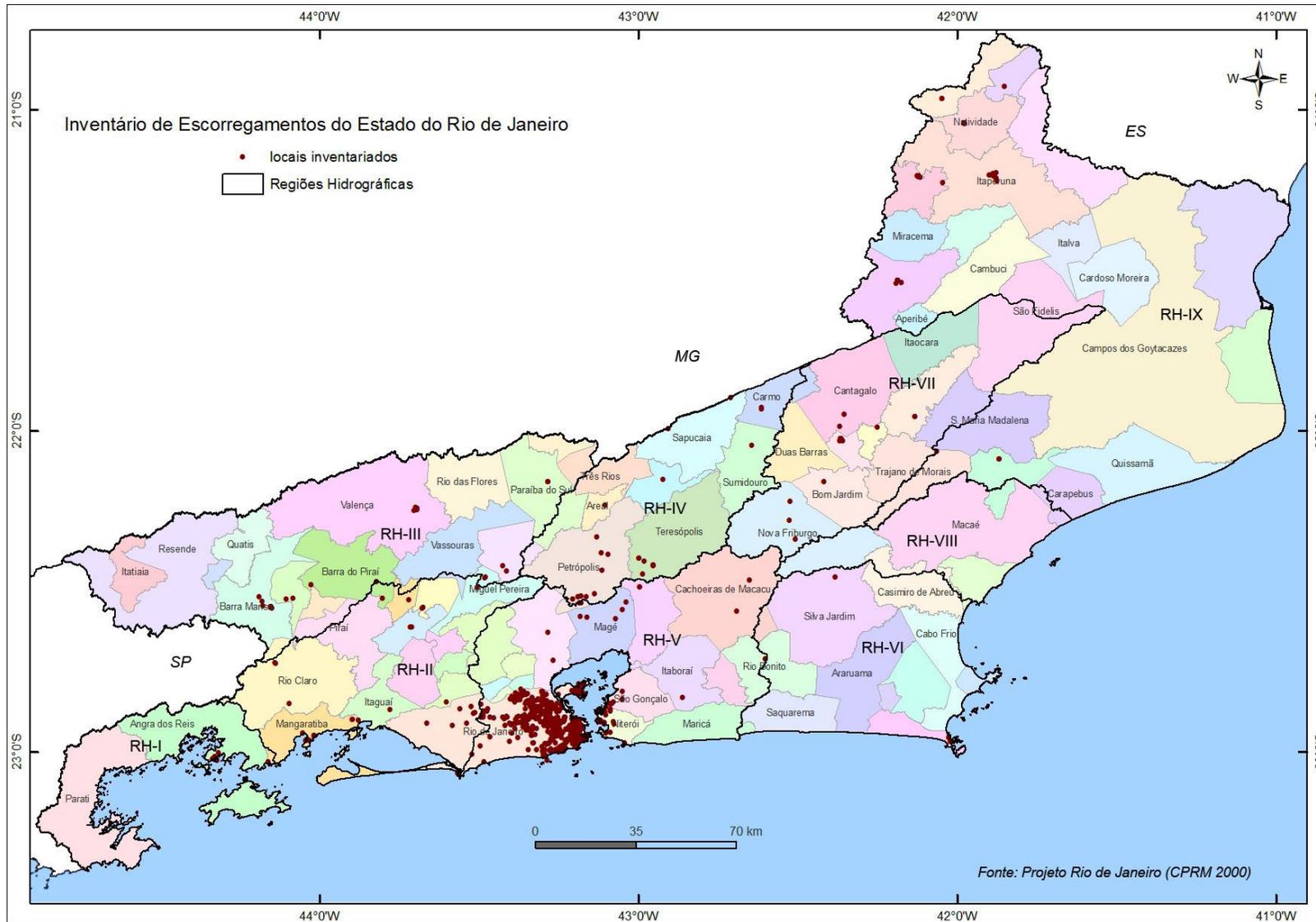


Figura 3.5.1.1 - Locais identificados no Inventário de Escorregamentos (Fonte: CPRM 2000).

O gráfico a seguir, extraído do relatório (Silva *et al* 2000) mostra a distribuição por tipo de ocorrência, distinguindo os dados registrados até 1996 dos que foram levantados em campo nos anos de 1997, 1998 e 1999 (figura 3.5.1.2).

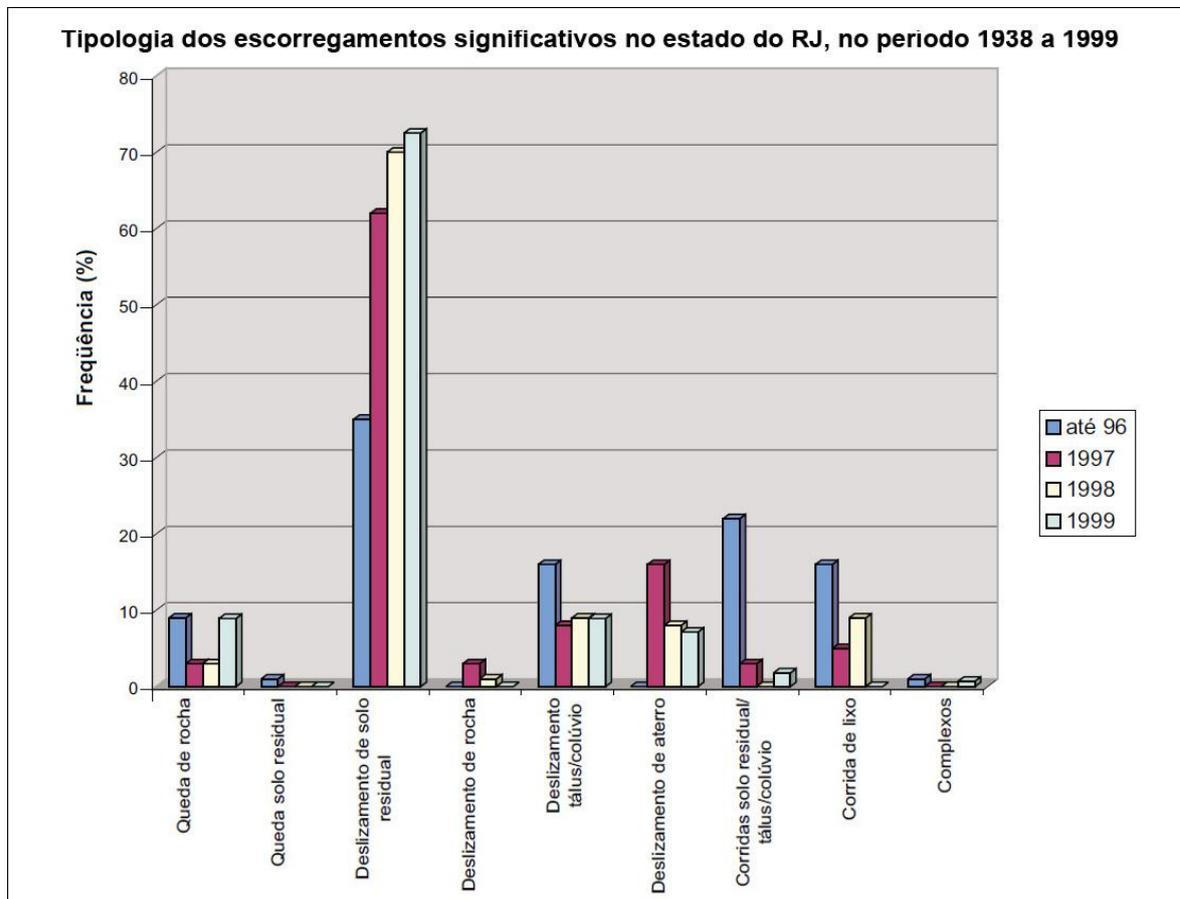


Figura 3.5.1.2 - Tipologia dos escorregamentos significativos ocorridos no estado no período de 1938 a 1999 (Fonte: Silva *et al* 2000).

Observa-se que a grande maioria compreende as ocorrências tipificadas como deslizamentos, com predomínio absoluto do tipo denominado "deslizamentos de solo residual" e com números crescentes nos últimos anos da avaliação. No entanto, os autores do estudo consideram que há uma possível tendência em se classificar genericamente como deslizamento os fenômenos denominados "corridas", deduzindo que essas possam ter ocorrido em maior número de fato.

Assim, tal como visto no capítulo 2, em relação aos registros da Defesa Civil até 1999, obtidos indiretamente através dos decretos estaduais de reconhecimento de situação de emergência (SE) e estado de calamidade pública (ECP), devido à incompletude dos dados, não é possível identificar, nos resultados do Inventário de Escorregamentos, consistência suficiente para expressar a magnitude dos impactos dos deslizamentos ou escorregamentos ocorridos no estado no período abrangido por esta base.

3.5.2. Ocorrências a partir de 2000 e Ameaças de Deslizamentos

Os dados sobre ocorrências de deslizamentos a partir do ano 2000 referem-se somente aos registros da Defesa Civil. No entanto, nesses registros não consta a localização georreferenciada dos deslizamentos ocorridos, apenas a identificação do município e, eventualmente, dos bairros atingidos.

De acordo com a análise dos dados obtidos, apresentada no capítulo 2, 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, de acordo com a classificação de desastres da Defesa Civil (Anexo I). Os outros 168 desastres referem-se a ocorrências de deslizamentos relatadas e/ou avaliadas como danos ambientais em relatórios da Defesa Civil que tipificam os desastres somente como inundações e que foram reunidas no grupo "Inundações e Deslizamentos". Este grupo também inclui ocorrências mistas de inundações e deslizamentos, tipificadas como tal.

Além dos relatos e avaliações nos próprios relatórios da Defesa Civil, esta "omissão" dos deslizamentos na tipificação de desastres foi constatada em casos trágicos, fartamente informados na mídia. Entre esses, está o megadesastre de jan/2011, tipificado pela Defesa Civil de Nova Friburgo somente como "enxurradas ou inundações bruscas", justamente no município mais atingido por deslizamentos. Outro dos maiores desastres com deslizamentos divulgados pela mídia, que resultou em 176 mortes - no morro do Bumba e outros locais de Niterói, em abril/2010 - não está classificado como deslizamento pela Defesa Civil. Tal como em Nova Friburgo, o desastre em Niterói foi classificado como "enxurradas ou inundações bruscas". O Rio de Janeiro, também atingido pelas mesmas chuvas de abril/2010 (57 mortes), teve o desastre devidamente classificado como "escorregamentos ou 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. Houve ainda um registro do governo estadual, de situação de emergência com deslizamentos ocorridos em diversas estradas estaduais, em jan/2007. Os municípios com maiores números de ocorrências, tipificadas em maior parte como deslizamentos, foram: Petrópolis (21), São Gonçalo (15), Angra dos Reis (11), Rio de Janeiro (11) e Teresópolis (9). Destaca-se ainda Bom Jesus do Itabapoana, entre os municípios com maiores números de ocorrências, com o total de 10 registros no período, sendo que somente um foi tipificado como deslizamento, os demais foram inundações com ocorrências "embutidas" de deslizamentos.

No entanto, conforme apresentado no item 2, o número de ocorrências não é suficiente para avaliar a relevância dos desastres, devendo ser observados também os danos humanos causados, que são indicadores da magnitude dos impactos dos desastres, principalmente nas ocorrências de deslizamentos, principais causas de mortes por desastres naturais no estado. Esses dados estão reunidos por Região Hidrográfica, na tabela 3.5.2.1, a seguir, e resultam da soma dos dados das ocorrências do grupo "Deslizamentos" com os dados do grupo "Inundações e Deslizamentos". Ressalta-se que os municípios abrangidos por mais de uma RH foram alocados naquela onde se situa sua sede urbana.

A tabela mostra que cinco Regiões Hidrográficas reúnem 83% das ocorrências de desastres com deslizamentos: RH-V, RH-IX, RH-III, RH-IV e RH-VII, nessa ordem. No entanto, os danos humanos não ocorrem exatamente na mesma proporção que o número de ocorrências, destacando-se a RH-IX com o maior número de pessoas fora de casa, a RH-IV com o maior número de mortes e a RH-V com o maior número de pessoas afetadas. No elevado número total de vítimas fatais, além da RH-IV, destaca-se também a RH-VII, ambas com a maior parte das mortes ocorridas no período, especialmente devido ao megadesastre de jan/2011.

Tabela 3.5.2.1: Número de ocorrências de deslizamentos e danos humanos resultantes, por Região Hidrográfica do estado do Rio de Janeiro, no período 2000-2012.

RH	Nome	número de ocorrências *	pessoas fora de casa **		mortes	pessoas afetadas
			total	nº médio / ocorrência		
RH-I	Baía da Ilha Grande	13	6.705	516	87	196.977
RH-II	Guandu	30	5.238	175	5	95.267
RH-III	Médio Paraíba do Sul	42	28.682	683	8	244.550
RH-IV	Piabanha	42	40.419	962	644	632.227
RH-V	Baía de Guanabara	73	101.169	1.386	309	1.616.439
RH-VI	Lagos São João	10	1.529	153	1	31.829
RH-VII	Dois Rios	40	40.291	1.007	471	384.042
RH-VIII	Macaé e das Ostras	1	166	166	0	85.273
RH-IX	Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	60	135.990	2.267	17	378.152
Total - 80 municípios		311	360.189	1.158	1.542	3.664.756

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. * soma das ocorrências tipificadas no grupo de Deslizamentos com as ocorrências tipificadas no grupo Inundações e Deslizamentos. ** fora de casa = pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas.

No Volume 2 deste relatório são apresentados os dados detalhados das ocorrências de desastres com deslizamentos, por município, RH, tipo de desastre, nos 13 anos do período 2000-2012.

É importante lembrar que, ao somar os dados das ocorrências do grupo "Deslizamentos" com o grupo "Inundações e Deslizamentos", todos os danos humanos que tenham sido causados apenas pelas inundações, neste segundo grupo, estão sendo inevitavelmente incorporados. Portanto, com exceção das mortes, que, em maioria, são causadas por deslizamentos (mesmo indiretamente, nas enxurradas, cujos volumes e velocidades são influenciados pelo material deslocado por deslizamentos das encostas), os valores de pessoas fora de casa e pessoas afetadas pelos desastres podem estar bem acima dos valores reais dos danos causados diretamente por deslizamentos.

Cabe ainda aplicar, ao resultados da soma dos grupos de desastres com deslizamentos, a análise de criticidade das ocorrências nos municípios, comparando-os com a hierarquia dada pelos municípios que consideram os deslizamentos entre as 5 principais ameaças de desastres naturais, segundo o Mapa de Ameaças elaborado pela Escola de Defesa Civil (ESDEC, 2012), conforme explicado no item 2.4.2.

Os oito níveis de criticidade do conjunto de ocorrências de deslizamentos de 2000-2012 foram identificados segundo critérios definidos visando obter uma escala integradora dos indicadores de número e danos humanos das ocorrências. No item 2.4.7 deste relatório, esses critérios e os dados exclusivos da avaliação de criticidade do grupo Deslizamentos já foram apresentados, incluindo a soma destes com os dados dos grupos que abrangem ocorrências de inundações, para expressar a criticidade conjunta dos desastres naturais mais comuns e mais trágicos no estado - inundações e deslizamentos.

Neste item, a análise de criticidade utiliza os dados das ocorrências de deslizamentos exclusivas (grupo Deslizamentos) somados aos dados das ocorrências mistas (do grupo Inundações e Deslizamentos). Na tabela 3.5.2.2, a seguir, são apresentados os intervalos de valores para cada nível de criticidade, com os números de municípios identificados em cada nível final resultante da soma dos dados dos referidos grupos.

Observa-se que a maior parte dos 80 municípios com ocorrências de deslizamentos teve menos de três desastres no período e menos de 10 mortes. No entanto, é grande o número de municípios nos níveis mais críticos do indicador "pessoas fora de casa", destacando-se os 21 municípios nos quais os desastres do período registraram, em cada, um total superior a 5.000 pessoas fora de casa (níveis 6, 7 e 8). A última coluna da tabela 3.5.2 mostra o número de municípios em cada nível final de criticidade, que resulta da análise integrada dos níveis dos três indicadores.

Tabela 3.5.2.2: Intervalo e número de municípios, por nível de criticidade, por indicador das ocorrências com deslizamentos no estado do RJ, de 2000 a 2012.

Níveis de criticidade	nº ocorrências *		pessoas fora de casa**		mortes		nível final
	intervalos	nº mun.	intervalos	nº mun.	intervalos	nº mun.	nº mun.
nível 1	1 a 3	47	1 a 100	11	1 a 10	30	9
nível 2	4 a 6	21	100 a 500	19	10 a 20	1	21
nível 3	7 a 9	7	500 a 1.000	11	20 a 30	1	18
nível 4	10 a 12	3	1.000 a 2.000	11	30 a 50	1	13
nível 5	13 a 15	1	2.000 a 5.000	7	50 a 100	2	11
nível 6	16 a 18	0	5.000 a 10.000	10	100 a 200	2	1
nível 7	19 a 21	1	10.000 a 20.000	8	200 a 300	0	5
nível 8	21 a 25	0	20.000 a 100.000	3	300 a 500	2	2
Total	1 a 25	80	1 a 100.000	80	1 a 500	39	80

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. * soma das ocorrências tipificadas no grupo de Deslizamentos com as ocorrências tipificadas no grupo Inundações e Deslizamentos. ** fora de casa = pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas.

Na figura 3.5.2.1, a seguir, consta a distribuição dos níveis finais de criticidade em todos os municípios. Como mais críticos, observam-se os seguintes: no nível máximo (nível 8), Petrópolis e Teresópolis, da RH-IV; no nível 7, Angra dos Reis (RH-I), Nova Friburgo (RH-VII) e três da RH-V - Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo. Esses municípios nos níveis 7 e 8 registraram pelo menos 2 indicadores com valores totais muito elevados. Nos níveis 5 e 6, com pelo menos 1 indicador com valores muito altos, estão: no nível 6, apenas Bom Jesus do Itabapoana (RH-IX); no nível 5, Barra Mansa e Barra do Piraí, da RH-III, Sumidouro, da RH-IV, Belford Roxo e Duque de Caxias, da RH-V, São Fidélis (RH-VII) e Campos dos Goytacazes, Laje do Muriaé, Miracema, Porciúncula e Santo Antônio de Pádua, da RH-IX. Todos os 11 municípios no nível 5 estão nos níveis mais altos para o indicador "pessoas fora de casa", ou seja, registraram mais de 5.000 pessoas fora de casa, destacando-se Campos dos Goytacazes (cerca de 60.000). Com relação às vítimas fatais no nível 5, destaca-se Sumidouro (36 mortes).

Ao comparar os níveis de criticidade com a hierarquia de ameaças por deslizamentos, do Mapa de Ameaças Naturais (figura 3.5.2.2), destaca-se que: todos os municípios nos níveis 7 e 8 de criticidade têm os deslizamentos como 1ª ameaça, com exceção de São Gonçalo. Para Bom Jesus do Itabapoana (nível 6), os deslizamentos são a 3ª ameaça. No nível 5, somente em Barra do Piraí os deslizamentos são a 1ª ameaça. Campos dos Goytacazes tem os deslizamentos como última das 5 principais ameaças. Em alguns municípios pesam os registros de pessoas fora de casa por desastres tipificados como enxurradas ou enchentes com deslizamentos "embutidos". Em São Gonçalo, ressalta-se que 12 das 15 ocorrências foram de deslizamentos tipificados como tal e apenas 3 ocorrências mistas (inundações e deslizamentos), sendo que estas 3 somam 99% do total de pessoas fora de casa neste município, no período 2000-2012.

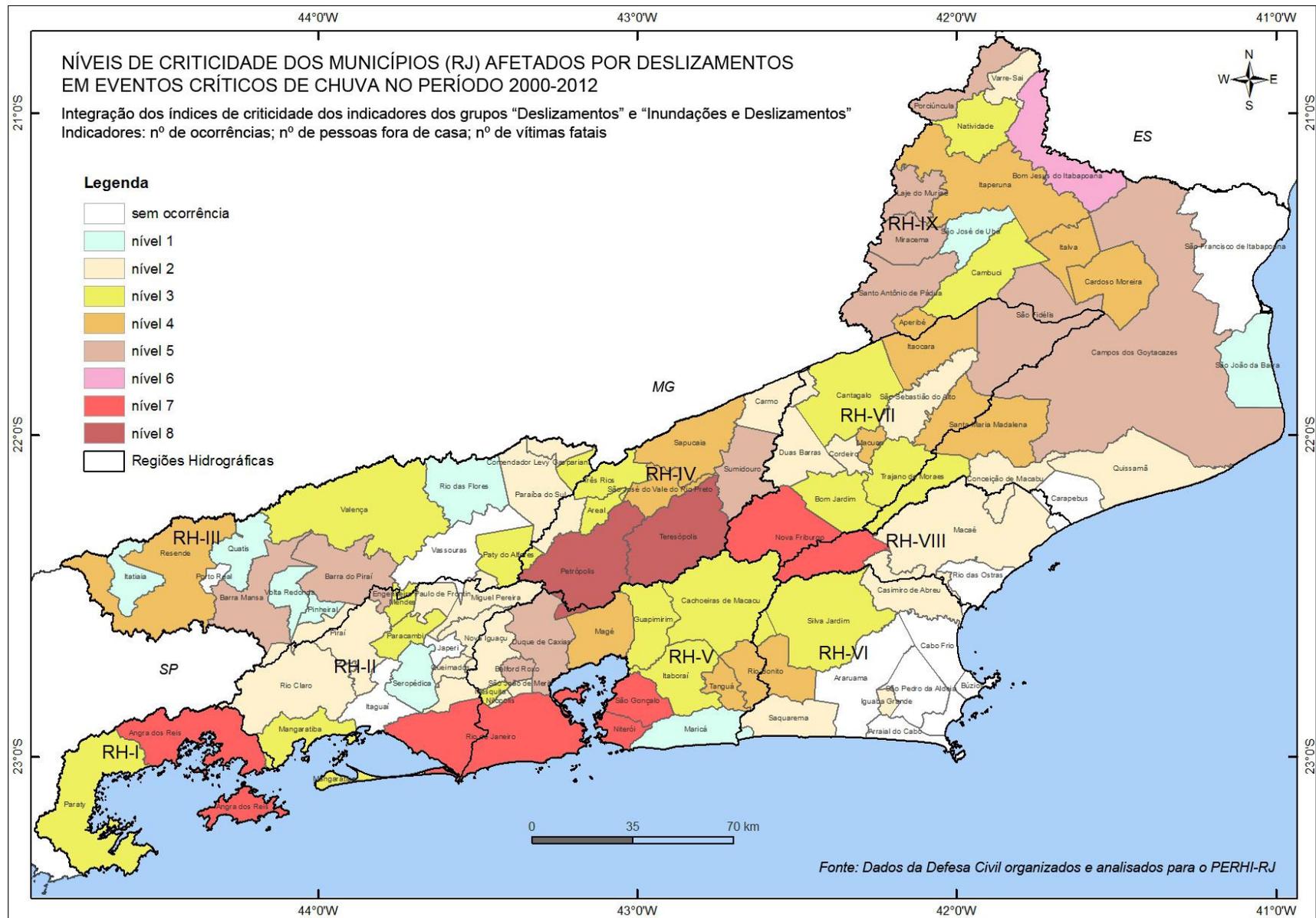


Figura 3.5.2.1 - Níveis de criticidade nos municípios afetados por desastres com deslizamentos no período 2000-2012.

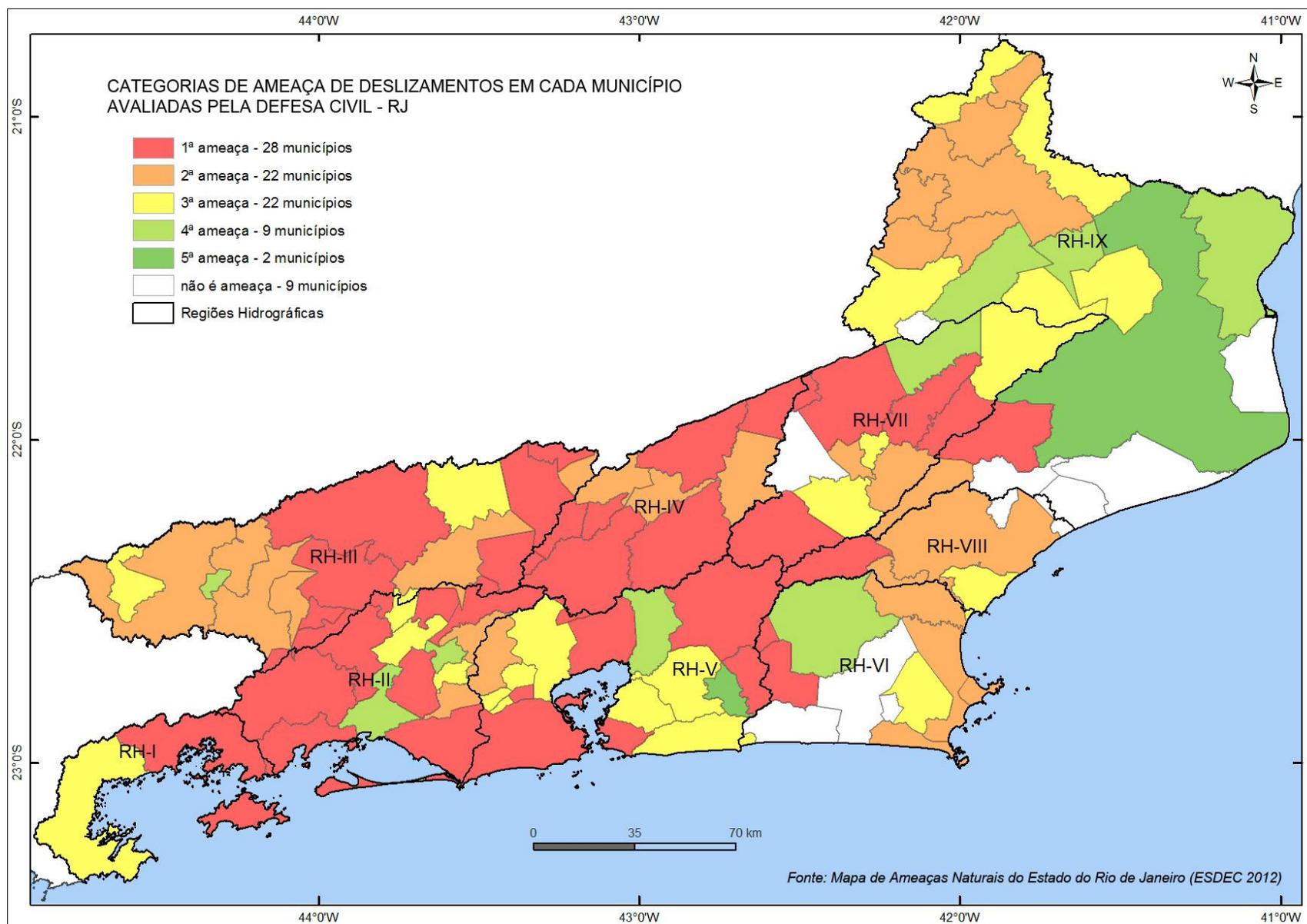


Figura 3.5.2.2 - Ameaças de desastres com deslizamentos, conforme hierarquizadas entre as 5 principais (Fonte: Defesa Civil - RJ 2012).

Por outro lado, vários municípios em níveis mais baixos de criticidade consideram os deslizamentos como a 1ª ameaça entre os outros tipos de desastre natural. Como mostra a tabela 3.5.2.3, em seguida, mais da metade dos 28 municípios que avaliam os deslizamentos como 1ª ameaça, estão nos níveis mais baixos de criticidade (1 a 3). Observa-se ainda que, entre os 12 municípios sem ocorrências de deslizamentos no período, há 4 municípios que consideram os deslizamentos a 2ª ameaça, outros 2 que consideram a 3ª ameaça e ainda 4 que consideram a 4ª ameaça.

Tabela 3.5.2.3: Níveis finais de criticidade, totais dos indicadores e hierarquia de ameaças.

Níveis de criticidade		Totais dos indicadores *			Nº de municípios na hierarquia de ameaças					
Níveis	nº municípios	ocorr.	fora de casa **	mortes	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	outras
zero	12	-	-	-	0	4	2	4	0	2
nível 1	9	9	270	0	2	3	3	0	0	1
nível 2	21	49	7.869	15	9	5	2	0	0	5
nível 3	18	67	20.593	20	6	3	6	3	0	0
nível 4	13	55	46.060	43	4	3	2	2	1	1
nível 5	11	47	148.519	60	1	4	5	0	1	0
nível 6	1	10	7.417	3	0	0	1	0	0	0
nível 7	5	44	97.149	821	4	0	1	0	0	0
nível 8	2	30	32.312	580	2	0	0	0	0	0
Total	92	311	360.189	1.542	28	22	22	9	2	9

Fonte: Registros da Defesa Civil de ocorrências do período 2000-2012 e dados do Mapa de Ameaças Naturais do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC 2012) organizados e analisados neste estudo. * soma das ocorrências tipificadas no grupo de Deslizamentos com as ocorrências tipificadas no grupo Inundações e Deslizamentos. ** fora de casa = pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas.

A tabela 3.5.2.4 mostra os valores médios de cada indicador por nível final de criticidade dos municípios quanto aos totais de ocorrências e danos humanos por deslizamentos.

Tabela 3.5.2.4: Níveis finais de criticidade, com intervalos das somas dos níveis e valores médios dos indicadores.

Níveis de criticidade	Intervalos da soma	nº municípios	médias = indicadores / nº município		
			nº ocorr	fora de casa	mortes
nível 1	1 ou 2	9	1	30	0
nível 2	3 ou 4	21	2	375	1
nível 3	5 ou 6	18	4	1.144	1
nível 4	7 ou 8	13	4	3.543	3
nível 5	9 ou 10	11	4	13.502	5
nível 6	11 a 13	1	10	7.417	3
nível 7	14 a 17	5	9	19.430	164
nível 8	18 a 21	2	15	16.156	290
Total	1 - 21	80	4	4.502	19

Fonte: Dados da Defesa Civil organizados e analisados neste estudo. * soma das ocorrências tipificadas no grupo de Deslizamentos com as ocorrências tipificadas no grupo Inundações e Deslizamentos. ** fora de casa = pessoas desalojadas, desabrigadas e/ou deslocadas.

Os dados por município estão na tabela 3.5.2.5, a seguir, organizados por Região Hidrográfica. Constam os valores dos indicadores, os respectivos níveis e o nível final resultante da soma dos indicadores, além das categorias de ameaça correspondentes.

Tabela 3.5.5: 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	N	nv_N	FC	nv_FC	VT	nv_VT	nível final	ameaça
I	Angra dos Reis	11	4	5.519	6	87	5	7	1
I	Paraty	2	1	1.186	4	0	0	3	3
II	Engenheiro Paulo de Frontin	2	1	420	2	3	1	2	1
II	Itaguaí	0	0	0	0	0	0	0	4
II	Japeri	0	0	0	0	0	0	0	4
II	Mangaratiba	8	3	340	2	0	0	3	1
II	Mendes	3	1	2.816	5	0	0	3	3
II	Paracambi	2	1	682	3	2	1	3	3
II	Piraí	5	2	424	2	0	0	2	1
II	Queimados	3	1	189	2	0	0	2	3
II	Rio Claro	6	2	354	2	0	0	2	1
II	Seropédica	1	1	13	1	0	0	1	1
III	Barra do Piraí	7	3	12.351	7	0	0	5	1
III	Barra Mansa	5	2	9.306	6	1	1	5	2
III	Com. Levy Gasparian	3	1	928	3	0	0	2	1
III	Itatiaia	1	1	63	1	0	0	1	3
III	Miguel Pereira	3	1	301	2	2	1	2	1
III	Paraíba do Sul	2	1	492	2	0	0	2	1
III	Paty do Alferes	7	3	720	3	0	0	3	1
III	Pinheiral	1	1	44	1	0	0	1	1
III	Porto Real	0	0	0	0	0	0	0	4
III	Quatis	1	1	68	1	0	0	1	2
III	Resende	3	1	2.268	5	1	1	4	2
III	Rio das Flores	1	1	15	1	0	0	1	3
III	Três Rios	3	1	1.749	4	0	0	3	2
III	Valença	4	2	355	2	4	1	3	1
III	Vassouras	0	0	0	0	0	0	0	2
III	Volta Redonda	1	1	22	1	0	0	1	2
IV	Areal	3	1	2.710	5	0	0	3	1
IV	Carmo	1	1	456	2	0	0	2	1
IV	Petrópolis	21	7	15.982	7	152	6	8	1
IV	S José do Vale do Rio Preto	2	1	3.104	5	5	1	4	2
IV	Sapucaia	4	2	730	3	23	3	4	1
IV	Sumidouro	2	1	1.107	4	36	4	5	2
IV	Teresópolis	9	3	16.330	7	428	8	8	1
V	Belford Roxo	5	2	7.238	6	2	1	5	3
V	Cachoeiras de Macacu	3	1	837	3	2	1	3	1
V	Duque de Caxias	4	2	9.841	6	9	1	5	3
V	Guapimirim	7	3	14	1	3	1	3	4
V	Itaboraí	1	1	1.624	4	0	0	3	3
V	Magé	4	2	1.286	4	7	1	4	1
V	Maricá	1	1	32	1	0	0	1	3
V	Mesquita	2	1	1.126	4	1	1	3	3
V	Nilópolis	2	1	60	1	1	1	2	3
V	Niterói	4	2	11.853	7	177	6	7	1
V	Nova Iguaçu	3	1	494	2	6	1	2	2
V	Rio Bonito	6	2	1.633	4	3	1	4	1
V	Rio de Janeiro	11	4	5.692	6	80	5	7	1

RH	Município	N	nv_N	FC	nv_FC	VT	nv_VT	nível final	ameaça
V	São Gonçalo	15	5	53.061	8	17	2	7	3
V	São João de Meriti	2	1	102	2	1	1	2	1
V	Tanguá	3	1	6.276	6	0	0	4	5
VI	Araruama	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	Arraial do Cabo	0	0	0	0	0	0	0	2
VI	Búzios	0	0	0	0	0	0	0	2
VI	Cabo Frio	0	0	0	0	0	0	0	2
VI	Casimiro de Abreu	2	1	421	2	1	1	2	2
VI	Iguaba Grande	1	1	192	2	0	0	2	0
VI	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	3
VI	Saquarema	2	1	337	2	0	0	2	0
VI	Silva Jardim	5	2	579	3	0	0	3	4
VII	Bom Jardim	1	1	1.818	4	5	1	3	3
VII	Cantagalo	3	1	1.238	4	2	1	3	1
VII	Cordeiro	2	1	385	2	0	0	2	2
VII	Duas Barras	1	1	160	2	0	0	2	0
VII	Itaocara	3	1	7.553	6	0	0	4	4
VII	Macuco	8	3	679	3	1	1	4	3
VII	Nova Friburgo	3	1	21.024	8	460	8	7	1
VII	Santa Maria Madalena	7	3	1.226	4	1	1	4	1
VII	São Fidélis	4	2	5.300	6	1	1	5	3
VII	São Sebastião do Alto	3	1	144	2	1	1	2	1
VII	Trajano de Moraes	5	2	764	3	0	0	3	2
VIII	Macaé	1	1	166	2	0	0	2	2
VIII	Rio das Ostras	0	0	0	0	0	0	0	3
IX	Aperibé	4	2	4.221	5	0	0	4	0
IX	Bom Jesus do Itabapoana	10	4	7.417	6	3	1	6	3
IX	Cambuci	2	1	687	3	1	1	3	4
IX	Campos dos Goytacazes	3	1	59.489	8	4	1	5	5
IX	Carapebus	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	Cardoso Moreira	4	2	2.700	5	2	1	4	3
IX	Conceição de Macabu	2	1	964	3	0	0	2	0
IX	Italva	5	2	3.628	5	0	0	4	4
IX	Itaperuna	2	1	10.756	7	0	0	4	2
IX	Laje do Muriaé	4	2	8.550	6	1	1	5	2
IX	Miracema	5	2	10.431	7	0	0	5	2
IX	Natividade	6	2	1.348	4	0	0	3	2
IX	Porciúncula	4	2	11.891	7	0	0	5	3
IX	Quissamã	1	1	514	3	0	0	2	0
IX	Santo Antônio de Pádua	4	2	13.015	7	6	1	5	3
IX	S. Francisco de Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	4
IX	São João da Barra	1	1	8	1	0	0	1	0
IX	São José de Ubá	1	1	5	1	0	0	1	2
IX	Varre-Sai	2	1	366	2	0	0	2	2
		311		360.189		1.542			

N = N° de ocorrências; nv = nível de criticidade; FC = fora de casa; VT = vítimas fatais; nível final = nível de criticidade resultante da ponderação dos 3 indicadores; ameaça = posição do município na hierarquia das 5 principais ameaças de desastres naturais (Mapa de Ameaças do Estado do Rio Janeiro, ESDEC, 2012).

3.6. Mapeamento de Áreas de 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).

No repasse dos produtos do mapeamento aos municípios, o DRM-RJ procura deixar claro o que os setores de risco iminente representam, definindo-os da seguinte maneira: "são aqueles com indícios de que um determinado tipo de escorregamento está prestes a se iniciar; são aqueles com sinais de que uma vez iniciado, este escorregamento pode alcançar outro ponto ou setor da encosta com determinado volume; são aqueles com evidências de que há elementos (pessoas e casas) ameaçados ou vulneráveis nesta área de alcance; e, finalmente, são aqueles onde certamente não há condições para que a evacuação seja possível após o início do escorregamento" (DRM, 2013).

Os mapas de risco iminente a escorregamentos apresentam, além da localização das áreas de risco, que geralmente estão no perímetro urbano principal do município, uma lista dos dados de número de casas ameaçadas e de pessoas expostas ao risco. Muitos dos setores avaliados situam-se nos bairros atingidos em eventos críticos recentes.

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, menores do que os valores divulgados em dez/2012: 1.839 setores de risco iminente, com 9.899 casas ameaçadas e 38.331 pessoas expostas, no total dos 85 municípios mapeados (DRM, 2013).

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 (item 3.5.2).

No entanto, no diagnóstico apresentado após 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 3.6.1, 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>200⁴** - Este grupo reúne os municípios com mais de 200 setores de risco iminentes 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.
- **Grupo II - 85<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 > 3m, 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<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 > 3m, junto a casas.
- **Grupo IV - 20<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 - 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 < 800mm/ano) e densidade demográfica pequena, o que faz com que o risco a escorregamentos tenha caráter pontual, restrito aos taludes pretensivos.

Não consta, no relatório (DRM, 2012), os dados de cada município, dos 67 até então mapeados, referentes a número de pessoas expostas, casas ameaçadas e setores de risco iminente. No relatório dos resultados do mapeamento do último bloco de municípios, esses dados constam somente para os 18 municípios deste bloco.

⁴ SRI - Setores de Risco Iminente.

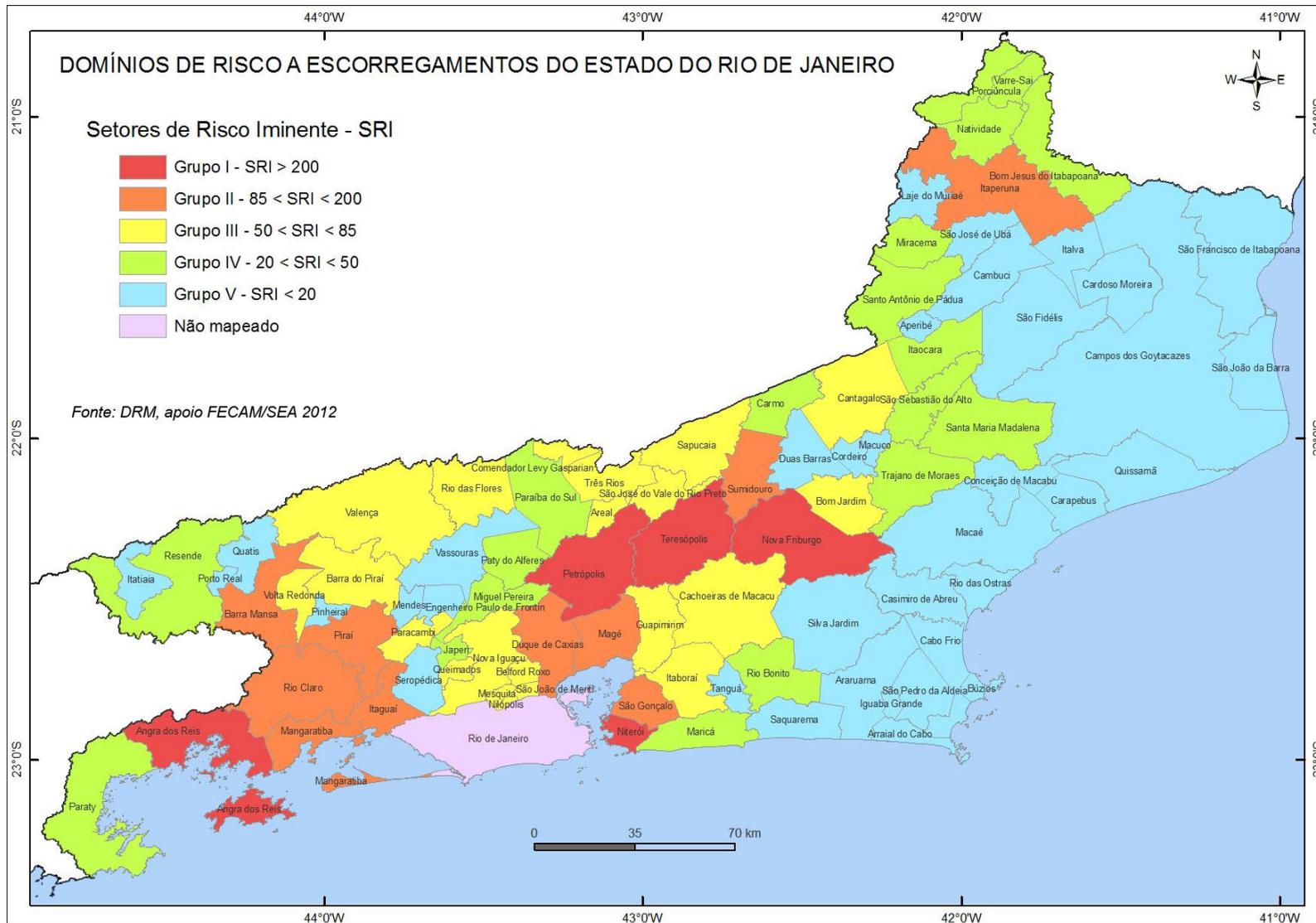


Figura 3.6.1 - Domínios de Risco a Escorregamentos no Estado do Rio de Janeiro (Fonte: DRM-RJ, 2012).

O gráfico a seguir (figura 3.6.2) compara o número de municípios identificados pelo DRM em cada grupo de risco iminente com o número total de ocorrências de deslizamentos registrados pela Defesa Civil entre 2000-2012 nesses mesmos municípios, por grupo de risco.

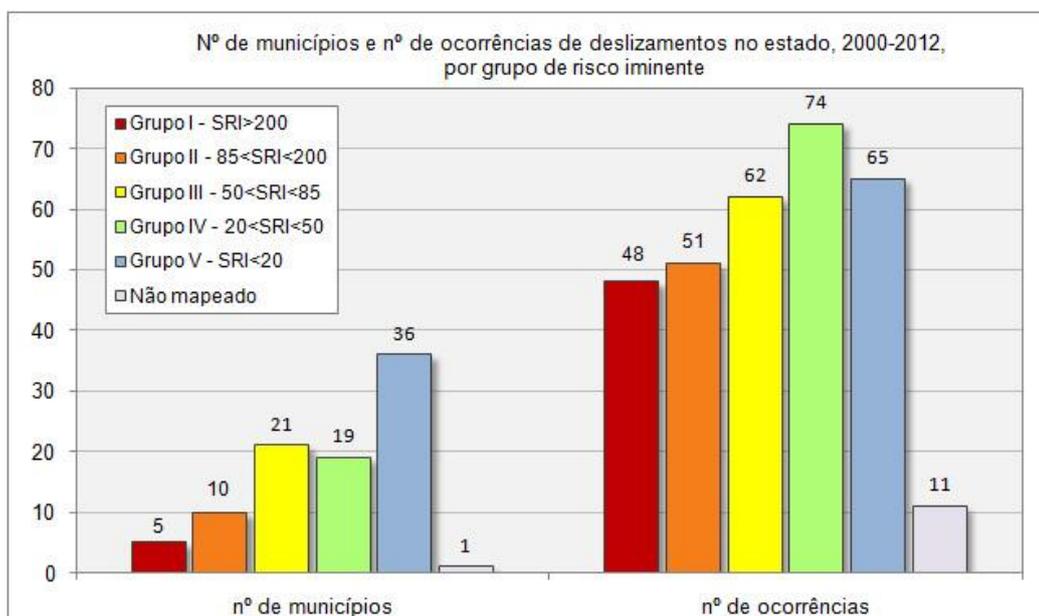


Figura 3.6.2 - Número de municípios e nº de ocorrências de deslizamentos no estado, de 2000-2012 (Defesa Civil), por grupo de risco iminente (DRM-RJ).

A distribuição mostra maiores números de ocorrências nos grupos de menor risco, porém com elevados números nos de maior risco e, em geral, em uma escala coerente, quando se observa o número médio de ocorrências por número de municípios em cada grupo de risco (tabela 3.6.3).

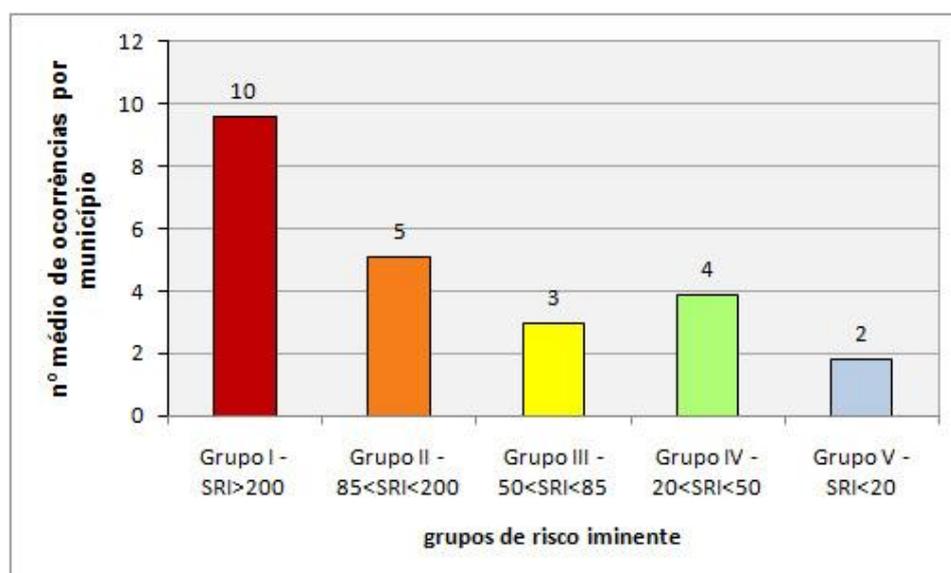


Figura 3.6.3 - Número médio de ocorrências de deslizamentos por município, por grupo de risco iminente (DRM-RJ).

É interessante observar também a distribuição dos grupos de risco iminente em relação aos níveis de criticidade analisados no item 3.5.2. Na figura 3.6.4, a seguir, observa-se uma relação mais estreita entre o grupo de maior risco (grupo I) com os níveis de maior criticidade (7 e 8). Nos demais grupos de risco iminente, as ocorrências do período aparecem em todos os níveis de criticidade e em maior número nos níveis mais baixos.

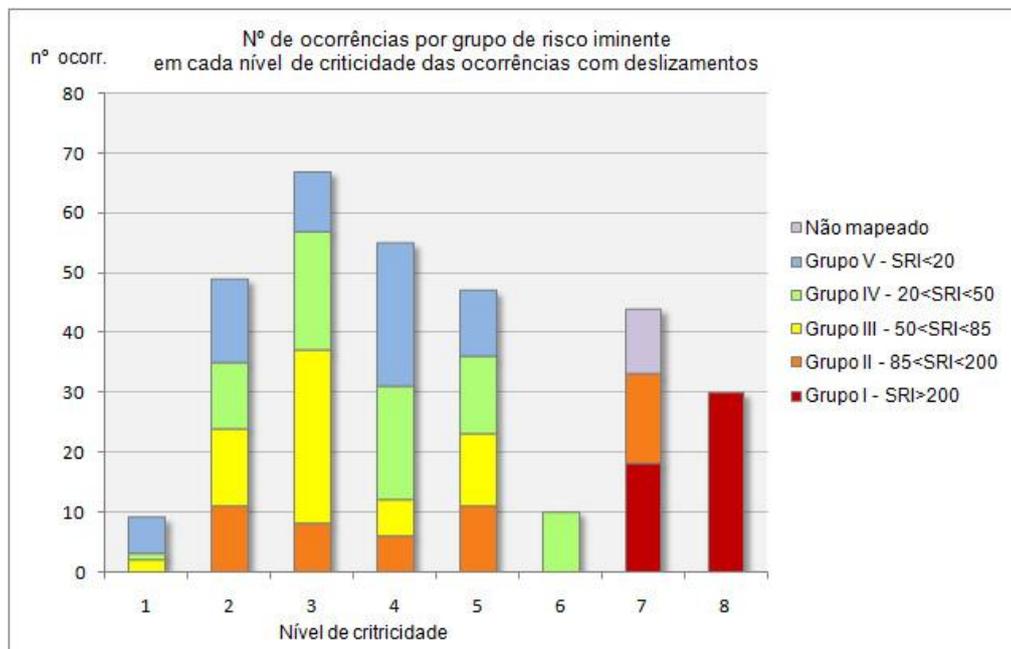


Figura 3.6.4 - Comparação dos grupos de risco iminente (DRM-RJ) com os níveis de criticidade das ocorrências de deslizamentos no estado, de 2000-2012 (Defesa Civil).

Comparando-se ainda a avaliação do DRM-RJ sobre risco iminente com a avaliação da Defesa Civil quanto à posição dos municípios em relação às ameaças de deslizamentos nas cinco categorias principais de ameaças (mapa apresentado na figura 3.5.2.2, item anterior), verifica-se que, entre os municípios que consideram os deslizamentos como 1ª ameaça, há municípios de todos os grupos de risco iminente e não necessariamente todos aqueles dos grupos de maior risco (figura 3.6.5).

Com exceção do grupo I, todo na 1ª categoria, os municípios do grupo II e do grupo III estão em quase todas as categorias. Observa-se também um grande número de municípios do grupo de menor risco iminente na 2ª categoria de ameaça.

Essas divergências na comparação com os dados de ocorrências de deslizamentos podem estar relacionadas com o peso relativo das inundações nas ocorrências mistas (inundações + deslizamentos). No entanto, não é possível desmembrar esse grupo misto. Também não é adequado comparar somente o grupo de ocorrências tipificadas somente como deslizamento, porque assim estariam subestimados os dados de municípios de alto risco iminente, como Niterói, Nova Friburgo e Angra dos Reis, que têm registros de grandes desastres com deslizamentos tipificados somente como inundações.

A comparação do mapa de grupos de risco iminente do DRM-RJ com os outros mapas apresentados neste capítulo 3, mostra que há concordâncias e há divergências. As diferentes escalas, objetivos e métodos de mapeamento justificam, em parte, as discrepâncias.

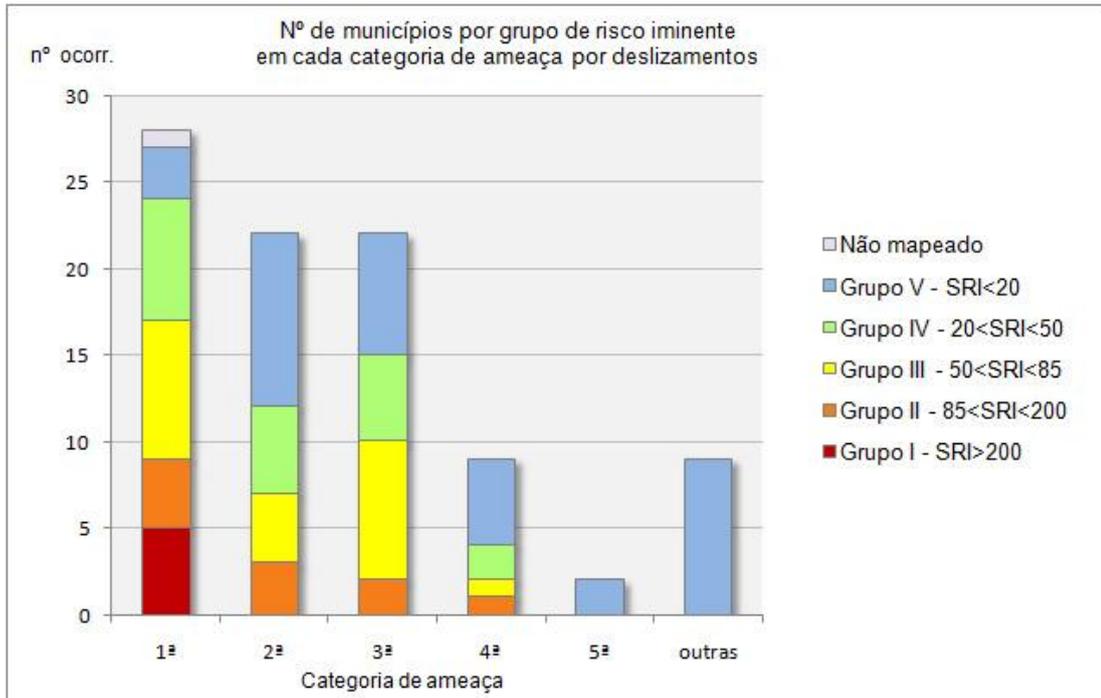


Figura 3.6.5 - Número de municípios por grupo de risco iminente (DRM-RJ) em cada categoria ou nível de ameaça de desastres naturais (Defesa Civil).

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.

De modo agravante para o cenário de vulnerabilidade a deslizamentos no estado, conforme consta no diagnóstico (DRM, 2012), com o destaque em negrito: "**a situação é crítica, principalmente quando considerado que foram apenas contabilizados os setores de risco iminente a escorregamentos**, excluindo-se, por exemplo, as situações de risco de graus diversos associado a processos mais complexos como as corridas de massa de detritos."

3.7. 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 (ou escorregamentos, ou movimentos de massa) 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, seculares, ocorrências trágicas. Muito ainda há muito 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 3.4.2) 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 e o 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-RJ, 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.

4. VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES

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 dos números 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 agrupados como "Inundações e Deslizamentos". Deve-se também ter em mente que o banco de dados da Defesa Civil não contempla a identificação cartográfica dos locais dos desastres, referidos ao município como um todo.

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.

4.2. Forma de Apresentação dos Resultados

Os resultados deste estudo de vulnerabilidade a inundações são apresentados nos itens 4.3 a 4.11, por Região Hidrográfica (RH), da seguinte forma:

- Em cada item, são apresentados dados, referentes aos municípios com sede na RH, resultantes da análise de criticidade feita no item 2.4.7 deste relatório e, em seguida, são identificadas e descritas as bacias com vulnerabilidade a inundações;
- No Anexo III são apresentadas, em mapas específicos para cada RH, os locais considerados mais críticos, no que diz respeito aos problemas relacionados às inundações em áreas urbanas;
- O Anexo IV apresenta as tabelas referentes aos itens 4.3 a 4.11, contendo a relação das drenagens identificadas como mais críticas em cada RH.

Nos mapas (Anexo III) e nas tabelas (Anexo IV) foram indicados todos os locais considerados mais críticos pelo estudo, ou seja, aqueles onde as redes de meso e macrodrenagem são mais vulneráveis às inundações, de acordo com as fontes de dados e informações obtidas.

Sempre que a base cartográfica permitiu a identificação, os cursos d'água em situação mais crítica foram representados nos mapas. Caso contrário, a identificação nos mapas correspondeu aos bairros e/ou locais onde essas drenagens críticas foram responsáveis pelas grandes inundações.

É importante que se leve em conta a escala regional do PERHI-RJ e, portanto, o recorte em relação às sub-bacias incluídas no estudo. De maneira geral, foram incluídas apenas as sub-bacias das redes de meso e macrodrenagem. Considerou-se que problemas existentes nas redes de micro drenagem não devam ser incluídos no PERHI, salvo em casos específicos que mereçam ser diferenciados. Na maioria dos casos eles decorrem da falta de manutenção das redes de microdrenagem, de urbanização implantada em níveis de assentamento muito baixos, da influência dos níveis do mar ou de qualquer outro corpo receptor. Muitas das vezes, os problemas na rede de microdrenagem são resolvidos a partir de intervenções propostas para as redes de meso e macrodrenagem.

Nos itens 4.3 a 4.11, a seguir, os dados e comentários sobre a avaliação de criticidade dos desastres registrados pela Defesa Civil no período 2000-2012 referem-se aos municípios cujas sedes estão inseridas nas respectivas RHs.

4.3. Região Hidrográfica I - Baía da Ilha Grande

A Região Hidrográfica I (Baía da Ilha Grande) abrange integralmente os territórios dos municípios de Paraty e Angra dos Reis e uma parte do município de Mangaratiba, no distrito de Conceição de Jacareí. Os núcleos urbanos das sedes municipais inseridas na RH-I, Angra dos Reis e Paraty, concentram uma população de 90.761 habitantes, segundo o Censo IBGE 2010.

As condições relativas à suscetibilidade natural a inundações são semelhantes nos municípios abrangidos pela RH-I: elevados índices pluviométricos e planícies fluviais e fluvio-marinhas próximas a encostas muito íngremes e sujeitas a efeitos sinérgicos de chuvas intensas com maré alta. No entanto, a maior taxa de ocupação do solo, o maior número de habitantes e a maior densidade populacional nos bairros tornam Angra dos

Reis o município mais vulnerável, com um histórico de maiores e mais graves ocorrências registradas pela Defesa Civil.

A análise de criticidade relativa às ocorrências do período 2000-2012 mostra que, em uma escala que varia de 1 a 8, o município de Angra dos Reis está no nível 5 e Paraty no nível 3, para ocorrências de ambos os grupos de desastres (quadro 4.3.1).

Quadro 4.3.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-I.

Município	Grupo de desastres	Ocorrências	Fora de casa	Mortes	Nível de criticidade
Angra dos Reis	Inundações	12	2.008	0	5
	Inundações e Deslizamentos	1	2.244	35	5
Paraty	Inundações	2	1.979	0	3
	Inundações e Deslizamentos	2	1.186	0	3
Total	Inundações	14	3.987	0	4 *
	Inundações e Deslizamentos	3	3.430	35	4 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

Observa-se que as mortes foram registradas somente em uma ocorrência do grupo "Inundações e Deslizamentos", no município de Angra dos Reis, e provavelmente resultaram todas ou em maior parte dos deslizamentos. Em Paraty não houve mortes mas é expressivo o número de pessoas desabrigadas, desalojadas e/ou deslocadas (fora de casa) em ambos os grupos de desastres com inundações.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.3.1 do Anexo III e na tabela 4.3.1 do Anexo IV.

4.3.1. Bacia do Rio Paraty-Mirim

A área de drenagem do rio Paraty-Mirim tem cerca de 67 km². O rio nasce no Parque Nacional da Serra da Bocaina, e se estende por aproximadamente 27 km até a sua foz na localidade de Paraty-Mirim.

Nas cheias extraordinárias, no estirão que se estende da comunidade de Patrimônio até sua última travessia da rodovia BR-101, o rio Paraty-Mirim inunda alguns núcleos urbanos, devido aos estrangulamentos produzidos por pontes subdimensionadas.

Nas grandes cheias, o curso inferior do rio extravasa, bloqueando a estrada de acesso à localidade de Paraty-Mirim.

4.3.2. Bacia do Rio Mateus Nunes

A área de drenagem do rio Mateus Nunes tem cerca de 53 km². Seus formadores são os rios do Corisco e do Corisquinho, que nascem no alto da serra da Bocaina, na divisa com o estado de São Paulo. Considerando o rio do Corisco como seu principal formador, sua extensão aproximada é de 18 km.

Nas cheias de grande porte ocorrem inundações que atingem os bairros Corisco e Pantanal. Nessas ocasiões ocorrem extravasamentos próximos a sua foz no bairro Parque Mangueira, situação que se agrava quando a cheia coincide com a elevação do nível da maré.

4.3.3. Bacia do Rio Perequê-Açu

A área de drenagem do rio Perequê-Açu tem cerca de 110 km². Seus formadores são os rios Carrasquinho, do Sertão e Toca do Ouro, cujas nascentes localizam-se na área do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Considerando-se o rio do Sertão como sendo o principal formador, sua extensão é de aproximadamente 22 km.

A bacia apresenta-se com um elevado grau de preservação e de cobertura vegetal, exceto no baixo curso do rio, onde se localizam diversos núcleos urbanos de Paraty.

As inundações nesta bacia vêm se agravando ao longo dos anos devido à expansão dos novos bairros que se desenvolvem em cotas inadequadas e próximas de suas margens no seu curso inferior, que se estende da foz do rio da Pedra Branca até o mar, num percurso de 6 km, onde se alternam trechos meandrados e segmentos retificados.

Na grande cheia de janeiro de 2009, quando uma chuva de 300 mm durante 8 horas deixou 1.000 pessoas desalojadas (segundo dados da Defesa Civil), os bairros Ponte Branca (incluindo o condomínio Princesa Isabel), Pantanal e Condado, situados a montante da rodovia BR-101, e os bairros Caborê e Jabaquara, localizados a jusante da rodovia sofreram inundações decorrentes da cheia do rio Perequê-Açu.

Cabe destacar a importância do canal Jabaquara, que tem origem em uma bifurcação na margem esquerda do rio Perequê-Açu, e o seu papel fundamental na partição das vazões de cheia, reduzindo os volumes afluentes ao trecho final do rio. Esse canal, entretanto, encontra-se totalmente assoreado e incapaz de desempenhar sua função de drenagem durante as cheias, sobrecarregando o rio Perequê-Açu.

4.3.4. Bacia do Rio Mambucaba

A área de drenagem do rio Mambucaba tem cerca de 738 km². É o maior rio da região, sua nascente se localiza no Parque Nacional da Serra da Bocaina e 52% da área da bacia estão no estado de São Paulo. No estado do Rio de Janeiro, o rio Mambucaba serve de divisa entre os municípios de Angra dos Reis e Paraty. Em todos os anos ocorrem inundações causadas pelo transbordamento do rio, que atingem o bairro Parque Mambucaba. O bairro também é afetado pelas cheias do rio Perequê.

4.3.5. Bacia do Rio Bracuí

A bacia do rio Bracuí também está em maior parte no estado de São Paulo, onde se encontram 55% de sua área total de 196 km². O bairro Bracuí está entre os mais citados com ocorrências de inundações, nos registros da Defesa Civil do período 2000-2012.

4.3.6. Bacia do Rio Areia do Pontal

A área de drenagem do rio Areia do Pontal tem cerca de 16 km² e sua extensão é de 28 km. Cerca de 90% da bacia abrangem florestas bem conservadas, nos limites do Parque Estadual Cunhambebe. O estrangulamento da seção do rio Areia do Pontal na travessia da rodovia BR-101 é responsável pelos problemas de inundação que ocorrem no bairro do Pontal.

4.3.7. Bacia do Rio Japuíba

A área de drenagem do rio Japuíba tem cerca de 37 km² e seus formadores são os rios Banqueta e Cabo Severino. Este rio é o principal manancial de abastecimento de água da cidade de Angra dos Reis. Os problemas de inundações acontecem no bairro Vila Nova, no baixo curso do rio Japuíba, local de grande concentração urbana da bacia.

4.4. Região Hidrográfica II - Guandu

A Região Hidrográfica II (Guandu) abrange integralmente os territórios dos municípios de Itaguaí, Seropédica, Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Queimados e parcialmente os municípios de Mangaratiba, Rio Claro, Piraí, Nova Iguaçu, Miguel Pereira, Mendes, Barra do Piraí e Vassouras. A população residente nos núcleos urbanos das sedes municipais desta RH é de 1.595.007 habitantes, segundo o Censo IBGE 2010.

No período 2000-2012 houve 35 ocorrências com inundações, que deixaram 16.962 pessoas fora de casa e 5 mortas. Os municípios mais críticos no grupo "Inundações" foram Mangaratiba e Seropédica e no grupo "Inundações e Deslizamentos" foram Mendes, Paracambi e Engenheiro Paulo de Frontin, estes dois últimos com os únicos registros de mortes, o que torna o valor médio de criticidade da RH-II neste grupo de desastres igual ao do grupo Inundações, embora tenha tido menor número de ocorrências e de pessoas fora de casa (quadro 4.4.1).

Quadro 4.4.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-II.

Município	Grupo de desastres	Ocorrências	Fora de casa	Mortes	Nível de criticidade
Engenheiro Paulo de Frontin	Inundações	0	0	0	0
	Inundações e Deslizamentos	1	261	3	2
Itaguaí	Inundações	0	0	0	0
	Inundações e Deslizamentos	0	0	0	0
Japeri	Inundações	4	1.563	0	3
	Inundações e Deslizamentos	0	0	0	0
Mangaratiba	Inundações	8	5.416	0	5
	Inundações e Deslizamentos	4	321	0	2
Mendes	Inundações	1	70	0	1
	Inundações e Deslizamentos	2	2.811	0	3
Paracambi	Inundações	2	78	0	1
	Inundações e Deslizamentos	2	682	2	3
Piraí	Inundações	1	28	0	1
	Inundações e Deslizamentos	1	126	0	2
Queimados	Inundações	4	228	0	2
	Inundações e Deslizamentos	1	169	0	2
Rio Claro	Inundações	0	0	0	0
	Inundações e Deslizamentos	2	196	0	2
Seropédica	Inundações	1	5.000	0	4
	Inundações e Deslizamentos	1	13	0	1
Total	Inundações	21	12.383	0	1,7 *
	Inundações e Deslizamentos	14	4.579	5	1,7 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.4.1 do Anexo III e na tabela 4.4.1 do Anexo IV.

4.4.1. Bacia do Rio Guandu

A área de drenagem do rio Guandu tem cerca de 1.385 km². Seus formadores são o ribeirão das Lajes e o rio Santana. O rio Guandu recebe as águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul e do rio Piraí. Com a transposição, se fez necessária a construção de diques marginais no rio Guandu para aumentar sua capacidade de vazão sem gerar extravasamentos para áreas urbanas vizinhas.

Os problemas de inundação nesta bacia ocorrem nas sub-bacias dos seguintes afluentes ao rio Guandu: rio São Pedro, valões Nova Belém e Chacrinha, que atingem o núcleo urbano de Japeri; rio dos Poços e canal Quebra Coco, que atingem o núcleo urbano de Engenheiro Pedreira e que extravasam quando ocorrem cheias de grande porte.

Nas grandes cheias, os rios Abel e Camorim transbordam provocando inundações na região central de Queimados, no Loteamento Grande Rio e nas Vilas São Francisco e Camorim.

4.4.2. Bacia do Rio dos Macacos

A área de drenagem do rio dos Macacos tem cerca de 83 km². O rio dos Macacos nasce na serra Paulo de Frontin e desenvolve-se por cerca de 16 km até a sua foz no ribeirão das Lajes, atravessando o núcleo urbano da sede municipal de Paracambi.

As áreas mais afetadas pelas inundações no núcleo urbano de Paracambi localizam-se a montante da rodovia RJ-127, no bairro de Vila Guarajuba. Outras áreas críticas a eventos de inundação estão localizadas nos bairros, Jardim Nova Era, BHN, Centro, Quilombo e Lages.

4.4.3. Bacia do Rio da Guarda

A área de drenagem do rio da Guarda tem cerca de 346 km². Seu principal formador é o valão dos Bois, cujas nascentes situam-se na serra da Cachoeira. Assume o nome de rio da Guarda após a confluência com o rio Piloto e deste ponto em diante se desenvolve ao longo de aproximadamente 7,0 km até a sua foz na baía de Sepetiba.

Nesta bacia, os problemas relativos às inundações de núcleos urbanos afetam o município de Seropédica e estão diretamente relacionados ao Valão dos Bois e ao Valão do Sangue.

Na bacia do rio da Guarda está localizado o maior polo de extração de areia do estado. Essa atividade foi responsável durante muitos anos pelo assoreamento do valão dos Bois e conseqüentemente do trecho final do rio da Guarda.

4.4.4. Bacia do Rio Guandu-Mirim

A área de drenagem do rio Guandu-Mirim tem cerca de 190 km². Seus formadores são os rios os rios da Prata do Mendanha e Guandu do Sapé.

Os problemas de inundação ocorrem na bacia do rio Campinho, afluente do rio Guandu-Mirim, que atravessa área densamente povoada da zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, onde ocorre transbordamento em eventos de chuvas de maior intensidade.

4.4.5. Bacia do Rio Piraí (a jusante da Barragem de Santana)

O trecho final do rio Piraí a jusante da Barragem de Santana, apesar de contribuir para a bacia do rio Paraíba do Sul na RH III, está considerado na RH II, segundo a divisão estadual das Regiões Hidrográficas. Neste trecho, com a construção da barragem de Santana e a redução das vazões liberadas para jusante, a calha do rio Piraí foi ocupada de forma intensa e desordenada. As construções situadas no leito do rio sofrem inundações com as cheias do rio Sacra Família ou quando ocorre liberação de vazões pela barragem de Santana.

4.5. Região Hidrográfica III - Médio Paraíba do Sul

A Região Hidrográfica III (Médio Paraíba do Sul) abrange integralmente os territórios dos municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian, e parcialmente os territórios dos municípios de Rio Claro, Piraí, Mendes, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios. Os núcleos urbanos das sedes municipais desta RH concentram uma população de 860.632 habitantes (IBGE, Censo Demográfico de 2010).

No período 2000-2012 houve 60 ocorrências com inundações, que deixaram 32.944 pessoas fora de casa e 7 mortas. Os municípios mais críticos no grupo Inundações foram Barra Mansa, Paraíba do Sul e Três Rios, todos no nível 4 de criticidade. No grupo Inundações e Deslizamentos os mais críticos foram Barra do Piraí e Resende, também nível 4, seguidos por Barra Mansa e Três Rios, nível 3 (quadro 4.5.1).

Quadro 4.5.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-III.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Barra do Piraí	Inundações	2	786	0	2
	Inund. e Deslizamentos	5	7.344	0	4
Barra Mansa	Inundações	6	9.951	0	4
	Inund. e Deslizamentos	3	1.135	1	3
Comendador Levy Gasparian	Inundações	1	0	0	1
	Inund. e Deslizamentos	2	928	0	2
Itatiaia	Inundações	1	72	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	63	0	1
Miguel Pereira	Inundações	1	47	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	149	1	2
Paraíba do Sul	Inundações	6	3.773	0	4
	Inund. e Deslizamentos	2	492	0	2
Paty do Alferes	Inundações	4	596	0	3
	Inund. e Deslizamentos	2	481	0	2
Pinheiral	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	44	0	1
Porto Real	Inundações	2	26	0	1
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Quatis	Inundações	1	2	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	68	0	1
Resende	Inundações	1	0	0	1
	Inund. e Deslizamentos	3	2.268	1	4
Rio das Flores	Inundações	1	52	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	15	0	1
Três Rios	Inundações	5	2.757	0	4
	Inund. e Deslizamentos	2	1.599	0	3
Valença	Inundações	3	25	0	1
	Inund. e Deslizamentos	2	271	4	2
Vassouras	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Volta Redonda	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Total	Inundações	34	18.087	0	1,56 *
	Inund. e Deslizamentos	26	14.857	7	1,75 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

Tal como nas RHs I e II, as mortes só ocorreram nos desastres do grupo "Inundações e Deslizamentos", o que torna o valor médio de criticidade deste grupo um pouco maior.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.5.1 do Anexo III e na tabela 4.5.1 do Anexo IV.

4.5.1. Bacia do Rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul é o rio federal de maior importância para o estado do Rio de Janeiro. Suas nascentes estão localizadas no reverso da Serra do Mar, no estado de São Paulo, e o rio atinge o estado do Rio de Janeiro no seu trecho médio, onde o escoamento praticamente se inicia com a vazão regularizada pelo reservatório da UHE Funil. Ao longo do seu percurso no estirão fluvial da RH III, que se estende da barragem da UHE Funil até a confluência com os rios Paraibuna e Piabanha, em Três Rios, o rio Paraíba do Sul atravessa as cidades de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda, Barra do Piraí, Paraíba do Sul e Três Rios.

Cabe registrar, nesta RH, a excepcionalidade da cheia ocorrida em janeiro de 2000, que provocou inundações dos centros urbanos ribeirinhos da bacia, com danos vultuosos nas cidades de Barra Mansa, Volta Redonda e Barra do Piraí. Nesse evento, as cidades de Itatiaia e de Resende não apresentaram problemas significativos de inundações, o que pode ser creditado à retenção dos afluxos de montante pelo reservatório da UHE de Funil. As inundações na cidade de Três Rios, onde as precipitações em suas bacias de contribuição foram fracas, foram atribuídas ao refluxo da rede de microdrenagem devido ao represamento de seus trechos finais remansados pelo rio Paraíba do Sul.

4.5.2. Bacia do Córrego Santo Antônio

A área de drenagem do rio Santo Antônio (ou córrego da Cazunga) tem cerca de 22 km². Tem suas nascentes no Parque Nacional de Itatiaia e a sua foz na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Itatiaia.

O rio se desenvolve em região com características essencialmente rurais até o local de travessia da rodovia Presidente Dutra, quando passa a escoar no núcleo urbano de Itatiaia.

No estirão urbano do rio, o seu curso apresenta uma configuração bastante sinuosa com curvas de raio curto, em um trecho problemático, onde ocorrem transbordamentos e alagamento das áreas marginais, situação que tem acontecido com maior frequência nos últimos anos, trazendo prejuízos à população dos bairros ribeirinhos e entaves à circulação de veículos nas vias de acesso ao centro da cidade.

4.5.3. Canal Periférico e Canal Central / Ribeirão Preto

Estes três cursos de água em conjunto formam o sistema de macrodrenagem da região chamada de Grande Alegria, situada a sudoeste da cidade de Resende. Na última década, essa região passou por um processo de adensamento na ocupação do solo urbano e crescimento das áreas ocupadas nas partes mais altas das bacias e atualmente ocupa uma área cujas dimensões se equiparam ao núcleo central da cidade de Resende.

O canal Periférico, cuja área de drenagem é de cerca de 4,2 km², foi concebido para escoar uma parcela substancial das vazões de cheia que, originalmente, eram conduzidas à bacia do canal Central / Ribeirão Preto. Em dezembro de 1999, este sistema já se apresentava ineficiente para absorver vazões de cheias na bacia, segundo um estudo desenvolvido pela COPPE⁵, que apontava, dentre outras alternativas para a redução das enchentes, a limitação de vazões conduzidas para o canal Periférico.

A região da sub-bacia do canal Central/Ribeirão Preto já se apresentava, há mais de dez anos, sujeita a problemas de inundações frequentes, que resultavam em prejuízos materiais e interferiam na qualidade de vida dos moradores.

Os locais mais afetados pelas inundações localizam-se nos bairros da Cidade Alegria, de Itapuca e da Baixada da Olaria.

4.5.4. Bacia do Rio Sesmaria

A área de drenagem do rio Sesmaria tem cerca de 150 km², e suas nascentes localizam-se no município de São José do Barreiro, no estado de São Paulo, próximo à divisa com o estado do Rio de Janeiro. O rio Sesmaria desenvolve-se em área rural numa extensão de cerca de 16 km até chegar à cidade de Resende, que o rio atravessa em seu estirão final, com cerca de 2,7 km de extensão até a foz, localizada na margem direita do rio Paraíba do Sul.

Nos últimos anos, a cidade de Resende tem sofrido com as enchentes do rio Sesmaria, afetando os bairros ribeirinhos de Parque Ipiranga, Jardim Brasília, Barbosa Lima e Jalisco. Nos eventos de março e de dezembro de 2010, dezenas de ruas e residências ficaram debaixo d'água, deixando moradores ilhados além de abalar estruturas de pontes, prédios e casas.

Encontram-se em andamento obras de retificação, dragagem e implantação de muros de contenção no estirão do rio que atravessa a cidade de Resende.

⁵ PQA/PS-RE-37 - Complementação dos Componentes de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana/Relatório de Consolidação - Sub-Região A/Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ

4.5.5. Bacia do Rio Bananal

A área de drenagem do rio Bananal tem cerca de 528 km². É a sub-bacia de maior porte dentre os afluentes do Paraíba do Sul que atravessam áreas urbanas da RH III. O rio Bananal tem sua nascente no estado de São Paulo e sua foz na margem direita do rio Paraíba do Sul, no município de Barra Mansa. Faz-se necessário melhorar as condições de confluência entre os rios Bananal e Paraíba do Sul, que apresenta angulação indevida, de modo a favorecer o escoamento de ambos.

A vazão média anual do rio Bananal é de 7 m³/s, porém, estudos já realizados mostram que nas grandes cheias a vazão pode superar 250 m³/s, afetando as populações que se estabeleceram nas suas áreas marginais, que se constituem em um dos principais vetores de expansão urbana da cidade de Barra Mansa a montante da rodovia Presidente Dutra.

Os locais afetados pelas inundações do rio Bananal estão localizados nas proximidades da rodovia Presidente Dutra e também junto a sua foz. No estirão próximo à foz, as inundações são influenciadas pelo remanso das águas do rio Paraíba do Sul e atingem o bairro Vila Maria, local densamente povoado, na margem esquerda, e o bairro Saudade, localizado numa área baixa na margem direita. Outro local que sofre com as cheias do rio é o bairro Santa Maria II, localizado na margem esquerda a montante da rodovia Presidente Dutra, onde o nível de água superou a altura de 2 metros na enchente de 2000⁶.

Existe um projeto para controle de enchentes na bacia do rio Bananal, desenvolvido pela HD – Planejamento e Consultoria para o INEA, em dezembro de 2011, denominado “Estudos e Projetos para Controle de Enchentes e Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Bananal em Barra Mansa, RJ”.

4.5.6. Bacia do Rio Bocaina

A área de drenagem do rio Bocaina tem cerca de 210 km². O rio Bocaina nasce na serra da Carioca, pertencente à Serra do Mar, no município de Bananal - SP e se desenvolve até a foz no rio Paraíba do Sul, no município de Barra Mansa - RJ, percorrendo aproximadamente 41 km.

Problemas de inundações nesta bacia têm ocorrido com maior frequência nos últimos anos, afetando os bairros de Bocaininha e Siderlândia.

4.5.7. Bacia do Córrego Cotiara

O córrego Cotiara tem a sua nascente no bairro São Genaro em Barra Mansa e percorre de cerca de 10 km até a sua foz na margem direita no rio Paraíba do Sul.

Os maiores problemas desta bacia são observados no estirão urbano que se situa no trecho que vai da foz até montante da rodovia Presidente Dutra, onde as áreas marginais do curso d'água encontram-se intensamente ocupadas por construções residenciais que reduzem a seção de escoamento.

⁶ BN-PB-IL-VF - Relatório de Inspeção Local e Coleta de Dados e Informações - Estudos e Projetos Para Controle de Cheias e Recuperação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Bananal em Barra Mansa-RJ

Faz-se necessária a recuperação da faixa “*non aedificandi*” ao longo do curso d’água, dragagem do leito e estabilização das margens com contenções localizadas, para uma redução mais expressiva das médias e da frequência das inundações.

4.5.8. Bacia do Rio Barra Mansa

A área de drenagem do rio Barra Mansa tem cerca de 103 km². O rio tem sua nascente na serra da Carioca, próximo ao limite dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo e a sua foz no rio Paraíba do Sul, na cidade de Barra Mansa. À semelhança do rio Bananal, as suas margens são um vetor de expansão urbana da cidade de Barra Mansa, que se prolonga da foz para montante numa extensão de cerca de 6 km.

Nesse estirão, submetido a uma intensa ocupação de suas margens, cheias de grande porte ocorrem com frequência quase anual e chegam a superar em 1,0 m o greide da rua marginal, o que se constitui em fator de grande risco para as casas construídas às margens do rio, trazendo grandes prejuízos à população residente. Estudos e projetos já realizados para a bacia do rio Barra Mansa apontam para a necessidade de uma desocupação em massa de suas margens.

Os locais mais castigados, afetados com uma periodicidade anual pelas inundações do rio, localizam-se nas faixas marginais no trecho a montante da rodovia Presidente Dutra, nos bairros Nova Esperança e São Luís e a jusante da rodovia Presidente Dutra no bairro Boa Sorte.

Existe um projeto para controle de enchentes na bacia do rio Barra Mansa, desenvolvido pela HD – Planejamento e Consultoria, para o INEA, em outubro de 2011, denominado “Estudos para Controle de Cheias e Recuperação Ambiental das Bacias do Rio Barra Mansa e Córrego Vila Elmira - Município de Barra Mansa – RJ”.

4.5.9. Bacia do Ribeirão Brandão

O Ribeirão Brandão é um córrego cuja nascente localiza-se em Getulândia, no município de Rio Claro e se desenvolve no sentido norte para a sua foz no rio Paraíba do Sul, servindo de divisa entre Barra Mansa e Volta Redonda até as proximidades do limite urbano de Volta Redonda, cidade que atravessa até desaguar, na margem direita do rio Paraíba do Sul.

No estirão urbano de Volta Redonda, o ribeirão Brandão recebe, na região Central, a contribuição do córrego Cachoeirinha (também conhecido como córrego Brandãozinho), ambos responsáveis pela macrodrenagem da cidade e que têm apresentado problemas de inundação.

O bairro de Santa Cecília tem sido o mais castigado, com os extravasamentos do nível de água superando significativamente o greide das ruas. Nos últimos eventos de cheias também foram afetados os bairros de Sessenta e Siderópolis, onde o nível de água atingiu e chegou a ultrapassar os tabuleiros das pontes existentes.

4.5.10. Bacia do Rio Pirai

A bacia hidrográfica do rio Pirai tem a particularidade de parte expressiva de sua vazão ser desviada para a RH II, a partir da barragem de Santana. O trecho do rio Pirai a jusante da barragem contribui para a RH III apesar de sua bacia estar incluída na RH II.

O desvio das águas do rio Pirai praticamente reduziu a vazão a jusante do reservatório de Santana às contribuições do rio Sacra-Família. Esta nova condição possibilitou a ocupação das suas margens, que aconteceu de forma intensa e desordenada no estirão que vai da barragem de Santana até a sua foz na margem direita do rio Paraíba do Sul. Esse fato sujeitou as populações ribeirinhas a inundações sempre que ocorrem chuvas de maior intensidade na bacia que contribui para este trecho, ou quando se registram descargas na barragem de Santana.

A gravidade do problema é realçada pela discrepância entre a capacidade de vertimento da barragem de Santana, da ordem de 1.160 m³/s, e a capacidade de escoamento da calha do rio Pirai, onde vazões superiores a 15 m³/s são suficientes para causar consideráveis inundações. Adicionalmente, há que considerar que o rio Sacra-Família, afluente do rio Pirai pela margem direita, drena uma bacia hidrográfica com cerca de 190 km² de área e capaz de contribuir com vazões da ordem de 133 m³/s (TR=20 anos), incompatíveis com a capacidade de vazão da calha. Por este motivo, nas cheias do rio Pirai, existe hoje um maior controle da operação da barragem com redução da defluência.

A Prefeitura de Barra do Pirai em conjunto com a concessionária de energia elétrica Light iniciou, em 2011, obras na calha do rio, com o objetivo de minimizar os impactos das enchentes em épocas de chuva.

4.6. Região Hidrográfica IV - Piabanha

A Região Hidrográfica IV (Piabanha) abrange integralmente os territórios dos municípios de Areal, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Sumidouro e Sapucaia e parcialmente os territórios dos municípios de Paty do Alferes, Paraíba do Sul, Três Rios, Petrópolis e Carmo. A população residente nos núcleos urbanos localizados das sedes municipais é de 360.807 habitantes (IBGE, Censo Demográfico 2010).

Com relevo acidentado em grande parte de seus limites e montanhoso nas cidades mais povoadas (Petrópolis e Teresópolis), a RH IV (Piabanha) sofre maiores danos e frequentemente com vítimas fatais, nos desastres classificados pela Defesa Civil como "escorregamentos ou deslizamentos" e "corridas de massa". As inundações são mais graves nos eventos mais críticos de chuvas, quando se configuram as "enxurradas ou inundações bruscas", que carregam grandes quantidades de detritos e sedimentos provenientes das encostas afetadas pelos deslizamentos, o que aumenta a área alagada e o impacto da súbita elevação de nível dos rios.

No entanto, eventos menos críticos de chuva também causam enchentes e alagamentos, com transtornos e danos materiais, especialmente nos centros urbanos, tendo em vista que as cidades cresceram a partir das margens dos rios, em geral "espremidas" em vales estreitos, ocupando áreas determinadas como "não edificantes" na legislação federal e estadual em vigor, tais como as faixas marginais de proteção dos rios (FMP) e as encostas com forte declividade.

No período 2000-2012 houve 35 ocorrências com inundações, que deixaram 27.793 pessoas fora de casa e 192 mortas. A maior parte dos danos humanos foi registrada nos desastres do grupo "Inundações e Deslizamentos", no qual os municípios mais críticos foram Petrópolis (nível 7), Sumidouro (nível 5), Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto, ambos no nível 4 de criticidade (quadro 4.6.1).

Quadro 4.6.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-IV.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Areal	Inundações	1	130	0	2
	Inund. e Deslizamentos	1	2.580	0	3
Carmo	Inundações	1	21	2	2
	Inund. e Deslizamentos	1	456	0	2
Petrópolis	Inundações	4	54	3	2
	Inund. e Deslizamentos	6	15.001	140	7
São José do Vale do Rio Preto	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	2.361	4	4
Sapucaia	Inundações	3	672	0	2
	Inund. e Deslizamentos	3	330	1	2
Sumidouro	Inundações	6	555	0	3
	Inund. e Deslizamentos	2	1.107	36	5
Teresópolis	Inundações	3	272	0	2
	Inund. e Deslizamentos	3	4.254	6	4
Total	Inundações	18	1.704	5	1,86 *
	Inund. e Deslizamentos	17	26.089	187	3,86 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.6.1 do Anexo III e na tabela 4.6.1 do Anexo IV.

4.6.1. Bacia do Rio Piabanha

Com área de drenagem total de cerca de 2.065 km², o rio Piabanha nasce no município de Petrópolis e tem sua foz no rio Paraíba do Sul, no município de Três Rios. Em seu percurso, de cerca de 80 km, que recebe contribuições dos rios Quitandinha (canal do Centro), Itamaraty, Santo Antônio e Preto, entre outros.

Os núcleos urbanos principais situados na bacia do rio Piabanha localizam-se na Região Serrana do estado, sendo que os núcleos atravessados pelo rio Piabanha são as cidades de Petrópolis, Itaipava e Areal, nas quais ocorrem inundações periódicas em função das cheias do rio.

Os locais mais afetados com as cheias do rio Piabanha na travessia pela cidade de Petrópolis são os bairros de Bingen, Mosela e Centro. Nas grandes cheias, nas proximidades do hospital Santa Teresa e a jusante do entrocamento da rua Mosela, o nível do rio chega a superar o greide da rua em cerca de 1,0 m. Na região central de Petrópolis, em trecho de caimento bem reduzido, o rio Piabanha represa o canal do Centro dando origem às inundações nesta região. Nas cheias de maior porte, o rio Piabanha promove inundações nas localidades que atravessa até o distrito de Itaipava.

4.6.2. Bacia do Rio Quitandinha

O rio Quitandinha tem sua nascente no bairro Quitandinha, a oeste da Serra da Estrela, e percorre um estirão de cerca de 6,8 km até a confluência com o rio Palatinato, no centro da cidade. Após a confluência, recebe o nome de canal do Centro, até a sua foz na margem direita no rio Piabanha. Drena uma bacia com área total de 11,2 km².

Grande parte da bacia do rio Quitandinha encontra-se densamente ocupada, o que contribuiu para o agravamento das condições de drenagem da bacia, potencializando as cheias que se tornaram cada vez mais frequentes. Vários estudos já foram realizados em sua bacia ao longo dos anos, sempre voltados para reduzir os transbordamentos de sua calha, que se manifestam em diversos trechos do rio com a ocorrência de chuvas intensas.

Dentre as intervenções já cogitadas em estudos anteriores, destacam-se:

- o aumento da capacidade de retenção do lago do hotel Quitandinha;
- a construção de uma galeria sob a rua Coronel Veiga para aumento da capacidade de vazão do trecho entre a rua Marquês do Paraná e o local conhecido como Duas Pontes;
- o desvio das cheias para a bacia dos rios Inhomirim-Estrela;
- o desvio de uma parcela das cheias por túnel na rua Treze de Maio.

Nenhuma dessas alternativas de obra chegou a ser implementada. A que melhor poderia atender às expectativas da cidade foi vetada por ambientalistas, por considerarem que haveria uma transferência de esgoto e lixo para a bacia do Inhomirim-Estrela, na baixada fluminense.

4.6.3. Bacia do Rio Santo Antônio

A bacia hidrográfica do rio Santo Antônio drena uma área de aproximadamente 117 km² e tem sua nascente localizada no município de Teresópolis. Se desenvolve por cerca de 18 km das nascentes até desaguar no rio Piabanha, no distrito de Itaipava.

Todo o estirão urbano do rio Santo Antônio, que se estende de jusante da confluência dos rios Cuiabá e Jacó até a sua foz, no distrito de Itaipava, tem apresentado problemas de inundações, sobretudo ao longo de seu trecho final mais urbano. Para recuperação da área da bacia hidrográfica que foi severamente castigada pelas chuvas excepcionais ocorridas em janeiro de 2011, várias intervenções foram realizadas pelo INEA na calha do rio e áreas marginais com o intuito de desimpedir o caminho das cheias. Devido à urbanização inadequada do estreito vale que atravessa, o rio Santo Antônio tem sido alvo de frequentes e expressivas inundações nos últimos anos.

4.6.4. Bacias dos Rios Preto e Paquequer

A área de drenagem do rio Preto tem cerca de 1.072 km². Seus formadores são o rio do Frade e o rio das Bengalas, totalmente situados no município de Teresópolis. Do ponto de confluência destes rios até a foz no rio Piabanha, na cidade de Areal, o rio Preto percorre cerca de 54 km e atravessa a cidade de São José do Vale do Rio Preto. Neste trecho, o rio Preto teve sua calha significativamente alargada com as intensas chuvas que atingiram a bacia (e grande parte da Região Serrana), em 12 de janeiro de 2011, destruindo partes da rodovia marginal e das edificações situadas na margem do rio, em ambos os municípios - Areal e São José do Vale do Rio Preto.

O maior afluente do rio Preto é o rio Paquequer. A área de drenagem do rio Paquequer tem cerca de 270 km² e suas nascentes situam-se no Parque Nacional da Serra dos Órgãos. O rio se desenvolve por cerca de 37 km até a sua foz na margem esquerda do rio Preto, depois de atravessar a cidade de Teresópolis.

O aumento da impermeabilização da bacia do Paquequer, provocado pelo crescimento da cidade de Teresópolis, teve como consequências o aumento do nível de suas cheias, dando origem a frequentes extravasamentos na região central da cidade, que causam transtornos ao trânsito de veículos e danos às edificações situadas em suas margens e mesmo fora, atingidas pela grande área alagada. O rio Paquequer e vários de seus afluentes também tiveram suas calhas alargadas, atingidas por grande quantidade de detritos, pedras e lamas que foram transportados nas enxurradas de jan/2011.

4.6.5. Bacia do Rio Meudon

A área de drenagem do rio Meudon possui cerca de 8 km², e seu curso se desenvolve ao longo de 5 Km até a foz no rio Paquequer, no setor leste da cidade de Teresópolis.

No seu curso atravessa áreas urbanas com elevada densidade de ocupação que acontece nas encostas e na parte baixa dos talvegues. O rio transborda com frequência ao longo de seu trajeto onde o escoamento acontece em trechos a céu aberto que se alternam com trechos em galeria e sob casas ao longo da rua Tenente Luís Meirelles.

4.6.6. Bacia do Rio Paquequer 2 (de Sumidouro)

O rio Paquequer 2 tem suas nascentes no distrito de soledade no município de Sumidouro e sua foz na margem direita do rio Paraíba do Sul, no município de Carmo.

O escoamento do rio se desenvolve praticamente em área rural, exceção é feita a cidade de Sumidouro que se desenvolveu ao longo de suas margens e sofre com inundações quando ocorrem cheias excepcionais, como aconteceu em Janeiro de 2011, quando o rio transbordou e o nível de água e superou o greide das ruas em mais de 1 metro.

4.7. Região Hidrográfica V - Baía de Guanabara

A Região Hidrográfica V (Baía de Guanabara) abrange por completo os territórios dos municípios de Duque de Caxias, Itaboraí, Magé, Guapimirim, São Gonçalo, Tanguá, Niterói, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Nilópolis e parcialmente os territórios dos municípios de Cachoeiras de Macacu, Maricá, Nova Iguaçu, Rio Bonito, Petrópolis e Rio de Janeiro.

A população residente nos núcleos urbanos localizados das sedes municipais da RH V é de 10.047.803 habitantes, segundo o Censo do IBGE de 2010. Nesta região hidrográfica, onde se concentra cerca de metade da população do estado do Rio de Janeiro, os núcleos urbanos são densamente povoados. Nas áreas mais urbanizadas como, as do município do Rio de Janeiro, os rios são canalizados, alternando trechos a céu aberto com trechos em galeria.

No período 2000-2012 houve 79 ocorrências com inundações, que deixaram 108.149 pessoas fora de casa e 271 mortas nesta RH, somando-se os totais dos dois grupos de desastres (quadro 4.7.1).

Tal como na RH IV, a maior parte dos danos humanos foi registrada nos desastres do grupo "Inundações e Deslizamentos", no qual Niterói apresentou o maior nível de criticidade (nível 7), seguido por São Gonçalo (nível 6), Duque de Caxias (nível 5), Belford Roxo (nível 4) e Tanguá (nível 4). No grupo "Inundações", Guapimirim teve o

maior número de ocorrências (10), porém São Gonçalo, com metade deste número de ocorrências, registrou o maior número de pessoas fora de casa .

Quadro 4.7.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-V.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Belford Roxo	Inundações	8	3.087	0	4
	Inund. e Deslizamentos	3	6.252	0	4
Cachoeiras de Macacu	Inundações	1	40	0	1
	Inund. e Deslizamentos	3	837	2	3
Duque de Caxias	Inundações	4	1.772	1	4
	Inund. e Deslizamentos	4	9.841	9	5
Guapimirim	Inundações	10	72	8	3
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Itaboraí	Inundações	2	1.747	0	3
	Inund. e Deslizamentos	1	1.624	0	3
Magé	Inundações	1	18	0	1
	Inund. e Deslizamentos	2	265	2	2
Maricá	Inundações	1	3.120	3	4
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Mesquita	Inundações	2	317	0	2
	Inund. e Deslizamentos	2	1.126	1	3
Nilópolis	Inundações	1	83	0	1
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Niterói	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	11.634	176	7
Nova Iguaçu	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	485	2	2
Rio Bonito	Inundações	4	894	0	3
	Inund. e Deslizamentos	3	1.378	3	3
Rio de Janeiro	Inundações	9	0	42	4
	Inund. e Deslizamentos	2	0	5	1
São Gonçalo	Inundações	5	4.583	0	4
	Inund. e Deslizamentos	3	52.559	17	6
São João de Meriti	Inundações	3	139	0	2
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Tanguá	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	3	6.276	0	4
Total	Inundações	51	15.872	54	2,25 *
	Inund. e Deslizamentos	28	92.277	217	2,7 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.7.1 do Anexo III e na tabela 4.7.1 do Anexo IV.

4.7.1. Bacia do Canal do Mangue

A bacia do Canal do Mangue localiza-se na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, abrangendo uma área aproximada de 42 km² e seu exutório situa-se na Baía de Guanabara, na região portuária da cidade. Construído no início do século, o Canal do

Mangue recebe a contribuição dos cursos d'água que drenam as vertentes das Serras da Carioca, e do Maciço da Tijuca.

Os principais tributários do Canal do Mangue - os rios Joana, Maracanã, Trapicheiros, Comprido e Papa-Couve - possuíam desembocaduras independentes na Baía da Guanabara. Com a construção do Canal do Mangue, suas desembocaduras foram derivadas para este. A ocupação da bacia agravou o risco de enchentes na região da Praça da Bandeira, um dos pontos mais críticos de inundações da capital fluminense, em diversos pontos do bairro da Tijuca e adjacências, sobretudo em áreas próximas ao estádio do Maracanã.

Da população total residente na bacia do Canal do Mangue, parte significativa encontra-se residindo em encostas favelizadas, acarretando problemas para a drenagem da bacia, tais como o aumento do potencial erosivo nas encostas, a geração de lixo e a promoção de enxurradas mais violentas e volumosas.

A bacia hidrográfica do Canal do Mangue está sendo contemplada com projetos e obras cujo desenvolvimento encontra-se em diferentes estágios, a saber:

- Em fase final de projeto executivo: a implantação do reservatório na praça Varnhagem para amortecer os picos de cheia do rio Maracanã; o desvio do rio Joana para o rio Maracanã; a implantação da galeria de reforço na av. Professor Manuel de abreu; a implantação dos reservatórios da Praça Niterói e do Alto Grajaú; a galeria da rua Felipe Camarão, que contribui para o reservatório da praça Niterói; e o reservatório do rio Trapicheiros na avenida Heitor Beltrão;
- Encontram-se em estágio avançado as obras referentes ao reservatório da praça da Bandeira e do rio Trapicheiros próximo à rua Ceará até o deságue no rio Maracanã;
- Para a bacia do rio Papa-Couve foram projetadas diversas galerias na região da Cidade Nova e entorno, com previsão de implantação para breve;
- Estudos de alternativas de intervenção estão sendo contemplados para a bacia do rio Comprido.

4.7.2. Bacia da Baixada de Jacarepaguá

A bacia da baixada de Jacarepaguá drena uma superfície de cerca de 300 km². É formada pelos rios que descem a vertente dos maços da Tijuca e da Pedra Branca, e pelas lagoas da Tijuca, Camorim, Jacarepaguá, Marapendi e Lagoinha, que juntas têm uma superfície de 12,7 km² de espelho de água.

Após as fortes chuvas que assolaram encostas e áreas de baixada do município no ano de 1996, foi concebido, pela Fundação Rio Águas, o Programa de Recuperação Ambiental da Bacia de Jacarepaguá, no qual foram elencados diversos cursos d'água, divididos em 3 lotes, denominados 1A, 1B e 1C.

Foram iniciadas e estão em fase de conclusão as obras dos rios do lote 1A, a saber: Banca da Velha, Cachoeira, Covanca, Grande, Muzema, Pechincha, Pequeno, Retiro, rio Sangrador, e Tindiba. Deste lote foram finalizadas as obras dos rios Itanhangá, São Francisco, Papagaio e Córrego da Panela.

Os rios do lote 1B e do lote 1C têm os projetos concluídos, porém, não tem previsão para o início das obras.

4.7.3. Bacia do Rio Iguaçu/Sarapuí

A bacia hidrográfica do rio Iguaçu/Sarapuí é composta por 3 grandes rios: Iguaçu, Sarapuí e Botas. A área total de drenagem é de 727 km², dos quais 168 km² pertencem a sub-bacia do rio Sarapuí.

O rio Iguaçu tem suas nascentes na Serra do Tinguá, e desenvolve-se para sudeste até desaguar na Baía de Guanabara, percorrendo uma extensão total de 43 km. Seus principais afluentes são os rios Tinguá, Pati e Capivari pela margem esquerda e Botas e Sarapuí pela margem direita.

O rio Sarapuí passou a integrar a bacia do rio Iguaçu no início do século XX, quando, por início das obras de saneamento realizadas pelo antigo DNOS, os trechos inferiores dos rios Iguaçu e Sarapuí foram retificados passando este último a desaguar no rio Iguaçu a cerca de 1 km de sua foz na Baía de Guanabara.

A região da bacia hidrográfica dos rios Iguaçu/Sarapuí é densamente povoada, com um padrão de ocupação do solo desordenado e inadequado para regiões de baixada, apresentando sérias restrições ambientais e carências de infra-estrutura e de serviços urbanos adequados, sendo severamente castigada pelas inundações nas últimas décadas. Uma das maiores inundações de que se tem registro ocorreu em fevereiro de 1988, deixando um rastro de destruição, mortes e doenças em toda a baixada.

Desde o século passado, a região da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí tem sido alvo de inúmeras intervenções e estudos, que objetivam a melhoria dos sistemas de macro e mesodrenagem e, conseqüentemente, a redução das inundações nas áreas intensamente povoadas.

Em 2008 foi elaborado pela COPPE/UFRJ, sob o título “Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos rios Iguaçu/Botas e Sarapuí”, uma revisão do projeto Iguaçu elaborado pela COPPE no ano de 1996, que gerou subsídios técnicos para a realização de obras de macrodrenagem subsidiadas pelo Governo Federal no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento na Baixada Fluminense (PAC). No contexto dessas intervenções, que se encontram em desenvolvimento, já foram dragados os 3 principais rios da bacia (Iguaçu, Sarapuí e Botas) e reconstruídos os sistemas de comporta, de bombeamento e de reservação dos *polders* do Outeiro e do Pilar. Está sendo recuperado o sistema do *polder* Jardim Gláucia/Redentor.

4.7.4. Bacia do Rio Estrela

A bacia do rio Estrela está localizada na porção noroeste da Baía de Guanabara abrangendo os municípios de Duque de Caxias, Magé e, em menor parcela, o município de Petrópolis, sendo constituída pelas sub-bacias dos rios Saracuruna, Taquara e Inhomirim.

Tal como ocorrido na bacia do Iguaçu/Sarapuí, verifica-se hoje um acelerado e desordenado processo de ocupação do solo com o povoamento das áreas baixas, resultando no agravamento dos eventos de cheias associadas a inundações.

A **bacia do rio Saracuruna** drena uma área de cerca de 150 km² e abrange os locais mais afetados pelas inundações, que são os bairros de Vila Urussaí e Saracuruna.

4.7.5. Bacia do Rio Alcântara/Guaxindiba

A bacia do rio Alcântara/Guaxindiba situa-se na porção leste da bacia da Baía de Guanabara, ocupada pelos municípios de Niterói, São Gonçalo e uma pequena parte de Itaboraí. Suas nascentes situam-se na vertente norte da Serra Grande, em Niterói, e sua foz, na baía da Guanabara. A área de drenagem é de cerca de 142 Km².

A região desta bacia hidrográfica é atravessada por importantes rodovias de acesso ao interior do Estado, que são seus principais vetores de crescimento e expansão urbana. No município de São Gonçalo a ocupação é mais densa e desordenada e a precariedade das condições socioambientais agravam as regiões inundáveis, ocupadas de forma inadequada.

A área de drenagem da **sub-bacia do rio Alcântara** tem cerca de 93 km². Seus formadores são os rios Sapê e Pendotiba cujas nascentes localizam-se no Maciço de Niterói e sua foz no rio Guaxindiba, no bairro Jardim Catarina, após um percurso de cerca de 17 km. No seu curso, o rio Alcântara atravessa a região central do município de São Gonçalo em área densamente habitada, com trechos onde há invasão da calha por moradias. Segundo informação da Superintendência do INEA, nas últimas cheias ocorreram desmoronamentos de residências ribeirinhas que permanecem em seu leito, tornando-se obstáculos à passagem das cheias.

A área de drenagem da **sub-bacia do rio Guaxindiba** tem cerca de 49 km². Sua nascente localiza-se no bairro Jardim Amendoeira e se desenvolve por cerca de 22 km até a sua foz na Baía da Guanabara. O padrão de ocupação se assemelha ao do rio Alcântara. Seus afluentes de menor porte encontram-se assoreados e em más condições, agravando os problemas de inundações nesta bacia. Os locais críticos a eventos de inundação nesta bacia são no bairro Vista Alegre e na bacia do seu afluente, o rio Camarão.

4.7.6. Bacia do Rio Imboassú

A bacia hidrográfica do rio Imboassú drena uma área de cerca de 27 km². Sua nascente localiza-se na APA do Engenho Pequeno e sua foz na Baía de Guanabara, próximo ao bairro Boa Vista após um percurso de cerca de 8 km. Ao longo do seu percurso, o rio Imboassú atravessa uma região densamente ocupada onde, em alguns trechos, as construções ocupam a calha dificultando o escoamento e favorecendo o transbordamento e inundações quando ocorrem chuvas intensas.

4.7.7. Bacia do Rio Marimbondo

A bacia do rio Marimbondo está localizada na região oeste do município de São Gonçalo. Tem área de drenagem de 3,2 km² e extensão de cerca de 2 km. Apesar das dimensões reduzidas em termos de extensão e área de drenagem, o rio Marimbondo drena 10 bairros. A situação da drenagem é prejudicada pelas construções que confinam a calha e as que se localizam sobre o rio nas proximidades da rua Capitão João Manuel.

4.7.8. Bacia do Rio Brandoas

A bacia do rio Brandoas está localizada na parte oeste do município de São Gonçalo. O rio Brandoas tem uma extensão aproximada de 5 km e sua área de drenagem possui cerca de 6,5 Km².

O escoamento do rio é bastante prejudicado pelo confinamento da sua calha por construções que, em alguns locais, são construídas sobre o rio. A precariedade das condições de escoamento resulta em inundações decorrentes de chuvas intensas na bacia.

4.7.9. Bacia do Rio Bomba

O rio Bomba, antigo rio Barreto, tem sua nascente no morro do Castro. Tem cerca de 3,5 km de extensão e área de drenagem de 3,0 km². Seu trecho inicial serve de divisa entre os municípios de São Gonçalo e Niterói e sua foz está localizada a leste da Baía de Guanabara.

Nessa pequena extensão, o rio Bomba apresenta uma declividade bastante acentuada em seu trecho inicial, porém as condições de escoamento na baixada são prejudicadas pela vegetação e pelo lixo, que reduzem a capacidade de escoamento e provocam inundações na ocorrência de chuvas intensas.

4.7.10. Bacia do Rio Mumbuca

O rio Mumbuca/Silvado, um dos mais importantes do sistema lagunar da cidade de Maricá, tem apresentado problemas de inundações quando ocorrem chuvas de maior porte.

4.8. Região Hidrográfica VI - Lagos São João

A Região Hidrográfica VI (Lagos São João) abrange por completo os territórios dos municípios de Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Saquarema, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo, Armação dos Búzios e Iguaba Grande, e abrange parcialmente os territórios dos municípios de Maricá, Rio Bonito, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu e Rio das Ostras. A população residente nas sedes municipais da RH VI é de 435.704 habitantes (IBGE, Censo Demográfico de 2010).

No período 2000-2012 houve 20 ocorrências com inundações na RH VI, que deixaram 6.645 pessoas fora de casa (72% em Araruama) e somente 1 morte (em Casimiro de Abreu), somando-se os totais dos dois grupos de desastres. Nesta RH, nenhum município apresentou nível de criticidade superior a 3, para as ocorrências do referido período e em três municípios não houve registro de ocorrências (quadro 4.8.1).

Quadro 4.8.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-VI.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Araruama	Inundações	2	4.769	0	3
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Armação dos Búzios	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Arraial do Cabo	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Cabo Frio	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Casimiro de Abreu	Inundações	2	130	0	2
	Inund. e Deslizamentos	2	421	1	2
Iguaba Grande	Inundações	1	15	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	192	0	2
São Pedro da Aldeia	Inundações	1	102	0	2
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Saquarema	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	310	0	2
Silva Jardim	Inundações	7	127	0	3
	Inund. e Deslizamentos	3	579	0	2
Total	Inundações	13	5.143	0	1,2 *
	Inund. e Deslizamentos	7	1.502	1	0,9 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.8.1 do Anexo III e na tabela 4.8.1 do Anexo IV.

4.8.1. Bacia do Rio São João

Com bacia hidrográfica ocupando uma área de 2.148 km², o rio São João tem suas nascentes na Serra do Sambé, no município de Cachoeira de Macacu, próximo à divisa com Rio Bonito, a uma altitude de cerca de 600 m, e percorre aproximadamente 150 km até desaguar no oceano, na cidade de Barra de São João, distrito de Casimiro de Abreu.

No decorrer das décadas de 1970-80 foram realizadas grandes intervenções hidráulicas na bacia do rio São João, destacando-se as seguintes: o represamento do rio São João para a construção do Reservatório de Juturnaíba, principal manancial de abastecimento d'água da Região Hidrográfica VI; a retificação de longos trechos do próprio rio São João e de diversos afluentes, como os rios Bacaxá e Capivari; a retificação da calha do rio São João a jusante do reservatório em um canal de 25 km de extensão e 80 m de largura, que deságua no seu antigo leito a cerca de 12 km da foz; e a construção de diversos canais para drenar a extensa planície de inundação.

Ocorrem inundações em trechos da margem do canal São João, em área de uso rural, com assentamentos do INCRA, bem como em diversos trechos da bacia mal drenados junto à rodovia BR-101.

4.8.2. Bacia do Canal do Medeiros

A bacia hidrográfica do canal do Medeiros, também conhecido como córrego Palmital, drena a baixada litorânea entre as cidades de Rio das Ostras e Barra de São João, percorrendo cerca de 7 km desde sua origem, no bairro Nova Aliança, no município de Rio das Ostras, até a sua foz no rio São João, em Barra de São João, distrito do município de Casimiro de Abreu. O canal tem cerca de 3,5 km de extensão em cada uma das cidades.

Na recente revisão de limites das Regiões Hidrográficas do estado, a bacia deste canal, que antes estava dividida entre a RH VI (Lagos São João) e a RH VIII (Macaé e das Ostras), passou a ser totalmente integrada à RH VI.

Por ocasião de grandes chuvas, o canal transborda inundando os bairros ribeirinhos no município de Rio das Ostras, que recebe as águas provenientes das regiões oeste e sul da cidade, canalizando-as para o rio São João.

As condições de escoamento do canal encontram-se prejudicadas devido ao elevado grau de assoreamento, proliferação de macrófitas aquáticas e falta de manutenção no município de jusante (Casimiro de Abreu), acarretando transbordamento e inundações em diversos bairros do município de montante (Rio das Ostras) quando ocorrem chuvas.

Em fevereiro de 2012, em nota oficial, a Prefeitura de Casimiro de Abreu informou que não assinou o termo de cooperação proposto pela Prefeitura de Rio das Ostras (que seria também assinado pelo INEA) para limpeza do Canal dos Medeiros, por não ter a licença ambiental do INEA e temer que o impacto negativo gerado pelo aumento da vazão e da poluição seria todo absorvido no seu domínio territorial, na região de Barra de São João.

4.8.3. Bacia do Rio Indaiaçu

A bacia do rio Indaiaçu abrange a cidade de Casimiro de Abreu, drenada pela sub-bacia do rio Branco, cuja nascente está localizada na serra, a cerca de 2 km ao norte da cidade. Após o trecho urbano retificado, o rio Branco recebe, pela margem direita, a contribuição do ribeirão Ipiabas e, a partir daí passa a ser chamado de Indaiaçu, que segue também retificado até sua foz no canal São João, a cerca de 5 km a jusante da foz do rio Aldeia Velha e 9,5 km a jusante da barragem de Juturnaíba.

4.8.4. Bacia da Lagoa de Saquarema

A bacia hidrográfica da lagoa de Saquarema com área de aproximadamente 215 km², se localiza integralmente no município homônimo. É delimitada ao norte pelas serras e nas baixadas pelas áreas de lagoas e de extensos brejos periféricos que foram, em grande parte, drenados pelo Governo do Estado na década de 1950 e, posteriormente, pelos proprietários rurais.

O sistema lagunar de Saquarema é composto de quatro compartimentos, conhecidos por “sacos” ou “lagoas”, com profundidades que variam de 0,3 m nas margens a 1,3 m na parte central e um espelho d’água com aproximadamente 24 km² de superfície. Este sistema lagunar se estende por cerca de 12 km de extensão ao longo do litoral. A lagoa de Saquarema é o corpo receptor dos principais rios da região, a saber: Mato Grosso (ou Roncador), Tingui, Jundiá, Seco, Padre e Areia, cujas nascentes localizam-se nas serras ao norte, todos eles com os seus baixos cursos retificados. Os maiores núcleos urbanos desta bacia concentram-se na faixa de restinga entre a lagoa de Saquarema e o mar.

4.8.5. Bacia da Lagoa de Araruama

A bacia hidrográfica da Lagoa de Araruama abrange cerca de 440 km², sendo formada por um conjunto de pequenas sub-bacias onde quase todos os rios são intermitentes.

A Lagoa de Araruama possui uma área de 220 km² e profundidade média de 2,9 m. Sua largura máxima é de 14 km e comprimento de 33 km. A entrada de água do mar para a lagoa se dá através do Canal de Itajuru. O canal se mantém aberto pelo fato de sua desembocadura estar localizada entre afloramentos rochosos do morro de Nossa Senhora da Guia e do morro da Cruz.

4.9. Região Hidrográfica VII - Rio Dois Rios

A Região Hidrográfica VII (Dois Rios) abrange integralmente os territórios dos municípios de Itaocara, Cantagalo, São Sebastião do Alto, Macuco, Bom Jardim, Duas Barras e Cordeiro e parcialmente os territórios dos municípios de Carmo, Nova Friburgo, São Fidélis, Trajano de Moraes e Santa Maria Madalena. A população residente nas sedes municipais da RH VII é de 205.185 habitantes (IBGE, Censo de 2010).

No período 2000-2012 houve 33 ocorrências com inundações na RH VII, que deixaram 40.857 pessoas fora de casa e 467 mortes nesta RH, somando-se os totais dos dois grupos de desastres. No quadro 4.9.1, verifica-se que o elevado número de mortes foi registrado em Nova Friburgo e a maior parte resultante de deslizamentos e enxurradas do megadesastre de jan/2011, assim como a maior parte do número de pessoas fora de casa.

Quadro 4.9.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-VII.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Bom Jardim	Inundações	1	1.454	0	3
	Inund. e Deslizamentos	1	1.818	5	3
Cantagalo	Inundações	1	0	0	1
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Cordeiro	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Duas Barras	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Itaocara	Inundações	2	402	0	2
	Inund. e Deslizamentos	2	7.513	0	4
Macuco	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	6	551	1	3
Nova Friburgo	Inundações	2	267	0	2
	Inund. e Deslizamentos	3	21.024	460	7
Santa Maria Madalena	Inundações	2	71	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	716	0	2
São Fidélis	Inundações	3	933	0	2
	Inund. e Deslizamentos	4	5.300	1	5
São Sebastião do Alto	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	1	100	0	2
Trajano de Moraes	Inundações	1	82	0	1
	Inund. e Deslizamentos	3	626	0	2
Total	Inundações	12	3.209	0	1,09 *
	Inund. e Deslizamentos	21	37.648	467	2,55 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.9.1 do Anexo III e na tabela 4.9.1 do Anexo IV.

4.9.1. Bacia do Rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul se desenvolve na área da Região Hidrográfica VII, no estirão que vai da foz do ribeirão do Quilombo, na divisa dos municípios de Carmo e Cantagalo até a divisa dos municípios de São Fidélis e Campos dos Goytacazes, em uma extensão de cerca de 112 km. Nesse trecho, o escoamento apresenta-se bem encaixado, com boa declividade de fundo e margeia os núcleos urbanos de Itaocara e São Fidélis no lado fluminense, e Cambuci no lado mineiro.

Não foram encontrados registros de inundações expressivas causadas pelo rio Paraíba do Sul nesse estirão. A sua grande importância deve-se ao fato de ser o corpo receptor final da Região Hidrográfica VII.

4.9.2. Bacia do Rio Dois Rios

Com área de drenagem de cerca de 3.160 km², a bacia do rio Dois Rios é a maior bacia hidrográfica da Região Hidrográfica VII. O rio Dois Rios é formado pelo encontro das águas dos rios Negro e Grande, sendo receptor das águas drenadas na maior parte dos municípios desta RH. O rio Dois Rios percorre cerca de 30 km até a foz, no rio Paraíba do Sul, no município de São Fidélis, um trecho relativamente pequeno em relação à grande extensão de seus formadores - rios Negro e Grande.

4.9.3. Bacia do Rio Grande

A área de drenagem do rio Grande (1.840 km²) compreende a maior sub-bacia do rio Dois Rios. O rio Grande tem a sua nascente em Campestre, no Parque Estadual dos Três Picos, no município de Nova Friburgo, e a sua foz na confluência com o rio Negro, formando o rio Dois Rios, na divisa dos municípios de São Fidélis, Itaocara e São Sebastião do Alto.

Ao longo do seu percurso, o rio Grande recebe importante contribuição pela margem direita do rio Bengala, principal curso d'água que drena a cidade de Nova Friburgo. A jusante, o rio Grande atravessa o núcleo urbano de Rio Grandina, no município de Nova Friburgo e a cidade sede do município de Bom Jardim. Grandes inundações ocorrem em eventos de precipitações intensas na parte superior da bacia, conforme descrição das sub-bacias mais atingidas, na continuidade deste item.

O trecho superior da bacia do rio Grande foi uma das áreas mais atingidas pelas excepcionais chuvas de jan/2011, especialmente nos municípios de Nova Friburgo e Bom Jardim.

4.9.4. Bacia do Rio Bengala

A bacia hidrográfica do rio Bengala tem uma área de drenagem de cerca de 190 km². Origina-se na confluência dos rios Santo Antonio e Cônego na cidade de Nova Friburgo onde se desenvolve numa extensão aproximada de 13 km, atravessando toda a parte urbana do município até o seu desemboque no rio Grande.

Durante as cheias de maior porte, o rio Bengala extravasa de sua calha principal inundando diversos bairros e trazendo uma série de transtornos para a cidade. O crescimento da cidade e o conseqüente aumento significativo das áreas impermeáveis e das vazões de cheia, aliado à insuficiência da seção de escoamento em determinados trechos, são os principais fatores responsáveis pelas inundações do rio Bengala.

4.9.5. Bacia do Rio Santo Antônio

O rio Santo Antônio drena uma área aproximada de 59 km². Nasce na Serra da Boa Vista e se desenvolve numa extensão de aproximadamente 20 km, em trecho de grande declividade, até a confluência com o rio Cônego, sempre acompanhando a rodovia BR-116. A maior parte da área drenada tem características rurais. Apenas no seu trecho final, atravessa área mais urbana.

4.9.6. Bacia do rio Cônego

O rio Cônego, assim como o rio Santo Antônio, nasce na Serra da Boa Vista, se desenvolve numa extensão de 12 km até o ponto de formação do rio Bengala, drenando uma área de cerca de 30,5 km². Existem problemas sérios de erosão de margens do rio.

O caso mais sério se dá no bairro de Olaria, onde há erosão na base do talude da margem direita, seguida de desbarrancamento em trecho em curva com extensão superior a 50 m, colocando em risco as construções ali existentes. Nas proximidades de sua foz também ocorre erosão da margem esquerda, atingindo inclusive a rua marginal.

4.9.7. Bacia do Córrego D'Antas

A bacia hidrográfica do Córrego d'Antas drena uma área de aproximadamente 53 km² e se desenvolve por cerca de 19 km no sentido Sudoeste – Nordeste até a sua foz na margem esquerda do rio Bengala, do qual é o maior contribuinte.

A ocupação urbana em sua bacia, à semelhança dos outros cursos d'água, aconteceu nas margens do rio, ocupando a várzea que serve de amortecimento para as cheias, o que resulta em inundações nos aglomerados urbanos durante eventos críticos de chuva.

Esta bacia foi severamente castigada com o evento das chuvas extraordinárias ocorridas em janeiro/2011, que se tornou notório pelo grande número de vidas humanas perdidas e prejuízos materiais gerados.

Neste evento, as inundações estiveram associadas a escorregamentos ocorridos na bacia, principalmente ao longo do curso superior, afetando toda a extensão do rio, impedindo o escoamento da cheia. No estirão final, a jusante do último trecho encachoeirado, devido ao grande assoreamento produzido pelos deslizamentos de terra, os níveis d'água superaram em 2,0 m o greide das ruas, causando enormes prejuízos à população residente.

4.9.8. Bacia do Rio Negro

A bacia do rio Negro (sub-bacia de 1.160 km²) é a segunda maior sub-bacia do rio Dois Rios. O rio Negro tem suas nascentes no município de Duas Barras onde atravessa o núcleo urbano da sede municipal. No restante de seu percurso se desenvolve predominantemente em área rural. Não foram encontrados registros expressivos de inundações por transbordamento do rio Negro.

Fazem parte desta bacia as sedes urbanas dos municípios de Duas Barras, Cordeiro, Cantagalo e Macuco, sendo que somente Duas Barras situa-se às margens do rio Negro, as demais estão em sub-bacias de rios afluentes ao rio Negro. De acordo com os dados da Defesa Civil, esses municípios são mais atingidos por deslizamentos e somente em Macuco há registros significativos de inundações, a mais expressiva em jan/2004,

quando o transbordamento do rio Macuco deixou 250 pessoas fora de suas casas e causou uma morte. Macuco também foi atingido pelas enxurradas de jan/2011.

4.9.9. Bacia do Córrego das Lavrinhas

A bacia hidrográfica do córrego das Lavrinhas, afluente do rio Negro, drena uma área de 29,4 km². Sua bacia hidrográfica abrange integralmente a drenagem da cidade de Cantagalo e, parcialmente, a montante, a drenagem de Cordeiro.

O córrego das Lavrinhas desenvolve-se paralelamente à rodovia que liga as duas cidades (Cantagalo e Cordeiro), região já bastante urbanizada, onde ocorrem inundações no estirão a montante da travessia da RJ-160, localizada na entrada da cidade de Cantagalo.

4.9.10. Bacia do Rio Macuco

O rio Macuco nasce em Monart, 2º distrito de Duas Barras, e no percurso até a sua foz no rio Negro, atravessa as cidades de Cordeiro e de Macuco.

As condições de drenagem nos núcleos centrais das cidades atravessadas pelo rio Macuco são precárias em virtude da ocupação de ambas as margens, por edificações, confinando o escoamento e dificultando o acesso para a manutenção da calha de escoamento. No centro da cidade de Cordeiro são frequentes as inundações pelo transbordamento do rio Macuco atingindo ruas e residências. Na cidade de Macuco, segundo informações da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, o rio extravasa e provoca inundações na região do centro e do bairro da Reta.

4.10. Região Hidrográfica VIII - Macaé e das Ostras

Com a nova configuração das Regiões Hidrográficas do estado, a RH VIII (Macaé e das Ostras) passou a abranger integralmente o território do município de Macaé, que tinha, antes, uma pequena parte na RH-IX. O município de Rio das Ostras, ao contrário, deixou de ser inteiramente abrangido pela RH VIII, com a transferência de toda a bacia do canal dos Medeiros para a RH VI. Os demais municípios continuam abrangidos parcialmente: Nova Friburgo, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu e Carapebus. A população residente nas sedes municipais da RH VIII é de 294.617 habitantes (IBGE 2010).

No período 2000-2012 houve 11 ocorrências com inundações, que deixaram 806 pessoas fora de casa, todas em Macaé. Não houve mortes nesta RH (quadro 4.10.1). Observa-se que, embora se tenha informações de inundações no Canal dos Medeiros (item 4.8.2), a Defesa Civil não registrou ocorrências em Rio das Ostras no período.

Quadro 4.10.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-VIII.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Macaé	Inundações	10	640	0	4
	Inund. e Deslizamentos	1	166	0	2
Rio das Ostras	Inundações	0	0	0	0
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Total	Inundações	10	640	0	2 *
	Inund. e Deslizamentos	1	166	0	1 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.10.1 do Anexo III e na tabela 4.10.1 do Anexo IV.

4.10.1. Bacia do Rio das Ostras

A bacia hidrográfica do rio das Ostras está integralmente inserida no território do município de Rio das Ostras e drena uma região de baixada abrangendo uma área de cerca de 77 km².

O rio das Ostras resulta da confluência dos rios Jundiá e Iriry. Considerando-se como seu principal formador o rio Jundiá, o rio das Ostras tem aproximadamente 29 km de extensão, desde a nascente até a foz no oceano atlântico.

No trecho de cerca de 6 km entre a confluência dos rios Jundiá e Iriry e a foz, o rio se desenvolve no núcleo urbano do município e recebe a contribuição do canal das Corujas, que drena um dos vetores de crescimento da cidade. Neste estirão o rio sofre influência da maré, prejudicando a eficiência do sistema de drenagem da cidade quando há coincidência entre chuvas intensas na bacia e preamares.

Em eventos de chuvas excepcionais ocorrem extravasamentos no rio Jundiá, afetando os moradores dos bairros Âncora, Village, Cláudio Ribeiro e Jardim Mariléia e, no Canal das Corujas, o bairro Nova Cidade.

4.10.2. Bacia do Rio Macaé

A bacia hidrográfica do rio Macaé drena uma área de cerca de 1.765 km². O principal curso d'água, o rio Macaé, nasce na Serra de Macaé, próximo ao Pico do Tinguá em Nova Friburgo, e se desenvolve por cerca de 136 km até a foz no oceano Atlântico junto à cidade de Macaé.

Nas ocasiões de chuvas extraordinárias ocorrem extravasamentos do rio Macaé afetando os bairros Nova Holanda, Rio Novo, Malvinas e Centro. A cheia histórica de 1998, ocorrida em meados do mês de fevereiro, foi uma das maiores enchentes já observadas na bacia do rio Macaé. Esta cheia apresentou significativos alagamentos em vastas regiões da bacia, ultrapassando a altura de 1,5 m em vários pontos, acarretou o galgamento de diques marginais ao longo do rio Macaé, a montante da BR-101, e do *polder* do canal Virgem Santa. O rompimento desses diques gerou escoamentos significativos para as planícies de inundação ao longo dos rios São Pedro e Macaé.

Com o intuito de minimizar o pico das cheias que atingem o curso inferior da bacia do rio Macaé, foi concebida, pela Engenharia Gallioli Ltda, no ano de 1978, uma barragem a montante da localidade de Ponte do Baião, que, no entanto, não chegou a ser construída.

Uma reavaliação feita pela COPPE no ano de 2004 concluiu que o eixo de Ponte do Baião avaliado é eficiente para controlar as cheias dos cursos superior e médio do rio Macaé, que abrange uma área de drenagem de aproximadamente 34% da área total da bacia.

As planícies da bacia do rio São Pedro, porém, não seriam beneficiadas por essa intervenção, mantendo-se vulneráveis às cheias. No estudo do ano de 2004, a COPPE recomendou uma análise contemplando a atuação conjunta de barragens nos rios Macaé e São Pedro, visando reduzir a magnitude de inundações na área urbana de Macaé.

4.11. Região Hidrográfica IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Na recente revisão das Regiões Hidrográficas do estado, a RH IX (Baixo Paraíba do Sul), que já era a maior RH, foi aumentada, com a inclusão da RH-X (Itabapoana), que, portanto, deixou de existir.

Assim, a RH-IX passou a abranger inteiramente os municípios de Porciúncula, Varre-Sai, Bom Jesus do Itabapoana, Natividade, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, São José de Ubá, Santo Antônio de Pádua, Aperibé, Cambuci, Italva, Cardoso Moreira, Campos dos Goytacazes, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra e Quissamã. Parcialmente são abrangidos os municípios de Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena, São Fidélis, Carapebus e Conceição de Macabu.

No período 2000-2012 houve 127 ocorrências com inundações na RH IX, que deixaram 236.256 pessoas fora de casa e 17 mortas, somando-se os totais dos dois grupos de desastres (quadro 4.11.1). O número de pessoas fora de casa é o indicador mais crítico nesta RH, verificando-se elevados valores deste indicador até mesmo em municípios com poucas ocorrências no período. Diversos municípios apresentaram níveis de criticidade acima de 4 e Campos dos Goytacazes, município com o maior número de habitantes, é também o mais crítico em ambos os grupos de desastres.

Quadro 4.11.1 - Ocorrências registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 na RH-IX.

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Aperibé	Inundações	8	5.126	0	5
	Inund. e Deslizamentos	4	4.221	0	4
Bom Jesus do Itabapoana	Inundações	8	2.017	0	4
	Inund. e Deslizamentos	9	7.411	3	5
Cambuci	Inundações	6	3.276	0	4
	Inund. e Deslizamentos	1	670	1	3
Campos dos Goytacazes	Inundações	16	27.063	0	7
	Inund. e Deslizamentos	3	59.489	4	5
Carapebus	Inundações	2	821	0	2
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
Cardoso Moreira	Inundações	2	6.242	0	4
	Inund. e Deslizamentos	4	2.700	2	4
Conceição de Macabu	Inundações	1	0	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	250	0	2
Italva	Inundações	2	384	0	2
	Inund. e Deslizamentos	5	3.628	0	4
Itaperuna	Inundações	6	24.012	0	5
	Inund. e Deslizamentos	2	10.756	0	4
Laje do Muriaé	Inundações	1	797	0	2
	Inund. e Deslizamentos	4	8.550	1	5
Miracema	Inundações	2	41	0	1
	Inund. e Deslizamentos	4	10.431	0	5
Natividade	Inundações	6	80	0	2
	Inund. e Deslizamentos	2	1.262	0	3
Porciúncula	Inundações	1	314	0	2
	Inund. e Deslizamentos	4	11.891	0	5
Quissamã	Inundações	1	156	0	2
	Inund. e Deslizamentos	1	514	0	2

Município	Grupo de desastres	Nº de ocorrências	Nº de pessoas fora de casa	Nº de mortes	Nível de criticidade
Santo Antônio de Pádua	Inundações	1	20.688	0	5
	Inund. e Deslizamentos	4	13.015	6	5
São Francisco de Itabapoana	Inundações	7	8.783	0	5
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
São João da Barra	Inundações	4	1.276	0	3
	Inund. e Deslizamentos	0	0	0	0
São José de Ubá	Inundações	1	10	0	1
	Inund. e Deslizamentos	1	5	0	1
Varre-Sai	Inundações	1	11	0	1
	Inund. e Deslizamentos	2	366	0	2
Total	Inundações	76	101.097	0	3,05 *
	Inund. e Deslizamentos	51	135.159	17	3,11 *

Fonte: Dados analisados no item 2.4 deste relatório. * valor médio = soma dos níveis / nº de municípios na RH.

A seguir, são apresentadas as principais bacias hidrográficas com problemas relacionados a inundações de centros urbanos nesta RH. Os locais críticos estão indicados no desenho 4.11.1 do Anexo III e na tabela 4.11.1 do Anexo IV.

4.11.1. Bacia do Baixo Paraíba do Sul

Nesta região hidrográfica, o rio Paraíba do Sul se estende da foz do rio Pirapetinga, na divisa com o estado de Minas Gerais até a sua foz no oceano Atlântico, em um percurso de cerca de 160 km, sendo que, nos primeiros 90 km, a margem direita do rio Paraíba do Sul pertence à RH VII.

Neste estirão até a foz, o rio Paraíba do Sul margeia as cidades de São Fidélis, Campos de Goytacazes e São João da Barra e recebe três grandes afluentes, sendo um pela margem direita, o rio Dois Rios, e dois pela margem esquerda, os rios Pomba e Muriaé.

Até a cidade de Campos dos Goytacazes não foram encontrados registros de inundações expressivas causadas pelo rio Paraíba do Sul.

Em um longo estirão do município de Campos dos Goytacazes, até a sua foz, existem diques de proteção que impedem o rio de extravasar para as áreas urbanas marginais. O coroamento dos diques foi implantado em cotas elevadas. Devido ao seu mau estado de conservação em alguns trechos em solo as cotas da crista encontram-se rebaixadas em relação ao projeto originalmente implantado.

O rio Paraíba do Sul, em seu estirão correspondente ao centro urbano de São João da Barra não gera grandes problemas de inundações para a cidade. Apenas na cheia de 1966, uma das maiores da história do rio Paraíba do Sul, o extravasamento da calha atingiu a avenida mais próxima da margem.

4.11.2. Bacia Rio Pomba

A bacia do rio Pomba drena uma bacia com cerca de 8.500 km² grande parte no estado de Minas Gerais, onde se localiza a parte alta na Cadeia da Mantiqueira.

O principal curso d'água, o rio Pomba, nasce na serra Conceição em Barbacena-MG e se desenvolve ao longo de aproximadamente 265 km até a sua foz no rio Paraíba do Sul. No estado do Rio de Janeiro, o curso final do rio Pomba serve de divisa entre os municípios

de Cambuci e Aperibé, a jusante do trecho que banha o município de Santo Antônio de Pádua.

Na parcela fluminense da bacia estão as cidades de Miracema as margens do ribeirão Santo Antônio, e as cidades de Santo Antônio de Pádua e de Aperibé nas margens do rio Pomba. As cheias normais do rio Pomba atingem em geral a população ribeirinha, e somente nas cheias excepcionais, uma parcela da área urbana é inundada.

As cheias que hoje ocorrem na bacia do rio Pomba são mais brandas do que às da bacia do Muriaé, possivelmente, devido ao amortecimento produzido pelos reservatórios das usinas hidrelétricas existentes ao longo da bacia. Porém, observa-se, no quadro 4.11.1, que apenas uma ocorrência de inundação deixou mais de 20.000 pessoas fora de casa em Santo Antônio de Pádua.

4.11.3. Bacia do Rio Muriaé

A bacia do rio Muriaé drena uma área de cerca de 8.230 km². O curso de água principal, o rio Muriaé é o afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul localizado mais a jusante. Nasce da confluência dos ribeirões Samambaia e Bonsucesso, nas proximidades da cidade de Mirai no estado de Minas Gerais e se desenvolve por, cerca de, 300km até a sua foz, próximo da cidade de Campos dos Goitacazes no estado do Rio de Janeiro.

No trecho mineiro, o rio Muriaé desenvolve-se atravessando núcleos urbanos como Mirai e Muriaé, em uma região de relevo acidentado e de várzeas extensas que concentram principalmente atividades agropecuárias. Da cidade de Muriaé para jusante, o rio Muriaé recebe seus maiores afluentes, quais sejam, o rio Glória ainda em Minas Gerais e o rio Carangola já no estado do Rio de Janeiro.

Nas cheias de maior porte, o rio Muriaé é responsável por grandes inundações de cidades situadas ao longo do seu curso, tais como, Laje do Muriaé, Itaperuna, Italva e Cardoso Moreira. De Italva até a sua foz no rio Paraíba do Sul, o Muriaé se desenvolve em região plana, grande parte dela utilizada como planície de inundação do rio nas grandes cheias.

O histórico de vazões do rio Muriaé revela que, em intervalo de tempo da ordem de 10 anos, ocorrem cheias capazes de provocar grandes inundações nos centros urbanos situados ao longo de seu trajeto no estado do Rio de Janeiro.

4.11.4. Bacia do Rio Carangola

A bacia do rio Carangola drena uma área de cerca de 1.990 km². O rio Carangola tem a sua nascente no município de Orizânia no estado de Minas Gerais e sua foz, no rio Muriaé no município de Itaperuna. No seu curso no trecho fluminense, com cerca de 130 km de extensão, atravessa as sedes municipais de Porciúncula e Natividade, onde tem extravasado quando ocorrem chuvas de grande porte em sua bacia hidrográfica.

Será conveniente avaliar a possibilidade da construção de barragens de contenção de cheias para proteção das cidades ribeirinhas nas bacias dos rios Muriaé, Pomba e Carangola, bem como avaliar a possibilidade da operação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes e futuros com volume de espera.

4.11.5. Bacia do Rio Itabapoana

A área de drenagem da bacia do rio Itabapoana tem cerca de 4.875 km². Seus formadores são os rios Preto e São João, cujas nascentes localizam-se na Serra do Caparaó no estado de Minas Gerais. A partir da confluência dos seus formadores, serve de limite entre os estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, e se desenvolve por cerca de 180 km até a sua foz.

As cheias do rio provocam inundações na cidade de Bom Jesus do Itabapoana e no núcleo urbano de Barra do Itabapoana situado junto a sua foz.

4.12. Conclusões

No total, foram identificados **152 locais críticos**, mais vulneráveis a inundações no Estado do Rio de Janeiro.

O quadro 4.12.1 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.

Quadro 4.12.1 – Totalização dos Locais Críticos de 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 Piraí	1
RH-III (Médio Paraíba do Sul)	Médio Paraíba do Sul	13
RH-IV (Plabanha)	Rio Plabanha	11
	Rio Paquequer 2	1
RH-V (Baía de Guanabara)	Canal do Mangue	5
	Rio Iguaçú/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

Região Hidrográfica	Bacia	Número de Locais Críticos
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 4.12.1 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.

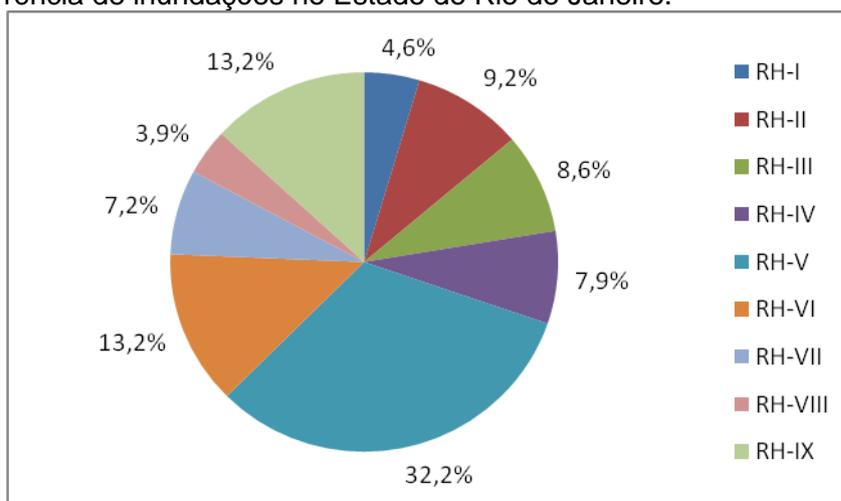


Figura 4.12.1 – Locais críticos por Região Hidrográfica, em percentuais.

Os dados da avaliação de criticidade quanto às ocorrências de inundações registradas pela Defesa Civil no período 2000-2012 estão resumidos, por RH, no quadro 4.12.2, 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.

Quadro 4.12.2 – 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.

Conforme visto no item 2 deste relatório, as inundações, tal como outros fenômenos naturais, são caracterizados como "desastres naturais" quando atingem ocupações humanas, tanto nas áreas rurais quanto nas áreas urbanas das bacias hidrográficas. Entretanto, alguns desses desastres decorrem de uma conjunção de problemas que se avolumam com o crescimento das cidades e que os governos se mostram incapazes de solucionar.

O preocupante quadro de povoamento de áreas de risco se deve à ausência de uma política de habitação e urbanização, sobretudo à ineficiência das administrações municipais no controle do seu território, permitindo a ocupação de encostas íngremes desprotegidas, de margens de rios e de planícies de inundação. Apesar de constantes alertas divulgados por profissionais que atuam em diversas áreas do conhecimento, a vulnerabilidade ambiental dessas áreas só é reconhecida após a ocorrência de grandes catástrofes, com perda de vidas humanas e grandes prejuízos materiais.

A crescente ocupação de áreas de risco levou à aprovação de leis federais que tinham por objetivo disciplinar a ocupação do espaço urbano. Primeiramente, com a aprovação da Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, regulamentando o parcelamento do solo. Posteriormente, através da Carta Magna de 1988 - a Constituição Brasileira, no Capítulo II: Políticas Urbanas, artigos 182 e 183. Por fim, com a entrada em vigor do Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, foram regulamentados os artigos 182 e 183 da Constituição, fixando importantes princípios básicos para nortear as ações públicas no ambiente urbano, tais como: planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social; planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões; planejamento municipal, em especial (plano diretor, zoneamento ambiental, plano plurianual, etc.)

Apesar da importância da Lei nº 10.257/2001, o que se viu, não apenas no estado do Rio de Janeiro mas de maneira geral, no país, foi um inegável avanço das ocupações das áreas de risco nas últimas décadas, não apenas pelas classes menos favorecidas.

Situações como as registradas no megadesastre de janeiro de 2011 na Região Serrana devem servir de exemplo para governos e sociedade. Seguramente, as consequências do desastre ambiental ocorrido seriam significativamente menores se houvesse respeito e cuidado na ocupação das áreas de encostas e de planície de inundação dos rios. Possivelmente, muitas vidas teriam sido poupadas. As áreas atingidas e arrasadas servem hoje como exemplo para orientar novos projetos e delimitar faixas não edificantes ao longo dos cursos d'água e nas áreas de encostas em situação de risco.

Nesse contexto, vale ressaltar que o nível atual de conhecimento disponível sobre áreas vulneráveis a inundações precisa ser significativamente aprofundado, inclusive para que se conheça o número de pessoas que estão expostas a esses desastres. Como mostra o quadro 4.12.2, em pouco mais de uma década, cerca de 500 mil pessoas tiveram que deixar suas casas em desastres com inundações. Outras áreas vulneráveis não atingidas pelas chuvas extremas nesse período podem elevar esse número.

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:

- **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 nos municípios 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.

- **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. VULNERABILIDADE A ESTIAGENS

5.1. Considerações Iniciais

A vulnerabilidade a estiagens foi avaliada no âmbito do PERHI-RJ com base nos totais anuais de chuva extraídos do mapa que consta na “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.

Em relação ao traçado das Isoietas das Precipitações Médias Anuais, das Bacias dos Rios Paraíba do Sul, Itabapoana e litorâneas do Rio de Janeiro, o referido documento destaca:

- Elas foram traçadas a partir dos valores médios de longo período, de 1968 a 1995, da precipitação total anual, calculados para 279 estações da região, pertencentes às três bacias e suas vizinhanças. Foram consideradas 130 estações localizadas no estado do Rio de Janeiro, 95 em São Paulo, 48 em Minas Gerais e seis no Espírito Santo.
- A conformação das isoietas acompanha a topografia, representada na escala 1:250.000 com curvas de nível a cada 100 m, como consequência dos efeitos orográficos sobre variação espacial das precipitações. Conforme descrito no referido estudo, o conhecimento de características da dinâmica atmosférica regional complementou a concepção do mapa isoietal que, em termos médios, representa a distribuição espacial da pluviosidade total anual.

Quando da realização do estudo (CPRM, 2001), a hidrografia fluminense encontrava-se dividida em 10 unidades, de acordo com a deliberação nº 804 da Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA), de 20.02.1986.

Posteriormente, através de medida aprovada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, pela Resolução CERHI-RJ N° 18 (08/11/2006), foi feita uma nova divisão da hidrografia do estado, voltada para a gestão dos recursos hídricos e mantendo-se 10 Regiões Hidrográficas.

Em 2013, houve uma nova revisão, com adequações entre limites de RH para coincidir com o critério principal de divisão por bacia hidrográfica e com a alteração do número de Regiões Hidrográficas para 9, incorporando a RH-X (Itabapoana) à RH-IX (Baixo Paraíba do Sul). Esta nova divisão hidrográfica está consolidada na Resolução CERHI-RJ N° 107, de 22/05/2013, publicada no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro em 18/06/2013.

5.2. Pluviosidade nas Regiões Hidrográficas

Com base nos mapas das isoietas médias anuais geradas pela CPRM, foram calculadas as precipitações médias anuais em cada uma das 9 Regiões Hidrográficas do estado.

A figura 5.2.1 apresenta o mapa de isoietas médias anuais produzido pela CPRM para o estado do Rio de Janeiro. Nele, foram inseridas as 9 Regiões Hidrográficas do estado.

As médias anuais em cada RH foram calculadas através de ponderação das áreas entre isoietas e os valores resultantes estão apresentados na tabela 5.2.1.

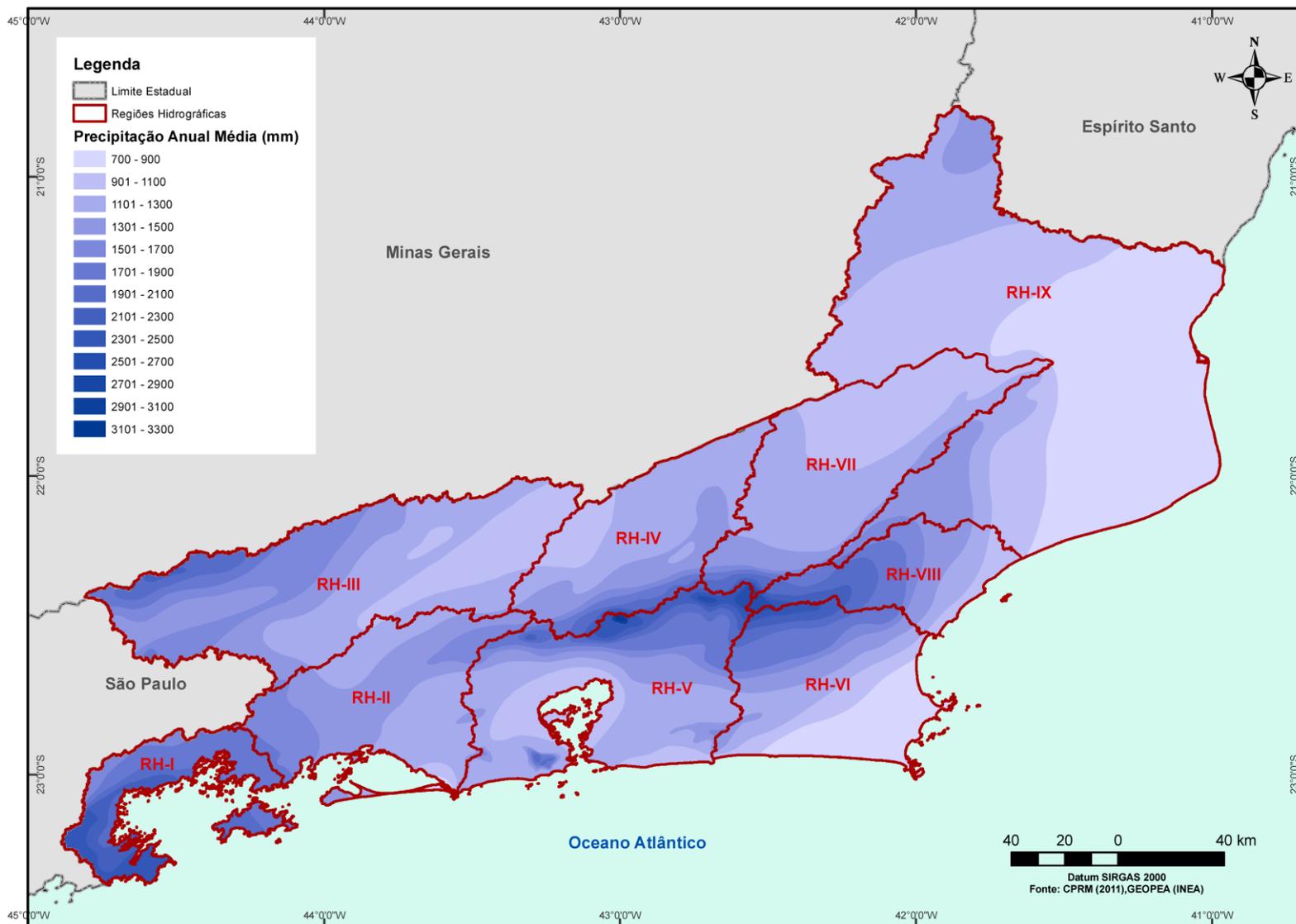


Figura 5.2.1 – Precipitação Anual e Regiões Hidrográficas

Tabela 5.2.1 – Precipitações Médias Anuais

Região Hidrográfica (nº)	Médias Anuais (mm)
I	2.090
II	1.452
III	1.433
IV	1.422
V	1.513
VI	1.343
VII	1.284
VIII	1.675
IX	1.102

Fonte: CPRM, 2001.

Em relação à distribuição e ao regime de chuvas, o estudo da CPRM (2001) faz importantes considerações relativas ao estado do Rio de Janeiro que merecem ser destacadas:

- “A latitude e a localização na borda do oceano conferem ao estado do Rio de Janeiro forte radiação solar e evaporação intensa”;
- “Fatores como radiação solar e evaporação intensa criam pré-condições à precipitação, que associadas aos fatores dinâmicos, determinam os elevados índices pluviométricos da região sudeste e do estado do Rio de Janeiro”;
- “A localização do estado, na borda oriental da América do Sul, na zona tropical, sob a trajetória preferida das correntes perturbadas, assegura ao estado boa frequência de chuvas ao longo do ano, mas a distribuição espacial da chuva é determinada por dois fatores: a orografia e o mecanismo dinâmico”;
- “As serras do Mar e da Mantiqueira são bem mais pluviosas que o litoral e o Vale do Paraíba do Sul. Nas situações de chuvas generalizadas por toda a região, quase sempre os índices mais elevados se dão nas referidas serras”.
- “Muitas vezes, enquanto na Baixada Litorânea e no Vale do Paraíba do Sul as chuvas são insignificantes, e até mesmo inexistentes, em largos trechos dessas serras se verificam intensos aguaceiros; o que se deve à influência da orografia sobre a pluviosidade da região”;

A RH I (Baía da Ilha Grande) se destaca com o índice pluviométrico médio anual mais elevado, de 2.090 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 é abrangida parcialmente pelas RHs IV, V, VI, VII e VIII, região central do mapa da figura 5.2.1, 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 e IX, os índices anuais se reduzem para uma faixa que varia de 1300 a menos de 900 mm anuais.

Dando sequência à análise das precipitações, o passo seguinte consistiu na realização dos Balanços Hídricos Climatológicos de Thornthwaite-Mather com o objetivo de caracterizar a vulnerabilidade a estiagens de cada Região Hidrográfica, através da determinação dos índices de umidade (Thornthwaite). O estudo envolveu um grande número de estações meteorológicas localizadas nas diversas RHs do estado.

5.3. Balanço Hídrico Climatológico de Thornthwaite e Mather

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.

5.3.1. Dados utilizados

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, 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, entre as 26 estações, aquelas consideradas mais representativas de cada Região Hidrográfica. Para essas estações, foram obtidos dados referentes ao período posterior ao ano de 1990, visando comparações com o período anterior (1961-1990), a fim de se verificar possíveis modificações no comportamento dos balanços hídricos, sobretudo nas localidades onde há indícios de redução dos índices pluviométricos e de ocorrência de déficit hídrico. Tal redução de índice pluviométrico pode ser observada no norte fluminense, como comprova o estudo de André *et al* (2004), intitulado “Índices de Aridez e de Umidade para a Região Norte Fluminense”. Tal estudo conclui que 5 das 14 localidades estudadas apresentam uma tendência de redução do índice de umidade.
- Para o período de dados posterior a 1990, o INMET iniciou a disponibilização dos dados mensais em seu *site* em novembro de 2012. Segundo informações coletadas junto à instituição, estão sendo feitos os ajustes necessários no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP);
- Ainda em relação ao período posterior a 1990, novas estações foram instaladas pelo INMET e vieram a ocupar vazios deixados por outras estações que foram sendo desativadas com o passar dos anos. O período de dados abrange as séries históricas de 1991 a 2012, entretanto, devido às falhas existentes, os períodos de dados utilizados na análise de cada estação são diferenciados.

A localização das estações meteorológicas utilizadas no estudo encontra-se no mapa da figura 5.3.1.1 do Anexo V.

5.3.2. Balanços hídricos climatológicos

No balanço hídrico, a evapotranspiração potencial (ET₀) 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.

O balanço hídrico “tipo” é apresentado na tabela 5.3.2.1.

Tabela 5.3.2.1 - Balanço Hídrico “tipo”

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	21,7	308,5	102,3	206,2	0,0	100,0	0,0	102,3	0,0	206,2
Fev	21,9	232,1	100,8	131,3	0,0	100,0	0,0	100,8	0,0	131,3
Mar	21,1	165,5	88,9	76,6	0,0	100,0	0,0	88,9	0,0	76,6
Abr	18,9	82,7	68,6	14,1	0,0	100,0	0,0	68,6	0,0	14,1
Mai	15,9	56,4	46,5	9,9	0,0	100,0	0,0	46,5	0,0	9,9
Jun	14,8	29,1	39,4	-10,3	10,3	90,2	-9,8	38,9	0,5	0,0
Jul	14,0	34,7	35,9	-1,2	11,5	89,1	-1,1	35,8	0,1	0,0
Ago	15,5	35,5	45,8	-10,3	21,8	80,4	-8,7	44,2	1,6	0,0
Set	17,7	44,3	62,1	-17,8	39,6	67,3	-13,1	57,4	4,7	0,0
Out	19,0	162,7	75,0	87,7	0,0	100,0	32,7	75,0	0,0	55,0
Nov	19,8	218,1	84,8	133,3	0,0	100,0	0,0	84,8	0,0	133,3
Dez	21,0	296,4	96,9	199,5	0,0	100,0	0,0	96,9	0,0	199,5
Ano	18,4	1.666,0	847,0	819,0	83,3	1.127,0	0,0	840,1	6,9	825,9

Determinações:

ET0 (mm) – evapotranspiração potencial de referência calculada pelo método de Thornthwaite a partir dos dados de temperatura das Normais Climatológicas da estação utilizada;

P-ET0 (mm) – entrada ou demanda de água no sistema;

Negativo. Acum (mm) – associada à P-ET0 e ao Armazenamento.

ARM(mm) – O valor da retenção máxima (100mm), corresponde ao total de água retido no perfil do solo considerado no instante inicial dos cálculos;

ALT (MM) – A Alteração é positiva quando o solo ganha água e negativa quando perde.

ETR (mm)– A evapotranspiração real será igual à evapotranspiração potencial (ET0) toda vez que P-ET0 for positiva. Quando negativa será obtida pela soma da precipitação (P) com a coluna ALT.

DEF (mm) – Déficit de água para a planta. Diferença entre ETR e ET0.

EXC(mm) – Excesso de água, ou seja, coluna de água que ultrapassou a retenção máxima retida no perfil de solo considerado (100 mm).

No balanço hídrico é assumida uma capacidade de armazenamento considerada igual a de 100mm, valor médio para uma grande quantidade de tipos solos e profundidade de 1,0 m.

A partir das determinações do balanço foi calculado o índice de umidade dado por:

Índice de Umidade (THORNTHWAITE):

Índice de umidade $I_u = I_h - 0,60 \cdot I_a$

Onde:

I_h é o índice hídrico, dado por: $I_h = 100 (EXC/ET0)$

EXC – excesso hídrico;

ET0 – evapotranspiração potencial

la é o Índice de Aridez, dado por: $la = 100 (DEF/ET0)$

DEF – déficit hídrico;

A tabela 5.3.2.2 apresenta a classificação de Thorntwaite dos tipos de clima segundo o índice de umidade (I_u).

Tabela 5.3.2.2 – 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	$-60 \leq I_u < -40$

5.3.3. Avaliação dos resultados dos balanços hídricos

Os índices de umidade (Thorntwaite) constam das tabelas 5.3.3.1 e 5.3.3.2, juntamente com as precipitações médias anuais e evapotranspiração potencial.

O índice de umidade se reduz bastante em algumas regiões do estado, tais como a do município do Rio de Janeiro, a de Cabo Frio/Iguaba Grande e a de Campos dos Goytacazes, aproximando-se do limite entre as faixas de clima subúmido e subúmido seco.

Tabela 5.3.3.1 - 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
	Piraiá	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 (Álcalis)	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

As principais considerações relativas aos resultados dos balanços hídricos climatológicos são apresentadas em seguida, por Região Hidrográfica.

Foram selecionados os gráficos resultantes dos balanços hídricos identificados como mais representativos de cada Região Hidrográfica e, a partir daí, feitas comparações entre elas que permitiram caracterizar aspectos importantes em relação à vulnerabilidade hídrica de cada uma.

Tabela 5.3.3.2 - Índices de Umidade obtidos dos Balanços Hídricos Climatológicos (período posterior a 1990)

Região Hidrográfica	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.

• REGIÃO HIDROGRÁFICA I

A estação Angra dos Reis, com 30 anos de observação (1961-1990) foi utilizada para representar a **RH I (Baía da Ilha Grande)** no balanço hídrico climatológico. Os resultados do balanço são traduzidos pela tabela 5.3.3.3 e pela figura 5.3.3.1 e evidenciam que, mesmo no período seco, que se estende basicamente de maio a setembro, existe um considerável excedente hídrico na região.

Tabela 5.3.3.3
Balanço Hídrico Climatológico – Angra dos Reis - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,9	241,0	142,4	98,6	0,0	100,0	0,0	142,4	0,0	98,6
Fev	26,4	221,9	145,3	76,6	0,0	100,0	0,0	145,3	0,0	76,6
Mar	25,7	233,4	127,5	105,9	0,0	100,0	0,0	127,5	0,0	105,9
Abr	23,8	163,8	98,1	65,7	0,0	100,0	0,0	98,1	0,0	65,7
Mai	22,1	105,3	75,3	30,0	0,0	100,0	0,0	75,3	0,0	30,0
Jun	20,7	74,3	61,1	13,2	0,0	100,0	0,0	61,1	0,0	13,2
Jul	20,2	71,9	57,9	14,0	0,0	100,0	0,0	57,9	0,0	14,0
Ago	20,8	78,9	66,0	12,9	0,0	100,0	0,0	66,0	0,0	12,9
Set	21,4	109,0	75,1	33,9	0,0	100,0	0,0	75,1	0,0	33,9
Out	22,3	152,1	88,8	63,3	0,0	100,0	0,0	88,8	0,0	63,3
Nov	23,5	171,0	107,5	63,5	0,0	100,0	0,0	107,5	0,0	63,5
Dez	24,9	261,1	128,8	132,3	0,0	100,0	0,0	128,8	0,0	132,3
Ano	23,1	1.883,7	1.173,8	709,9	0,0	1.200,0	0,0	1.173,8	0,0	709,9

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 60,5 \rightarrow$ B3 úmido

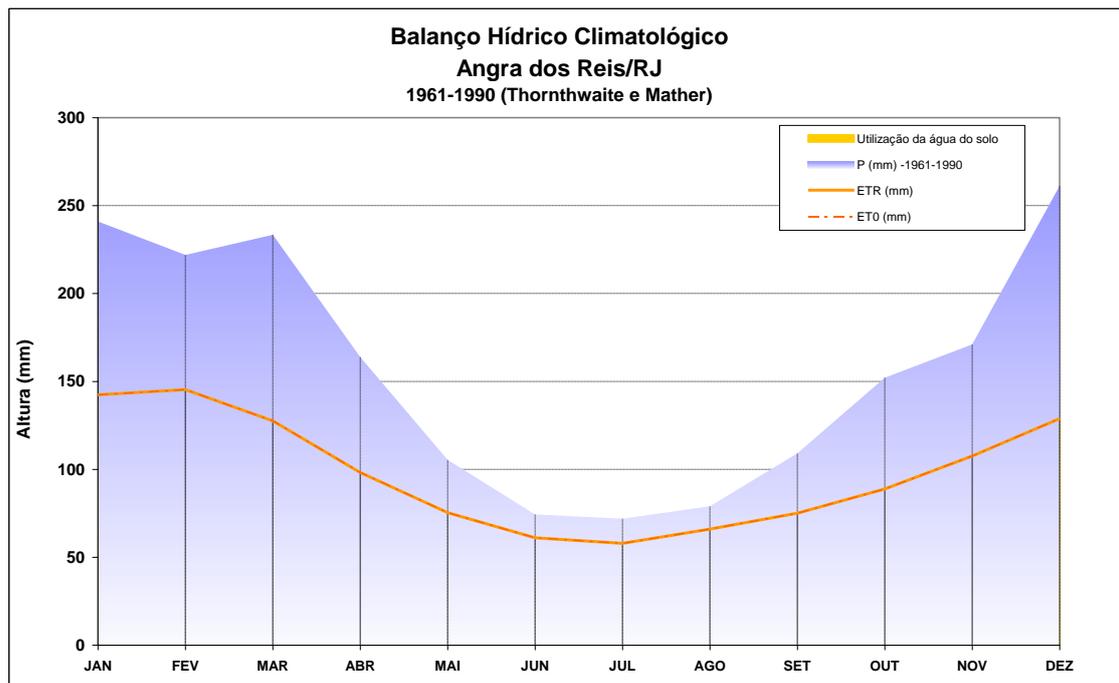


Figura 5.3.3.1

• REGIÃO HIDROGRÁFICA II

A estação Ecologia Agrícola foi a utilizada para representar toda a parte baixa da **RH II (Guandu)** no período de 1961-1990 e a estação Santa Cruz no período posterior. Os resultados dos balanços hídricos referentes aos dois períodos são apresentados na tabela 5.3.3.4 e figura 5.3.3.2 e na tabela 5.3.3.5 e figura 5.3.3.3.

Observa-se uma modificação no comportamento do balanço hídrico no período posterior a 1990. A ETR se elevou nos primeiros meses do ano, aumentando a utilização da água no solo, como mostra a figura 5.3.3.3. O índice de umidade sofreu redução, passando de 9,60 para 0,30.

É importante, entretanto, levar em conta na presente análise, que, apesar da proximidade entre os locais das estações consideradas, 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 possibilitarão conclusões mais precisas.

A estação Piraí representa a parte alta da **RH II**, que não apresenta vulnerabilidade a estiagens.

Os índices de umidade obtidos no balanço hídrico foram apresentados na tabela 5.3.3.1.

Tabela 5.3.3.4 - Balanço Hídrico Climatológico – Ecologia Agrícola - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,1	202,4	145,3	57,1	0,0	100,0	0,0	145,3	0,0	57,1
Fev	26,4	153,2	145,2	8,0	0,0	100,0	0,0	145,2	0,0	8,0
Mar	25,6	160,5	126,1	34,4	0,0	100,0	0,0	126,1	0,0	34,4
Abr	23,4	96,7	93,6	3,1	0,0	100,0	0,0	93,6	0,0	3,1
Mai	21,5	53,8	69,7	-15,9	15,9	85,3	-14,7	68,5	1,2	0,0
Jun	20,6	39,5	60,2	-20,7	36,6	69,3	-15,9	55,4	4,7	0,0
Jul	20,2	29,2	57,8	-28,6	65,2	52,1	-17,3	46,5	11,4	0,0
Ago	21,1	41,8	68,5	-26,7	92,0	39,9	-12,2	54,0	14,5	0,0
Set	21,9	59,1	79,9	-20,8	112,7	32,4	-7,5	66,6	13,3	0,0
Out	22,6	107,2	92,0	15,2	74,3	47,6	15,2	92,0	0,0	0,0
Nov	23,8	135,5	111,1	24,4	32,9	72,0	24,4	111,1	0,0	0,0
Dez	25,0	195,6	130,0	65,6	0,0	100,0	28,0	130,0	0,0	37,5
Ano	23,2	1.274,5	1.179,4	95,1	429,6	898,5	0,0	1.134,3	45,1	140,2

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 9,60 \rightarrow$ subúmido

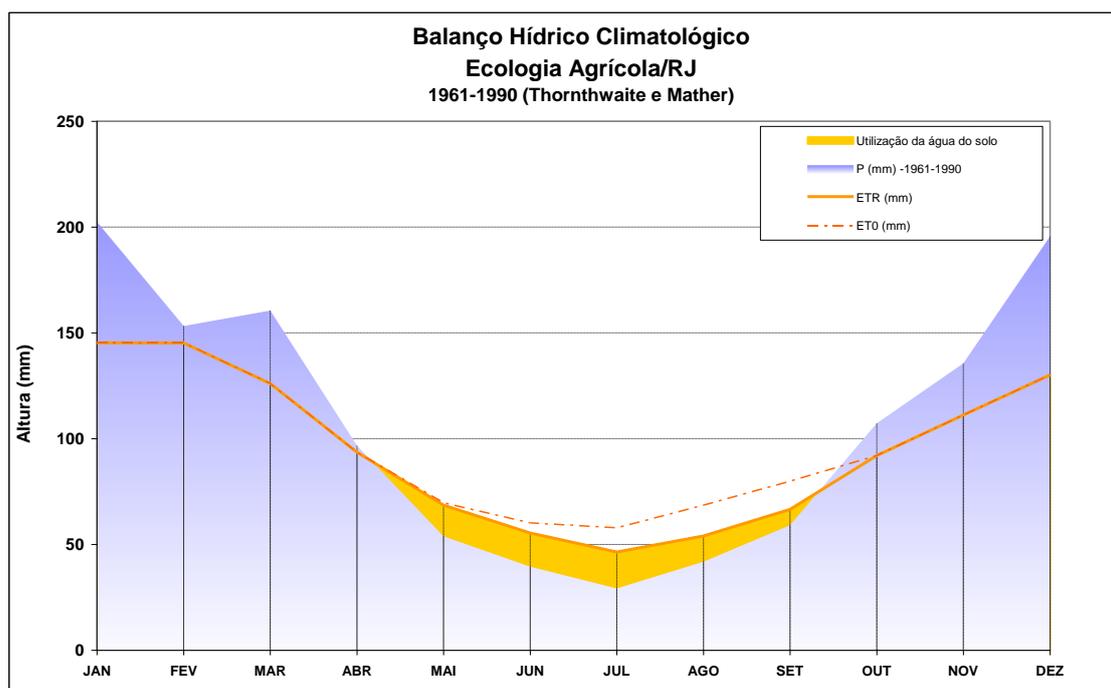


Figura 5.3.3.2

Tabela 5.3.3.5
Balço Hídrico Climatológico – Santa Cruz - RJ (2002-2010)

Mês	T oC	P (mm) 2002-2010	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	27,2	194,1	164,1	30,0	0,0	100,0	21,5	164,1	0,0	8,5
Fev	27,5	158,6	164,5	-5,9	5,9	94,3	-5,7	164,3	0,2	0,0
Mar	27,4	129,2	154,5	-25,3	31,2	73,2	-21,0	150,2	4,2	0,0
Abr	25,9	144,3	122,3	22,0	4,9	95,2	22,0	122,3	0,0	0,0
Mai	23,2	99,8	81,3	18,4	0,0	100,0	4,8	81,3	0,0	13,7
Jun	22,6	58,0	72,3	-14,3	14,3	86,6	-13,4	71,4	1,0	0,0
Jul	21,9	65,5	66,5	-1,1	15,4	85,7	-0,9	66,4	0,1	0,0
Ago	23,1	34,1	83,3	-49,3	64,7	52,4	-33,3	67,4	15,9	0,0
Set	23,2	77,6	87,9	-10,4	75,0	47,2	-5,2	82,7	5,2	0,0
Out	24,4	115,3	109,8	5,6	63,9	52,8	5,6	109,8	0,0	0,0
Nov	25,3	122,0	129,1	-7,1	71,0	49,2	-3,6	125,6	3,5	0,0
Dez	26,3	177,9	148,6	29,3	24,2	78,5	29,3	148,6	0,0	0,0
Ano	24,8	1.376,3	1.384,2	-7,9	370,5	915,1	0,0	1.354,1	30,1	22,2

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = 0,30 \rightarrow$ subúmido

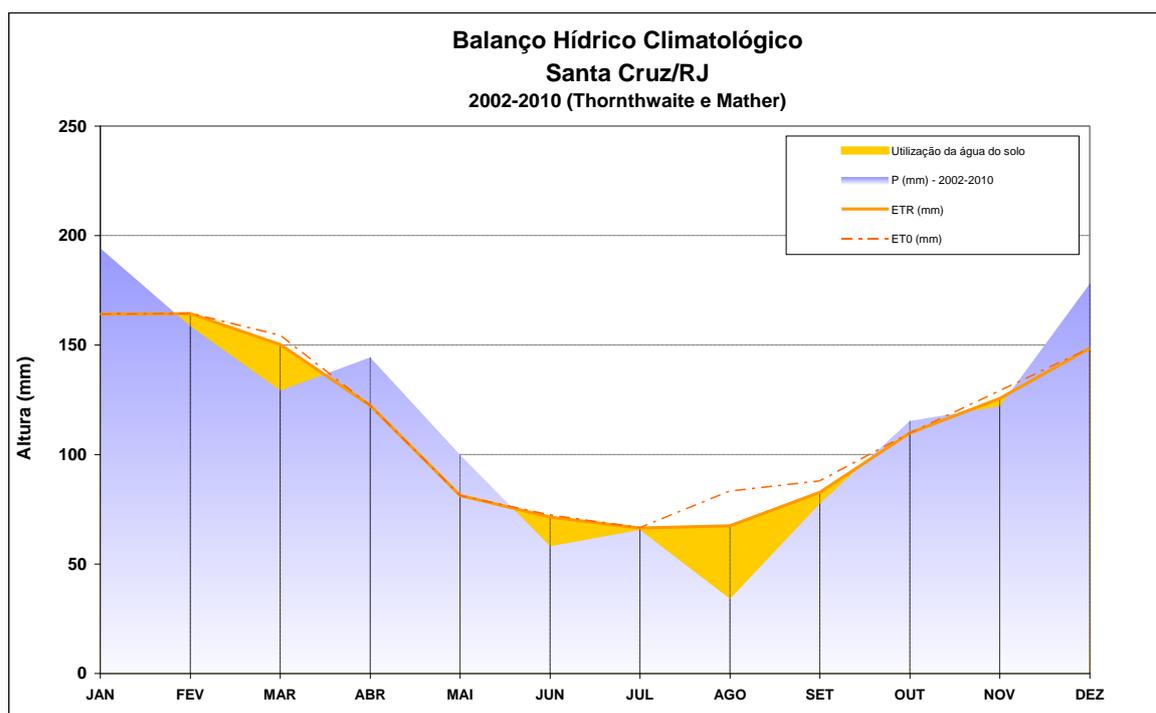


Figura 5.3.3.3

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA III**

A estação climatológica de Resende foi a escolhida para representar a **RH III (Médio Paraíba do Sul)**. Foram analisados os balanços hídricos realizados para os períodos de 1961 a 1990 e 2000 a 2010. Os gráficos resultantes dos balanços, correspondentes a cada período são apresentados nas figuras 5.3.3.4 e 5.3.3.5.

Observa-se grande similaridade entre os dois gráficos, com pequenas modificações de comportamento no período mais seco 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.

Tabela 5.3.3.6
Balanço Hídrico Climatológico – Resende - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,8	279,0	117,1	161,9	0,0	100,0	0,0	117,1	0,0	161,9
Fev	24,2	208,7	117,9	90,8	0,0	100,0	0,0	117,9	0,0	90,8
Mar	23,6	213,9	105,3	108,6	0,0	100,0	0,0	105,3	0,0	108,6
Abr	21,5	102,5	80,6	21,9	0,0	100,0	0,0	80,6	0,0	21,9
Mai	19,2	40,4	58,3	-17,9	17,9	83,6	-16,4	56,8	1,5	0,0
Jun	17,7	29,2	46,9	-17,7	35,6	70,0	-13,5	42,7	4,1	0,0
Jul	17,4	20,0	45,7	-25,7	61,3	54,2	-15,8	35,8	9,8	0,0
Ago	18,9	30,0	58,2	-28,2	89,4	40,9	-13,3	43,3	14,9	0,0
Set	20,4	58,8	73,1	-14,3	103,7	35,4	-5,4	64,2	8,8	0,0
Out	21,4	131,1	86,3	44,8	22,0	80,3	44,8	86,3	0,0	0,0
Nov	22,4	177,7	100,4	77,3	0,0	100,0	19,7	100,4	0,0	57,6
Dez	23,1	261,1	110,1	151,0	0,0	100,0	0,0	110,1	0,0	151,0
Ano	21,1	1.552,4	999,8	552,6	329,9	964,4	0,0	960,6	39,2	591,8

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 56,80 \rightarrow$ subúmido

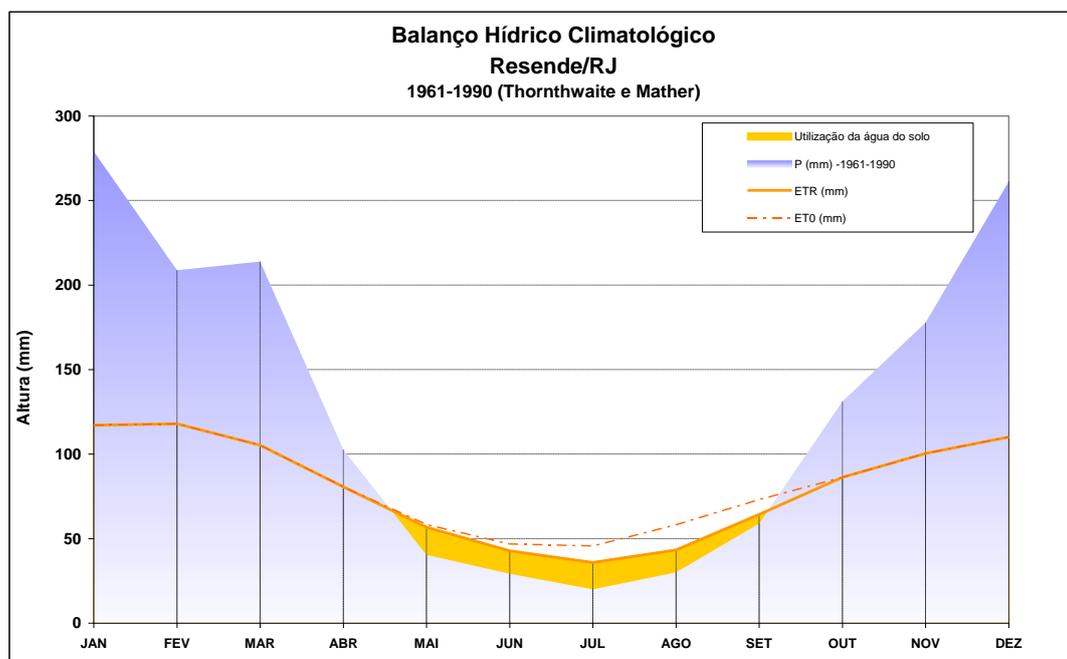


Figura 5.3.3.4

Tabela 5.3.3.7
Balanço Hídrico Climatológico – Resende - RJ (2000-2010)

Mês	T oC	P (mm) 2000-2010	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,0	352,5	119,2	233,3	0,0	100,0	0,0	119,2	0,0	233,3
Fev	24,3	208,5	118,9	89,6	0,0	100,0	0,0	118,9	0,0	89,6
Mar	23,7	187,9	106,4	81,5	0,0	100,0	0,0	106,4	0,0	81,5
Abr	22,3	96,7	87,3	9,4	0,0	100,0	0,0	87,3	0,0	9,4
Mai	19,0	49,0	56,4	-7,3	7,3	92,9	-7,1	56,1	0,3	0,0
Jun	17,7	12,9	46,1	-33,3	40,6	66,6	-26,3	39,2	7,0	0,0
Jul	17,2	43,2	43,9	-0,7	41,3	66,2	-0,5	43,6	0,2	0,0
Ago	18,6	14,8	55,7	-41,0	82,3	43,9	-22,2	37,0	18,7	0,0
Set	20,4	60,3	72,7	-12,3	94,6	38,8	-5,1	65,4	7,2	0,0
Out	22,1	119,8	92,7	27,1	41,7	65,9	27,1	92,7	0,0	0,0
Nov	22,4	222,4	99,4	123,0	0,0	100,0	34,1	99,4	0,0	88,9
Dez	23,8	265,3	117,3	148,0	0,0	100,0	0,0	117,3	0,0	148,0
Ano	21,3	1.633,2	1.016,0	617,2	307,8	974,4	0,0	982,6	33,4	650,6

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 62,03 \rightarrow$ subúmido

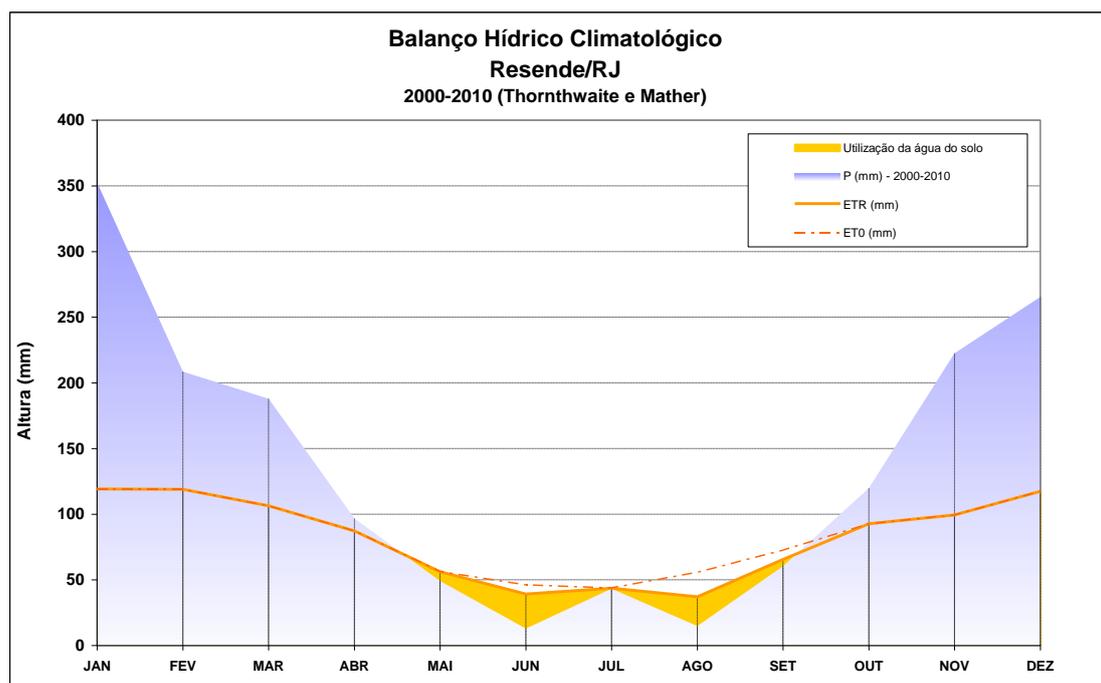


Figura 5.3.3.5

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA IV**

Os balanços hídricos realizados para as estações climatológicas inseridas na **RH IV (Piabanha)** não revelaram qualquer problema relacionado com vulnerabilidade a estiagens na região.

Para o período 1961-1990 todas as estações forneceram índices de umidade elevados. A estação Teresópolis (Parque Nacional), localizada na altitude de 959 m, é a que apresenta melhores índices. A relação entre precipitação e evapotranspiração potencial é

positiva em todos os meses do ano. Além de deficit hídrico nulo, apresenta um excedente hídrico expressivo, igual a 1.967 mm, como pode ser visto na figura 5.3.3.6.

Tabela 5.3.3.8
Balanco Hídrico Climatológico – Teresópolis - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	20,7	401,9	95,8	306,1	0,0	100,0	0,0	95,8	0,0	306,1
Fev	20,8	322,6	93,6	229,0	0,0	100,0	0,0	93,6	0,0	229,0
Mar	20,2	263,3	84,1	179,2	0,0	100,0	0,0	84,1	0,0	179,2
Abr	17,9	226,3	64,4	161,9	0,0	100,0	0,0	64,4	0,0	161,9
Mai	15,8	120,7	48,5	72,2	0,0	100,0	0,0	48,5	0,0	72,2
Jun	14,9	69,8	42,4	27,4	0,0	100,0	0,0	42,4	0,0	27,4
Jul	14,3	83,4	39,9	43,5	0,0	100,0	0,0	39,9	0,0	43,5
Ago	15,6	101,3	49,1	52,2	0,0	100,0	0,0	49,1	0,0	52,2
Set	16,7	143,7	58,3	85,4	0,0	100,0	0,0	58,3	0,0	85,4
Out	17,5	264,5	66,9	197,6	0,0	100,0	0,0	66,9	0,0	197,6
Nov	18,3	351,5	75,8	275,7	0,0	100,0	0,0	75,8	0,0	275,7
Dez	19,7	425,4	88,4	337,0	0,0	100,0	0,0	88,4	0,0	337,0
Ano	17,7	2.774,4	807,2	1.967,2	0,0	1.200,0	0,0	807,2	0,0	1967,2

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 243,70 \rightarrow$ subúmido

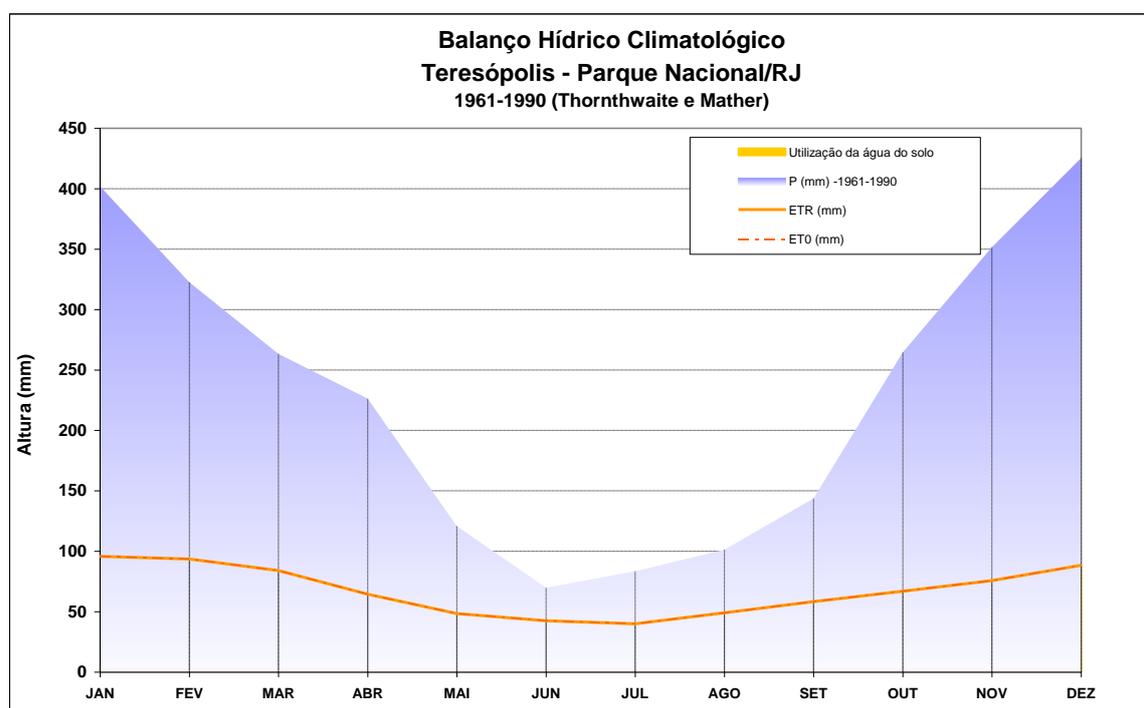


Figura 5.3.3.6

Para o balanço hídrico de período mais atual, foram considerados dados de outra estação do INMET em Teresópolis. O período de observações sem falhas disponível é curto e se estende de 2002 a 2009, o que prejudica uma análise mais conclusiva dos resultados. A estação utilizada está situada na altitude de 874 m, inferior à do Parque Nacional (959 m). Os resultados obtidos para essa estação mostram um deficit hídrico

reduzido nos meses mais secos, de junho a setembro, e um excedente hídrico anual considerável, como pode ser visto na tabela 5.3.3.9.

Tabela 5.3.3.9
Balanço Hídrico Climatológico – Teresópolis - RJ (2002-2009)

Mês	T oC	P (mm) 2002-2009	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	22,7	314,4	106,7	207,7	0,0	100,0	0,0	106,7	0,0	207,7
Fev	23,3	202,0	109,2	92,9	0,0	100,0	0,0	109,2	0,0	92,9
Mar	22,9	194,9	99,5	95,4	0,0	100,0	0,0	99,5	0,0	95,4
Abr	21,2	94,9	79,8	15,1	0,0	100,0	0,0	79,8	0,0	15,1
Mai	18,3	55,4	54,8	0,6	0,0	100,0	0,0	54,8	0,0	0,6
Jun	17,6	33,0	49,0	-15,9	15,9	85,3	-14,7	47,8	1,2	0,0
Jul	16,9	49,1	45,2	3,9	11,5	89,2	3,9	45,2	0,0	0,0
Ago	18,3	24,5	56,7	-32,2	43,7	64,6	-24,6	49,1	7,7	0,0
Set	19,1	58,9	65,3	-6,5	50,2	60,5	-4,0	62,9	2,4	0,0
Out	21,0	116,8	85,3	31,5	8,3	92,0	31,5	85,3	0,0	0,0
Nov	21,4	285,6	92,5	193,1	0,0	100,0	8,0	92,5	0,0	185,2
Dez	22,3	310,1	103,2	206,9	0,0	100,0	0,0	103,2	0,0	206,9
Ano	20,4	1.739,6	947,1	792,4	129,6	1.091,6	0,0	935,8	11,3	803,7

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = 84,13 \rightarrow$ subúmido

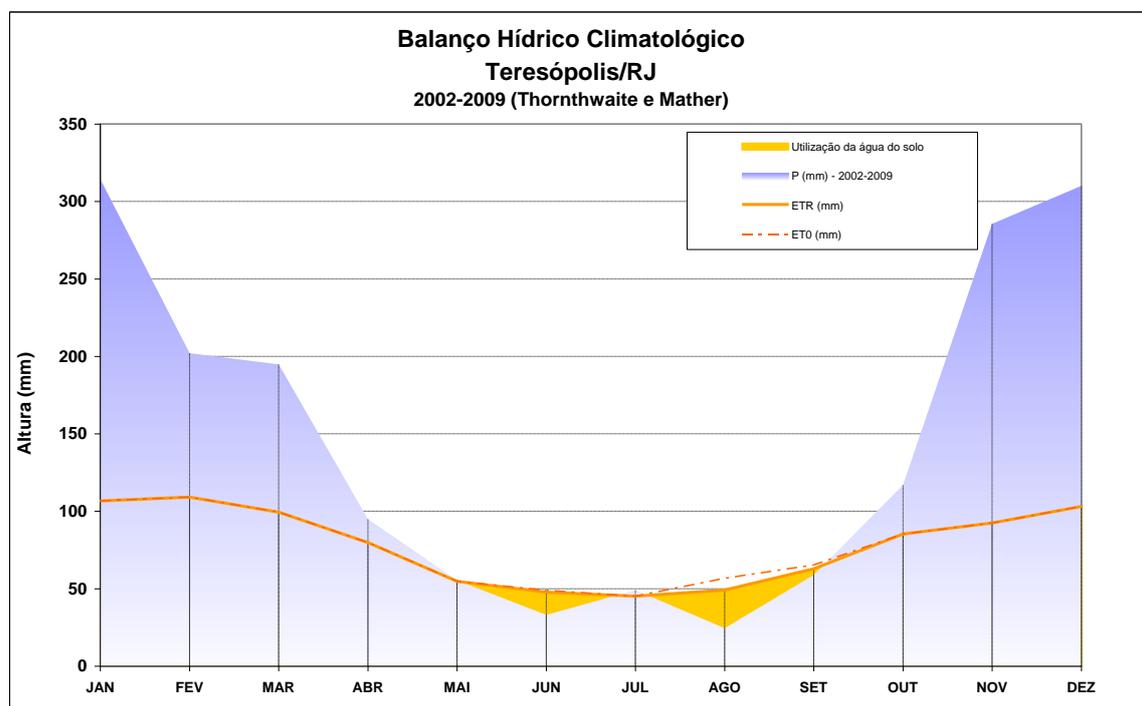


Figura 5.3.3.7

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, qual seja: um pequeno déficit hídrico, no período de maio a setembro, quando comparado ao excedente hídrico.

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA V**

A **RH V (Baía de Guanabara)** é a 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.

Algumas dessas estações, como, por exemplo, Alto da Boa Vista, Santa Teresa e Tinguá, 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 atinge valores mais baixos. Os balanços hídricos nessas áreas mais altas não representam a maior parte das áreas intensamente urbanizadas da Região Metropolitana, localizadas no nível do mar e, em geral, expostas a uma forte insolação, a elevados índices de evaporação e a índices de pluviosidade relativamente baixos.

A estação Rio de Janeiro representa melhor as condições climatológicas da maior parte dessas áreas intensamente urbanizadas da **RH V**. Os resultados da análise dos dados da estação Rio de Janeiro são apresentados a seguir, para os períodos de observações disponíveis: 1961-1990 e 2003-2011.

O balanço climatológico do período 1961-1990 mostra um acentuado déficit hídrico ao longo dos meses do ano, que totaliza 169,2 mm (tabela 5.3.3.10 e figura 5.3.3.8). O índice de umidade atinge valor muito baixo (igual a 8,30) e o tipo de clima se enquadra na faixa de subúmido seco.

Tabela 5.3.3.10
Balanço Hídrico Climatológico – Rio de Janeiro - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC mm)
Jan	26,3	137,1	148,3	-11,2	400,0	1,8	-0,2	137,3	11,0	0,0
Fev	26,6	130,4	148,4	-18,0	418,0	1,5	-0,3	130,7	17,7	0,0
Mar	26,0	135,8	131,3	4,5	280,2	6,1	4,5	131,3	0,0	0,0
Abr	24,4	94,9	103,8	-8,9	289,1	5,5	-0,5	95,4	8,4	0,0
Mai	22,8	69,8	80,3	-10,5	299,6	5,0	-0,6	70,4	9,9	0,0
Jun	21,8	42,7	68,5	-25,8	325,4	3,9	-1,1	43,8	24,6	0,0
Jul	21,3	41,9	64,9	-23,0	348,4	3,1	-0,8	42,7	22,2	0,0
Ago	21,8	44,5	72,9	-28,4	376,8	2,3	-0,8	45,3	27,7	0,0
Set	22,2	53,6	80,9	-27,3	404,1	1,8	-0,6	54,2	26,7	0,0
Out	22,9	86,5	93,5	-7,0	411,1	1,6	-0,1	86,6	6,9	0,0
Nov	24,0	97,8	112,2	-14,4	425,4	1,4	-0,2	98,0	14,1	0,0
Dez	25,3	134,2	133,6	0,6	388,8	2,0	0,6	133,6	0,0	0,0
Ano	23,8	1.069,2	1.238,4	-169,2	4.367,0	36,1	0,0	1.069,2	169,2	0,0

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = - 8,30 \rightarrow$ subúmido seco

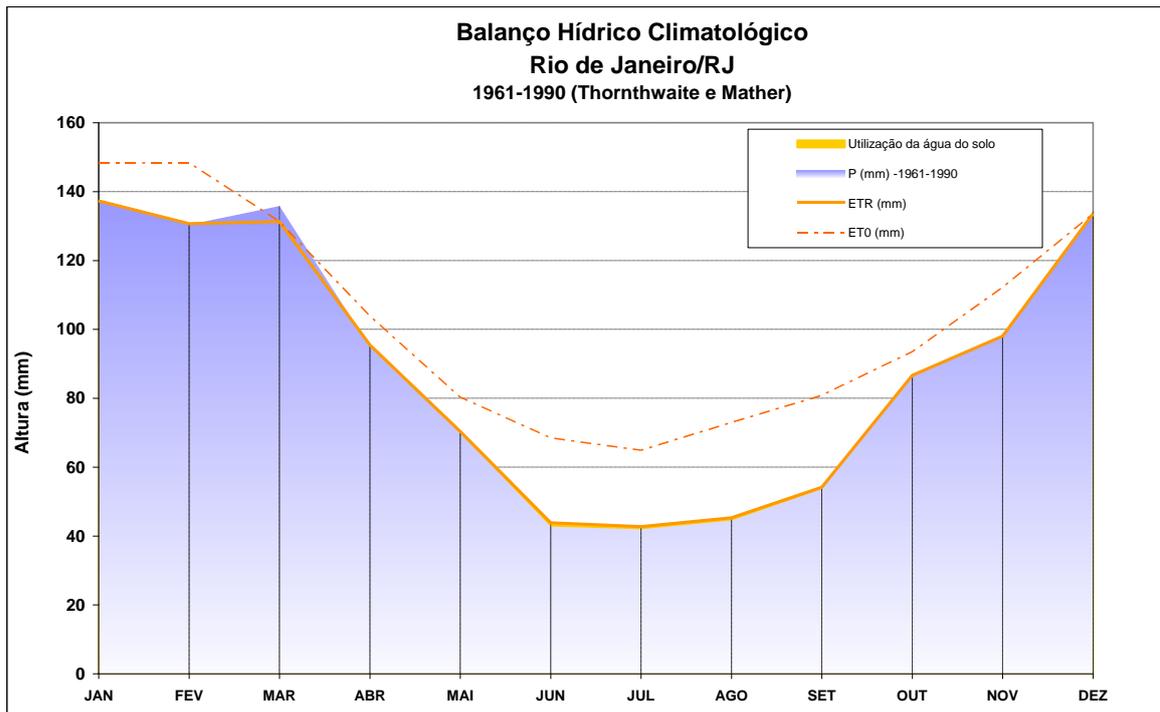


Figura 5.3.3.8

Para o período 2003-2011, o balanço apresentou mudanças no comportamento anual médio em relação ao período anterior, que podem ser visualizadas comparando-se as representações gráficas dos 2 balanços (figuras 5.3.3.8 e 5.3.3.9).

Surgiram períodos de maior utilização de água do solo distribuídos nos primeiros meses do ano, assim como nos meses mais secos, como pode ser visto na figura 5.3.3.9, o que, entretanto, foi compensado por um aumento da pluviosidade média anual, que passou de 1069 mm no período anterior, para 1295 mm no período mais recente. O déficit hídrico sofreu ligeira redução, passando de 169 mm para 160 mm.

O índice de umidade apresentou uma melhoria em relação ao período anterior, passando de - 8,30 para - 6,70, 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.

Outras estações da **RH V**, tais como Penha, Engenho de Dentro, Realengo e Bangu, também apresentaram índices de umidade muito baixos, sempre na faixa de clima subúmido seco.

Tabela 5.3.3.11
Balço Hídrico Climatológico – Rio de Janeiro - RJ (2003-2011)

Mês	T oC	P (mm) 2003-2011	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	28,0	177,1	182,1	-5,0	67,9	50,7	-2,6	179,7	2,4	0,0
Fev	28,6	90,0	188,8	-98,8	166,8	18,9	-31,8	121,8	67,0	0,0
Mar	27,2	168,5	150,6	17,9	100,1	36,8	17,9	150,6	0,0	0,0
Abr	26,3	135,3	127,5	7,8	80,7	44,6	7,8	127,5	0,0	0,0
Mai	23,9	63,7	87,7	-24,0	104,8	35,1	-9,5	73,2	14,5	0,0
Jun	22,7	41,7	72,5	-30,8	135,6	25,8	-9,3	51,0	21,5	0,0
Jul	22,4	66,9	69,5	-2,6	138,2	25,1	-0,7	67,5	1,9	0,0
Ago	23,1	37,0	80,8	-43,9	182,0	16,2	-8,9	45,9	35,0	0,0
Set	23,4	68,0	89,3	-21,3	203,4	13,1	-3,1	71,1	18,2	0,0
Out	24,7	121,3	112,8	8,4	153,7	21,5	8,4	112,8	0,0	0,0
Nov	25,9	148,2	137,3	10,9	112,7	32,4	10,9	137,3	0,0	0,0
Dez	26,7	177,8	156,9	20,9	63,0	53,3	20,9	156,9	0,0	0,0
Ano	25,2	1.295,3	1.455,8	-160,5	1.508,8	373,4	0,0	1.295,3	160,5	0,0

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = -6,73 \rightarrow$ subúmido seco

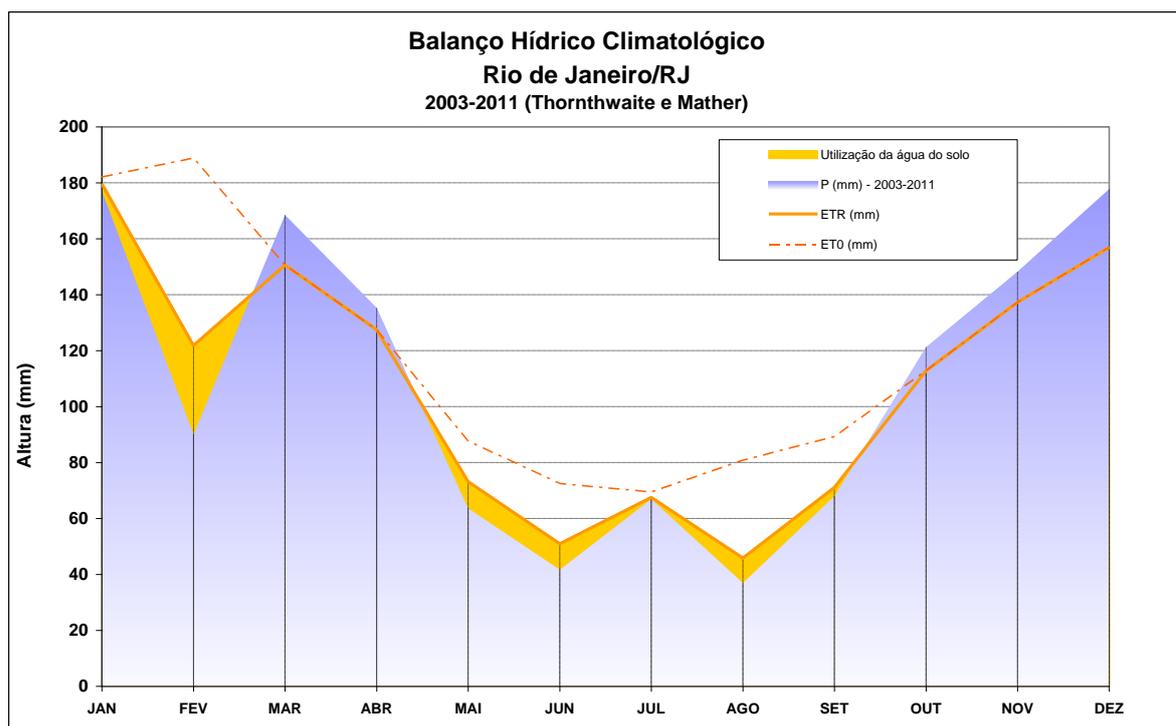


Figura 5.3.3.9

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA VI**

Nas estações como Cabo Frio (1961-1990) e Iguaba Grande (1993-2011), que representam a baixada litorânea da **RH VI (Lagos São João)**, o índice de umidade de Thorntwaite atinge valores muito baixos, respectivamente iguais a -19,40 e -17,7, valores esses que se enquadram no tipo de clima subúmido seco, mas que se situam quase na passagem para o tipo de clima semiárido (-20 a -40).

Como pode ser visto nos balanços que se seguem (tabela 5.3.3.12/figura 5.3.3.10 e tabela 5.3.3.13/figura 5.3.3.11), em todos os meses do ano a evapotranspiração supera a precipitação na baixada litorânea da **RH VI**, sendo única exceção o mês de outubro na estação Cabo Frio, onde esses valores praticamente se igualam. Em ambos os períodos analisados, o déficit dado pela diferença entre ETR e ET0 ocorre de forma contínua, em todos os meses do ano, totalizando 366,40 mm no período 1961-1990 e 368,40 mm no período 1993-2011.

Os totais anuais de chuva, 785 mm em Cabo Frio e 900 mm em Iguaba, são os mais baixos registrados entre todas as regiões analisadas do estado.

Tabela 3.3.3.12
Balanço Hídrico Climatológico–Cabo Frio/RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,0	74,6	129,2	-54,6	404,6	1,7	-1,3	75,9	53,4	0,0
Fev	25,2	37,0	127,8	-90,8	495,4	0,7	-1,0	38,0	89,8	0,0
Mar	25,3	58,1	122,2	-64,1	559,5	0,4	-0,3	58,4	63,8	0,0
Abr	24,1	78,6	101,8	-23,2	582,8	0,3	-0,1	78,7	23,1	0,0
Mai	22,6	74,0	80,4	-6,4	589,2	0,3	0,0	74,0	6,4	0,0
Jun	21,6	47,9	69,0	-21,1	610,3	0,2	-0,1	48,0	21,1	0,0
Jul	21,1	47,1	65,7	-18,6	628,9	0,2	0,0	47,1	18,5	0,0
Ago	21,0	37,6	68,1	-30,5	659,4	0,1	0,0	37,6	30,5	0,0
Set	21,2	58,1	73,5	-15,4	674,8	0,1	0,0	58,1	15,4	0,0
Out	22,0	90,6	85,9	4,7	303,7	4,8	4,7	85,9	0,0	0,0
Nov	23,3	92,7	105,3	-12,6	316,3	4,2	-0,6	93,3	12,0	0,0
Dez	24,4	88,3	122,0	-33,7	350,0	3,0	-1,2	89,5	32,5	0,0
Ano	23,1	784,6	1.151,0	-366,4	6.174,8	16,1	0,0	784,6	366,4	0,0

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = -19,40 \rightarrow$ subúmido seco

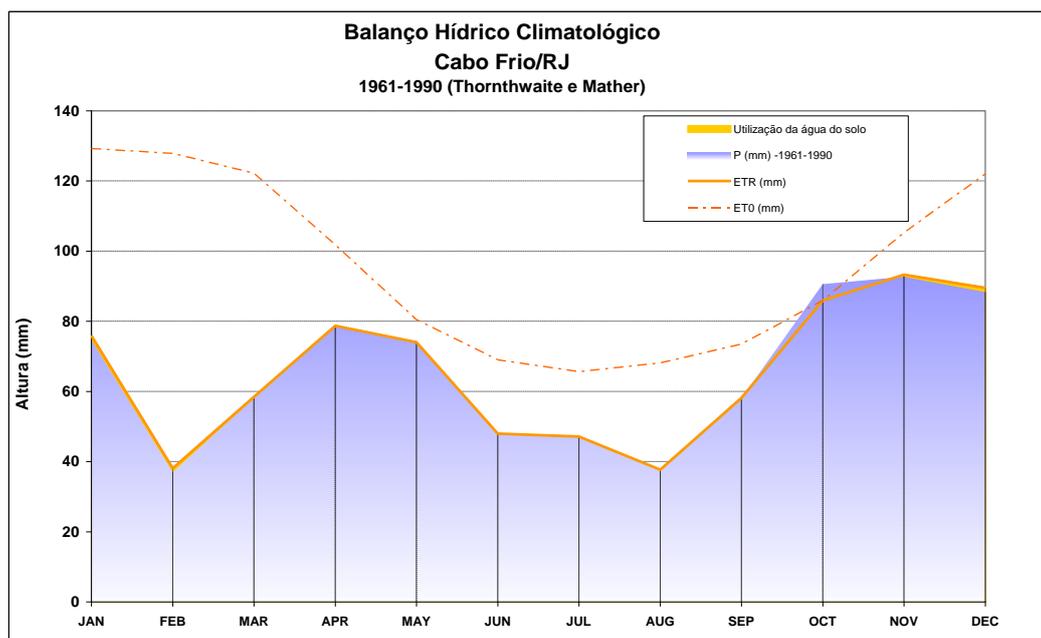


Figura 5.3.3.10

Tabela 5.3.3.13
Balanço Hídrico Climatológico – Iguaba Grande-RJ (1993-2011)

Mês	T oC	P (mm) 1993-2011	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,5	111,4	151,9	-40,5	1290,4	0,0002	0,0	111,4	40,5	0,0
Fev	27,2	58,8	158,7	-99,8	1390,2	0,0001	0,0	58,8	99,8	0,0
Mar	26,2	115,9	134,0	-18,1	1408,4	0,0001	0,0	115,9	18,1	0,0
Abr	24,9	80,0	110,4	-30,5	1438,8	0,0001	0,0	80,0	30,5	0,0
Mai	22,5	68,9	76,9	-8,0	1446,8	0,0001	0,0	68,9	8,0	0,0
Jun	21,4	37,4	64,2	-26,8	1473,6	0,0000	0,0	37,4	26,8	0,0
Jul	21,3	55,9	64,6	-8,7	1113,9	0,0015	0,0	55,9	8,7	0,0
Ago	21,8	31,9	72,3	-40,4	1154,3	0,0010	0,0	31,9	40,4	0,0
Set	22,3	52,4	81,6	-29,2	1183,5	0,0007	0,0	52,4	29,2	0,0
Out	23,4	66,7	98,6	-31,9	1215,4	0,0005	0,0	66,7	31,9	0,0
Nov	24,3	103,7	115,5	-11,8	1227,1	0,0005	0,0	103,7	11,8	0,0
Dez	25,7	116,9	139,6	-22,8	1249,9	0,0004	0,0	116,9	22,8	0,0
Ano	24,0	899,9	1.268,2	-368,4	15.592,2	0,0	0,0	899,9	368,4	0,0

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = -17,7 \rightarrow$ subúmido seco

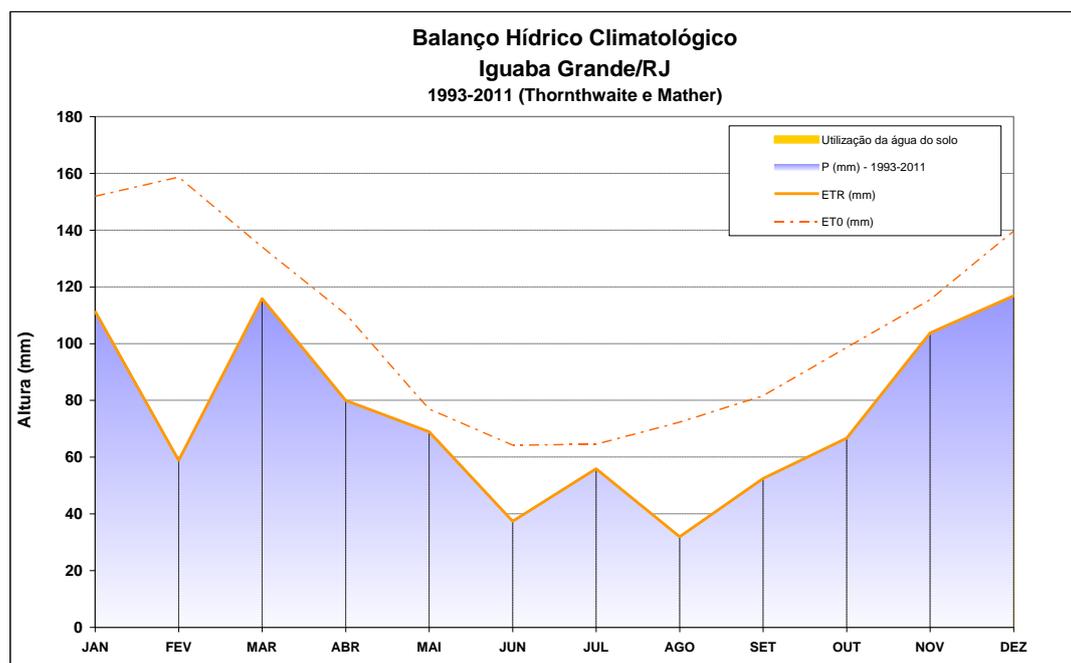


Figura 5.3.3.11

Os resultados de ambos os períodos mostram que há necessidade de irrigação durante todos os meses do ano.

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA VII**

A **RH VII (Dois Rios)** está sendo representada pela estação Cordeiro, que possui dados dos períodos 1961-1990 e 1993-2011. Os balanços climatológicos em ambos os períodos analisados apresentam índices de umidade elevados (ver tabela 5.3.3.14 e 5.3.3.15).

Analisando-se o período 1961-1990, observa-se que, de meados de abril a setembro ocorre a utilização de água do solo e um pequeno déficit hídrico, de 24,7 mm. Por outro lado, os meses chuvosos são capazes de gerar um excedente hídrico anual de 363 mm.

Na análise do balanço correspondente ao período mais atual (1996-2011), verifica-se que a utilização da água do solo ocorre desde abril até o início de outubro. O déficit hídrico anual se elevou para 74,4 mm, entretanto, a pluviosidade média anual passou de 1300,7 mm (período 1961-2011) para 1400,6 mm (período 1996-2011). O excedente hídrico se elevou para 492,7 mm, como mostra a tabela 5.3.3.15.

Tabela 5.3.3.14
Balanço Hídrico Climatológico – Cordeiro (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,5	208,8	114,6	94,2	0,0	100,0	0,0	114,6	0,0	94,2
Fev	23,9	105,2	115,4	-10,2	10,2	90,3	-9,7	114,9	0,5	0,0
Mar	23,2	104,5	102,3	2,2	7,8	92,5	2,2	102,3	0,0	0,0
Abr	20,8	95,8	76,4	19,4	0,0	100,0	7,5	76,4	0,0	11,9
Mai	18,7	31,7	56,8	-25,1	25,1	77,8	-22,2	53,9	2,9	0,0
Jun	17,3	43,5	46,5	-3,0	28,1	75,5	-2,3	45,8	0,7	0,0
Jul	16,7	24,1	43,5	-19,4	47,5	62,2	-13,3	37,4	6,1	0,0
Ago	18,1	23,4	54,6	-31,2	78,7	45,5	-16,7	40,1	14,5	0,0
Set	19,1	79,0	64,6	14,4	51,3	59,9	14,4	64,6	0,0	0,0
Out	20,7	148,0	81,6	66,4	0,0	100,0	40,1	81,6	0,0	26,2
Nov	22,0	204,3	97,7	106,6	0,0	100,0	0,0	97,7	0,0	106,6
Dez	22,8	232,4	108,0	124,4	0,0	100,0	0,0	108,0	0,0	124,4
Ano	20,6	1.300,7	962,1	338,6	248,6	1.003,8	0,0	937,4	24,7	363,3

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 36,0 \rightarrow$ úmido

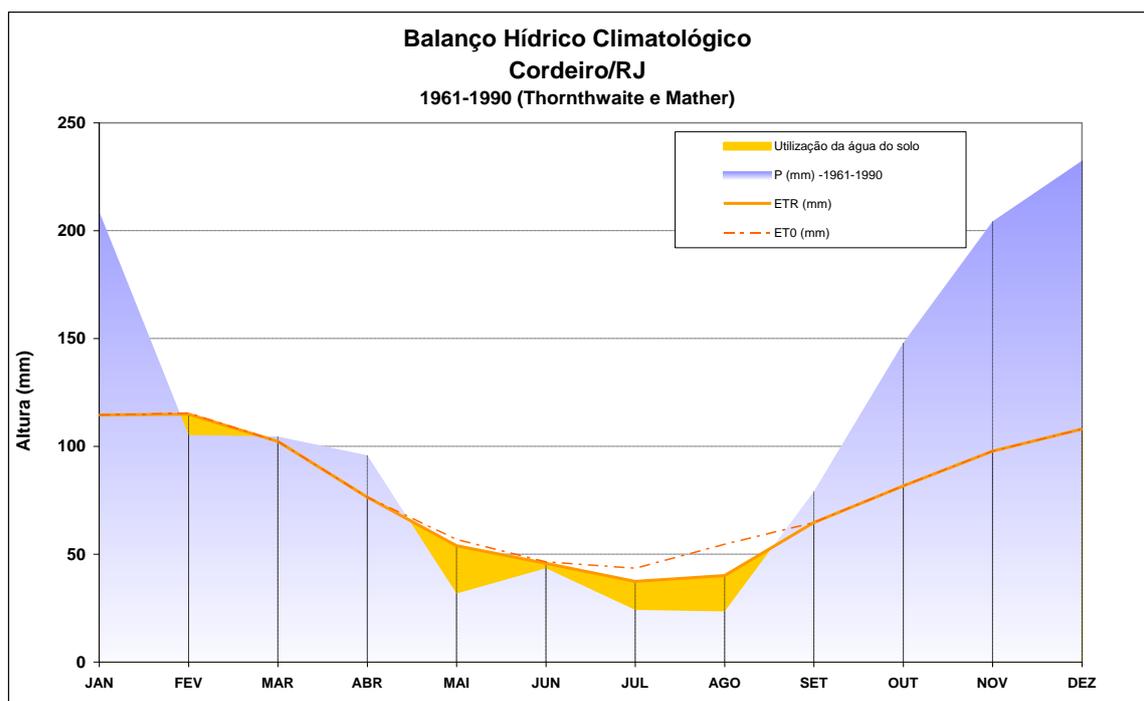


Figura 5.3.3.12

Tabela 5.3.3.15
Balanço Hídrico Climatológico – Cordeiro (1996-2011)

Mês	T oC	P (mm) 1996-2011	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,9	271,4	117,9	153,5	0,0	100,0	0,0	117,9	0,0	153,5
Fev	24,1	151,6	117,2	34,4	0,0	100,0	0,0	117,2	0,0	34,4
Mar	23,2	165,2	101,8	63,4	0,0	100,0	0,0	101,8	0,0	63,4
Abr	21,6	59,3	82,2	-23,0	23,0	79,5	-20,5	79,8	2,4	0,0
Mai	18,6	31,1	54,7	-23,6	46,6	62,8	-16,7	47,8	6,9	0,0
Jun	17,4	18,2	45,7	-27,6	74,1	47,7	-15,1	33,3	12,4	0,0
Jul	17,3	20,5	45,7	-25,1	99,3	37,1	-10,6	31,1	14,5	0,0
Ago	18,4	21,5	55,4	-33,9	133,2	26,4	-10,7	32,2	23,3	0,0
Set	20,0	51,0	70,5	-19,5	152,7	21,7	-4,7	55,7	14,8	0,0
Out	21,5	103,4	88,2	15,3	99,5	37,0	15,3	88,2	0,0	0,0
Nov	21,9	230,5	95,9	134,6	0,0	100,0	63,0	95,9	0,0	71,6
Dec	23,2	280,9	111,0	169,9	0,0	100,0	0,0	111,0	0,0	169,9
Ano	20,9	1.404,6	986,3	418,3	628,3	812,1	0,0	911,8	74,4	492,7

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 45,4 \rightarrow$ úmido

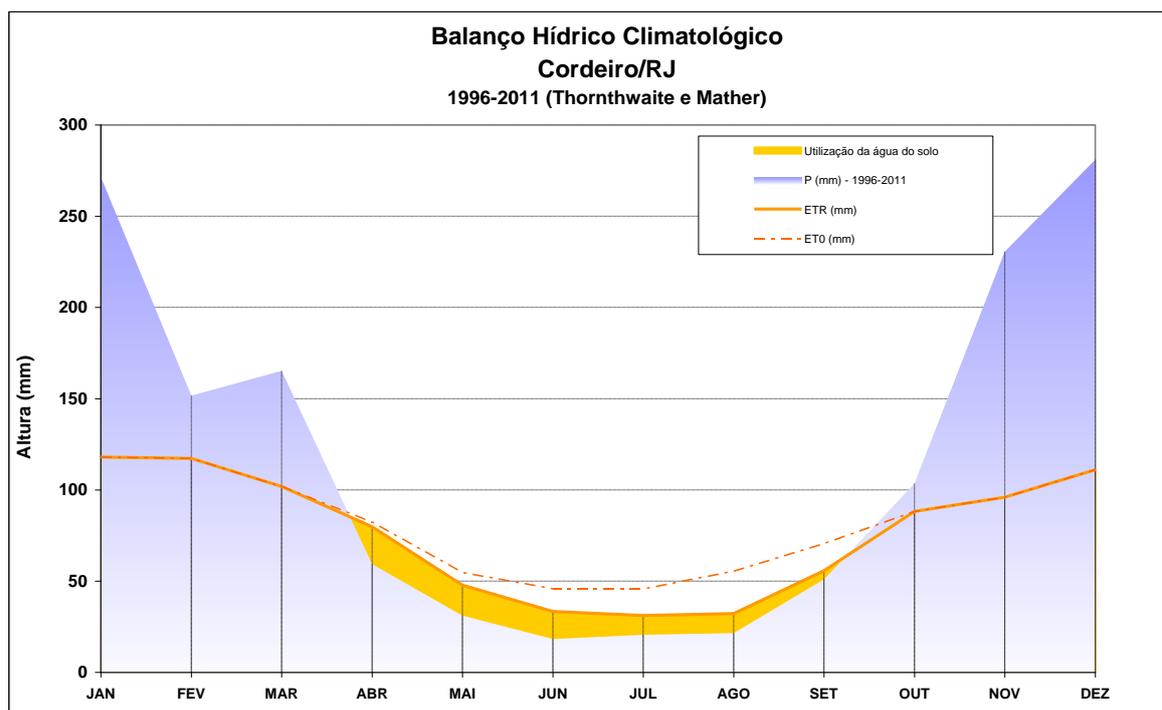


Figura 5.3.3.13

• **REGIÃO HIDROGRÁFICA VIII**

Na RH VIII (Macaé e das Ostras), 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.

Para caracterizar então o clima regional, foi utilizado um balanço hídrico, apresentado na tabela 5.3.3.16, extraído de um 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”.

O 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.

Foi calculado também o índice de umidade, que resultou em 6,3. O índice de umidade da RH VIII é bem superior ao das baixadas das regiões VI e IX. Observa-se que, no período analisado até o ano de 1975, é positiva a relação anual entre P e ET₀ na estação Macaé.

A partir dos dados do balanço produziu-se o gráfico da figura 5.3.3.14, que mostra a existência de 2 períodos de utilização de água do solo, o primeiro deles de fevereiro a abril, e o outro de maio a meados de setembro. Em ambos, ocorre um déficit hídrico reduzido.

Tabela 5.3.3.16
Balanço Hídrico Climatológico – Macaé (1931-1975) – FIDERJ-1978

Macaé									
Período de observação: 1931 – 1975 (44 anos)									
Latitude: 22° 21'									
Longitude: 41 °48'									
Altitude: 3 m.									
Tabela 21 – Balanço Hídrico Mensal – Macaé									
Mês	ETP (mm)	P (mm)	P – ETP (mm)	Negativo Acumulado (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ER (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	131,0	146,0	15,0	0,0	125,0	0,0	131,0	0,0	15,0
Fevereiro	116,3	117,5	1,2	0,0	125,0	0,0	116,3	0,0	1,2
Março	117,1	99,5	-17,6	-17,6	107,4	-17,6	117,1	0,0	0,0
Abril	91,8	94,8	3,0	-14,6	110,4	3,0	91,8	0,0	0,0
Maio	75,5	81,0	5,5	-9,1	115,9	5,5	75,5	0,0	0,0
Junho	61,6	43,8	-17,8	-26,9	100,1	-15,8	59,6	1,9	0,0
Julho	59,6	50,6	-9,0	-35,9	93,1	-7,0	57,5	2,0	0,0
Agosto	65,4	51,6	-13,8	-49,7	83,0	-10,1	61,6	3,7	0,0
Setembro	73,9	63,2	-10,7	-60,4	76,0	-7,0	70,1	3,7	0,0
Outubro	89,8	97,6	7,8	-47,4	83,8	7,8	89,8	0,0	0,0
Novembro	100,7	139,8	39,1	-2,1	122,9	39,1	100,7	0,0	0,0
Dezembro	121,3	184,1	62,8	0,0	125,0	2,0	121,3	0,0	60,7
Total	1104,0	1169,5	65,5	---	---	0,0	1092,6	11,4	76,9

Fonte: FIDERJ, 1978

Índice de Umidade (Thorntwaite): I_u = 6,3 → subúmido

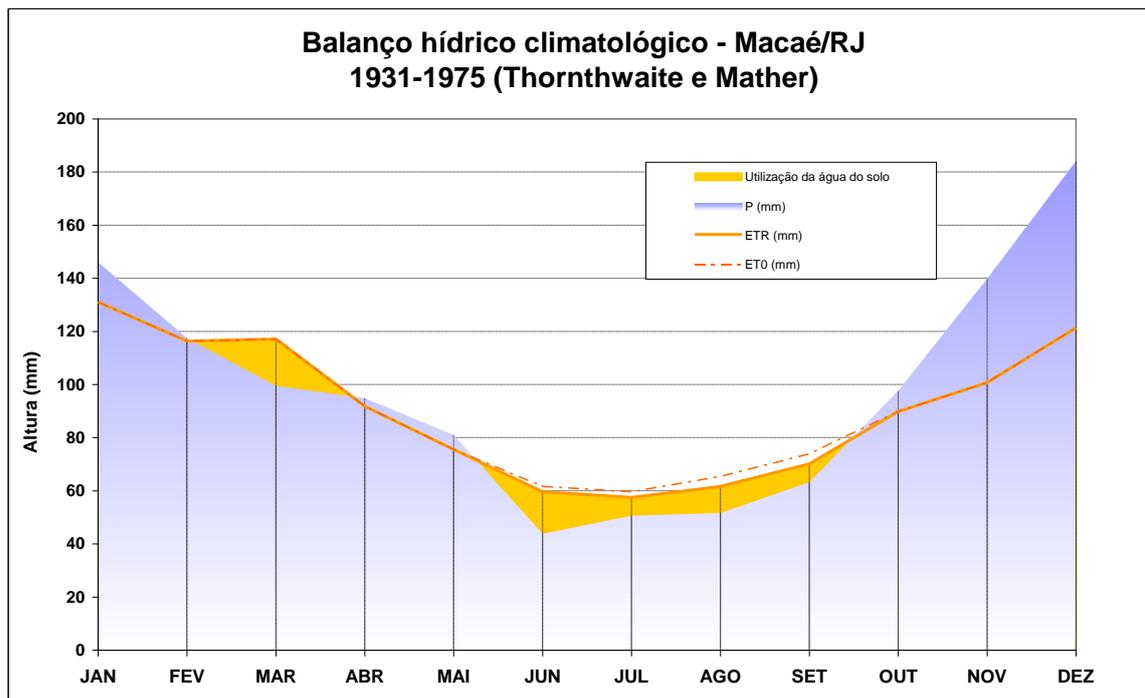


Figura 5.3.3.14

- **REGIÃO HIDROGRÁFICA IX**

A estação Campos, representativa da **RH IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana)**, na baixada campista, apresenta balanço negativo na maior parte do ano. A relação entre P e ET0 é positiva somente nos meses de outubro a dezembro. Os balanços climatológicos foram realizados para os períodos de 1961-1990 e 2000-2011, cujos resultados constam na tabela 5.3.3.17 e na figura 5.3.3.15 para o primeiro período e na tabela 5.3.3.18 e figura 5.3.3.16 para o segundo período.

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, que pode ser visualizada comparando-se as figuras 5.3.3.15 e 5.3.3.16, 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.

Tal como mencionado para a grande baixada da **RH VI**, os totais anuais de chuva na baixada campista mostram a baixa pluviosidade dos dois períodos analisados.

Tabela 5.3.3.17
Balanço Hídrico Climatológico – Campos dos Goytacazes - RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,2	135,1	145,8	-10,7	10,7	89,9	-10,1	145,2	0,5	0,0
Fev	26,6	75,4	147,7	-72,3	83,0	43,6	-46,3	121,7	26,1	0,0
Mar	26,3	73,1	135,6	-62,5	145,5	23,3	-20,3	93,4	42,2	0,0
Abr	24,3	85,4	102,9	-17,5	163,0	19,6	-3,8	89,2	13,8	0,0
Mai	22,6	56,6	78,8	-22,2	185,2	15,7	-3,9	60,5	18,3	0,0
Jun	21,4	29,9	65,5	-35,6	220,8	11,0	-4,7	34,6	30,9	0,0
Jul	20,7	47,3	60,2	-12,9	233,7	9,7	-1,3	48,6	11,6	0,0
Ago	21,6	33,3	71,4	-38,1	271,9	6,6	-3,1	36,4	35,1	0,0
Set	22,2	57,7	81,0	-23,3	295,2	5,2	-1,4	59,1	22,0	0,0
Out	23,2	118,3	97,0	21,3	132,9	26,5	21,3	97,0	0,0	0,0
Nov	24,4	185,8	117,2	68,6	5,1	95,1	68,6	117,2	0,0	0,0
Dez	25,3	157,4	132,8	24,6	0,0	100,0	4,9	132,8	0,0	19,6
Ano	23,7	1.055,3	1.236,1	-180,8	1.747,0	446,1	0,0	1.035,7	200,4	19,6

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = - 8,30 \rightarrow$ subúmido seco

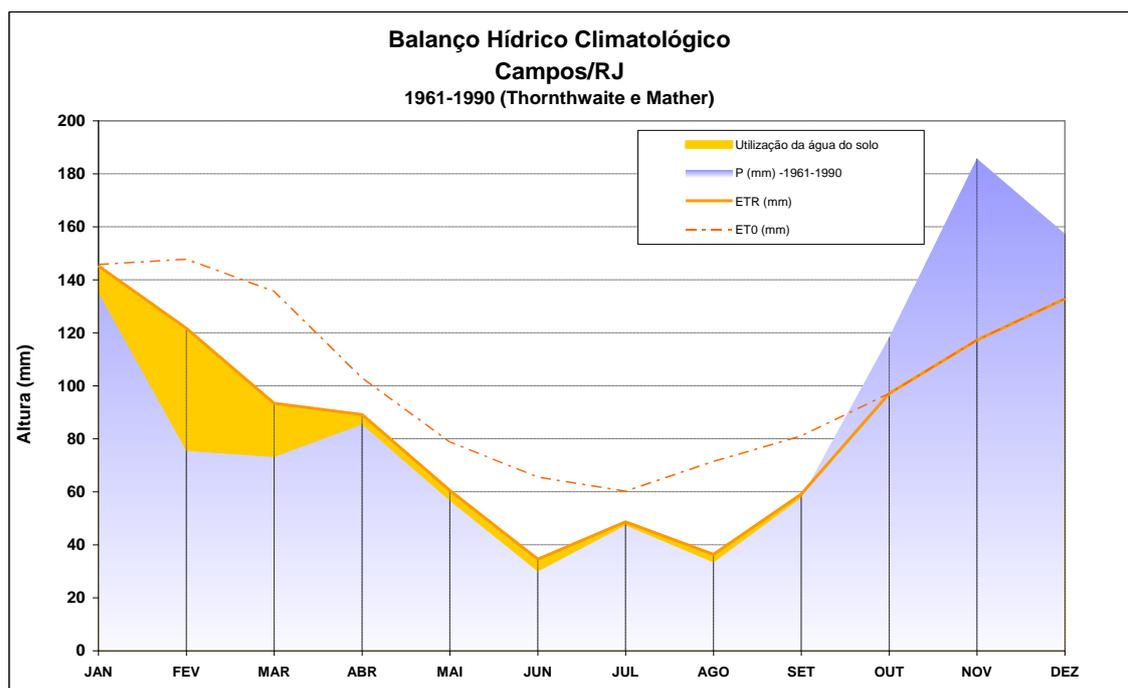


Figura 5.3.3.16

Tabela 5.3.3.18
Balanço Hídrico Climatológico – Campos dos Goytacazes - RJ (2000-2011)

Mês	T oC	P (mm) 2000-2011	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,7	171,4	154,0	17,4	0,0	100,0	14,7	154,0	0,0	2,6
Fev	27,3	63,4	160,3	-96,9	96,9	37,9	-62,1	125,4	34,9	0,0
Mar	27,0	117,5	146,6	-29,1	126,0	28,4	-9,6	127,1	19,5	0,0
Abr	25,6	68,6	119,6	-51,0	177,0	17,0	-11,3	79,9	39,7	0,0
Mai	23,0	52,4	81,2	-28,8	205,8	12,8	-4,3	56,6	24,5	0,0
Jun	21,8	28,7	66,6	-38,0	243,8	8,7	-4,0	32,7	33,9	0,0
Jul	21,4	31,8	63,3	-31,5	275,2	6,4	-2,4	34,2	29,1	0,0
Ago	22,2	18,9	75,2	-56,4	331,6	3,6	-2,7	21,6	53,6	0,0
Set	22,8	45,4	85,2	-39,7	371,3	2,4	-1,2	46,6	38,5	0,0
Out	24,3	97,0	109,1	-12,1	383,4	2,2	-0,3	97,3	11,8	0,0
Nov	24,8	168,5	122,0	46,5	72,1	48,6	46,5	122,0	0,0	0,0
Dec	26,0	180,5	143,9	36,6	15,9	85,3	36,6	143,9	0,0	0,0
Ano	24,4	1.044,0	1.326,9	-283,0	2.299,0	353,4	0,0	1.041,4	285,6	2,6

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = -12,93 \rightarrow$ subúmido seco

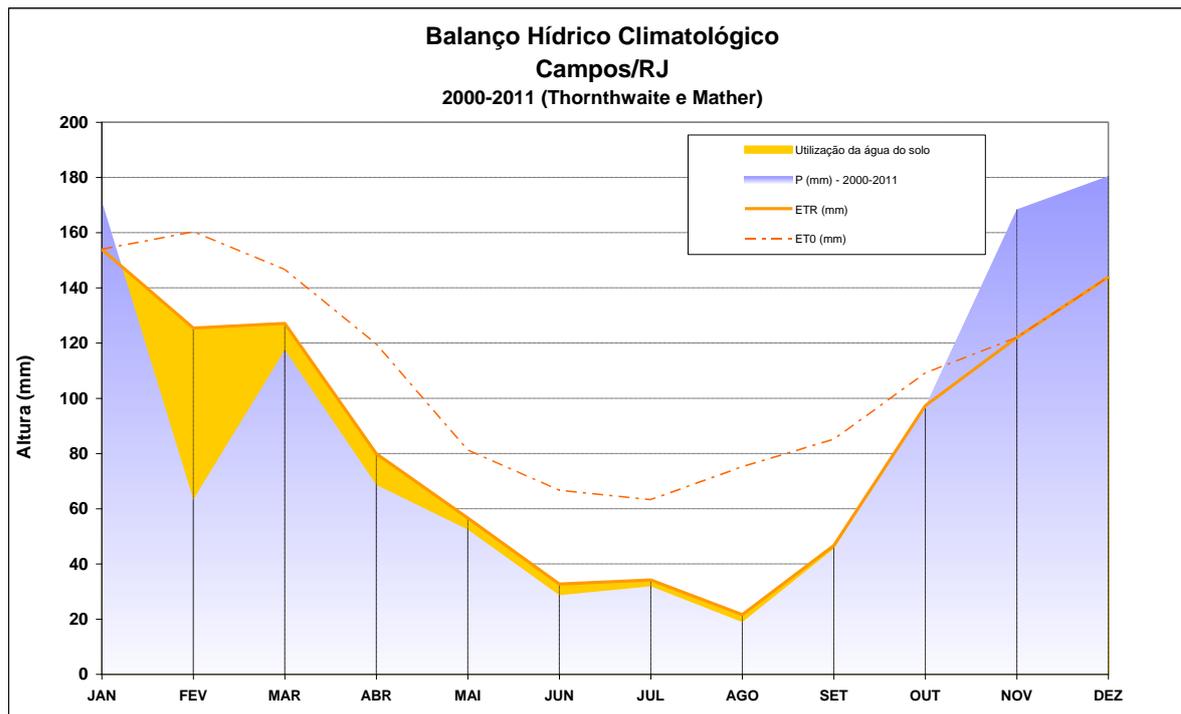


Figura 5.3.3.17

O outro extremo da **RH IX** foi avaliado através do balanço hídrico climatológico da estação Itaperuna. Na análise do período 1961-1990 (tabela 5.3.3.19 e figura 5.3.3.18) observa-se que a estação Itaperuna mantém um padrão de comportamento similar ao de Campos ao longo dos meses do ano. Apresenta um índice de umidade bem mais elevado que de Campos (igual a 0,30), o que lhe confere uma mudança na classificação do clima, da condição de subúmido seco para subúmido.

Tabela 5.3.3.19

Balço Hídrico Climatológico – Itaperuna – RJ (1961-1990)

Mês	T oC	P (mm) 1961-1990	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,0	158,7	142,4	16,3	0,0	100,0	0,0	142,4	0,0	16,3
Fev	26,4	85,8	144,3	-58,5	58,5	55,7	-44,3	130,1	14,2	0,0
Mar	25,8	106,7	128,5	-21,8	80,3	44,8	-10,9	117,6	10,9	0,0
Abr	23,9	92,9	99,2	-6,3	86,6	42,1	-2,7	95,6	3,5	0,0
Mai	21,8	43,0	72,4	-29,4	116,0	31,4	-10,7	53,7	18,7	0,0
Jun	20,6	24,4	60,2	-35,8	151,8	21,9	-9,4	33,8	26,4	0,0
Jul	20,0	31,3	56,1	-24,8	176,6	17,1	-4,8	36,1	20,0	0,0
Ago	21,3	26,2	70,1	-43,9	220,5	11,0	-6,1	32,3	37,8	0,0
Set	22,2	49,8	82,4	-32,6	253,1	8,0	-3,1	52,9	29,5	0,0
Out	23,2	114,7	98,2	16,5	140,7	24,5	16,5	98,2	0,0	0,0
Nov	24,1	198,4	113,8	84,6	0,0	100,0	75,5	113,8	0,0	9,1
Dez	24,9	203,1	127,2	75,9	0,0	100,0	0,0	127,2	0,0	75,9
Ano	23,3	1.135,0	1.194,7	-59,7	1.283,9	556,5	0,0	1.033,7	161,0	101,3

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = 0,30 \rightarrow$ subúmido

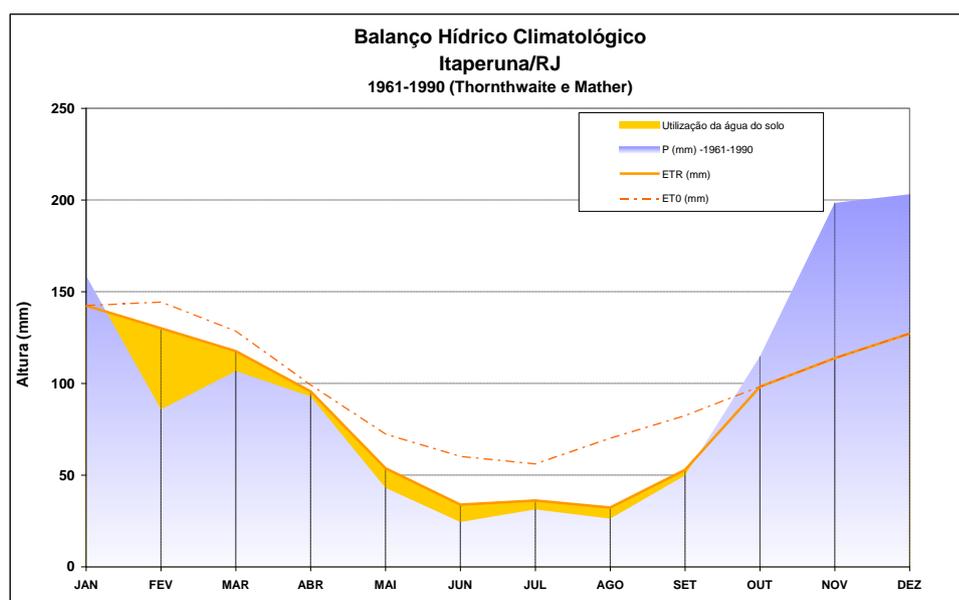


Figura 5.3.3.18

O comportamento do balanço hídrico no período 1993-2011, quando comparado ao do período anterior (1961-1990), não mostra diferenças sensíveis que possam sugerir uma tendência de mudança na classificação do tipo de clima. O índice de umidade sofreu pequena elevação em relação ao período anterior (tabela 5.3.3.20 e figura 5.3.3.19).

A grande distância entre Campos e Itaperuna levou à necessidade de se buscar informações sobre as condições de clima na região intermediária da **RH IX** entre essas duas localidades. Para tal, utilizou-se o mesmo estudo utilizado para a **RH VI** (FIDERJ, 2008), no qual é apresentado um balanço hídrico climatológico da estação Cardoso Moreira, existente à época do estudo. A tabela 5.3.3.21 apresenta o referido balanço.

Tabela 5.3.3.20
Balanço Hídrico Climatológico – Itaperuna – RJ (1993-2011)

Mês	T oC	P (mm) 1993-2011	ET0 (mm)	P-ET0 (mm)	Neg. acum (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,7	207,7	153,8	53,8	0,0	100,0	0,0	153,8	0,0	53,8
Fev	27,1	117,9	155,8	-37,9	37,9	68,4	-31,6	149,4	6,4	0,0
Mar	26,3	151,3	135,3	16,0	16,9	84,5	16,0	135,3	0,0	0,0
Abr	24,7	69,0	108,1	-39,1	56,0	57,1	-27,3	96,3	11,8	0,0
Mai	22,2	35,1	73,9	-38,8	94,8	38,8	-18,4	53,5	20,4	0,0
Jun	20,7	20,8	58,5	-37,7	132,4	26,6	-12,2	33,0	25,5	0,0
Jul	20,8	13,0	60,1	-47,0	179,5	16,6	-10,0	23,0	37,1	0,0
Ago	21,8	20,2	72,6	-52,4	231,9	9,8	-6,8	27,0	45,7	0,0
Set	23,0	57,1	88,5	-31,3	263,2	7,2	-2,6	59,8	28,7	0,0
Out	24,3	100,6	110,1	-9,5	272,7	6,5	-0,6	101,3	8,8	0,0
Nov	24,8	180,6	122,3	58,4	43,2	64,9	58,4	122,3	0,0	0,0
Dez	25,9	257,9	141,1	116,7	0,0	100,0	35,1	141,1	0,0	81,6
Ano	24,0	1231,3	1280,0	-48,8	1328,5	580,5	0,0	1095,8	184,2	135,5

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = 1,80 \rightarrow$ subúmido

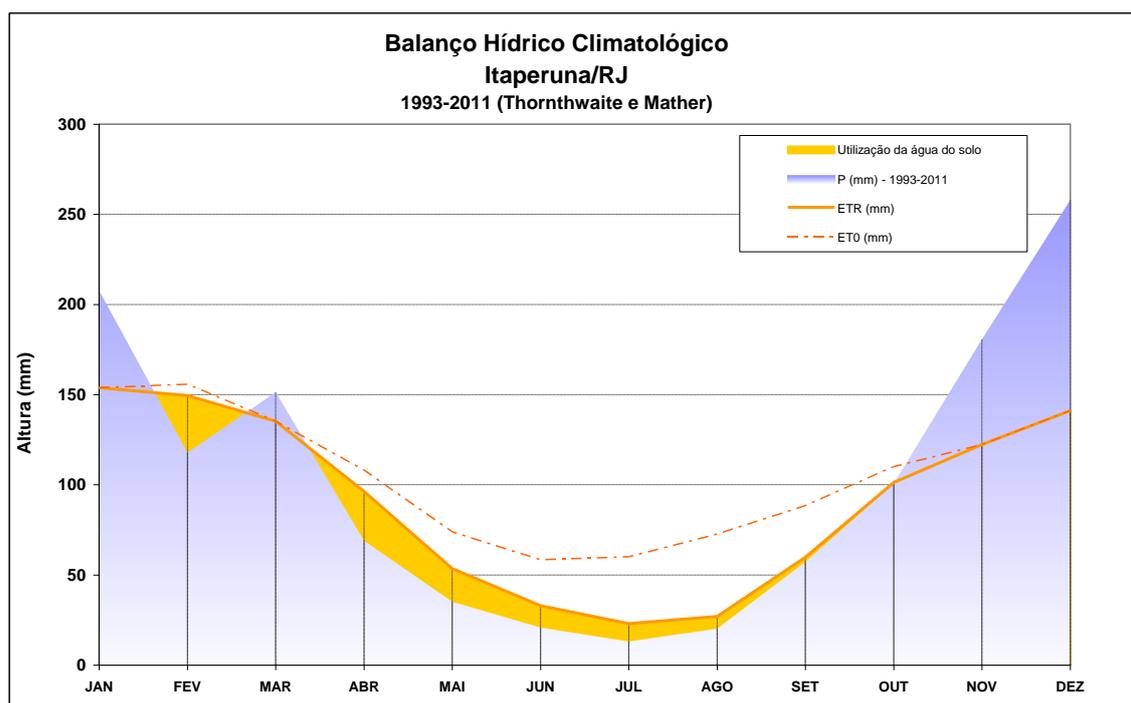


Figura 5.3.3.19

Os índices de umidade obtido no estudo foi de -12,60. Àquela época, a região circunvizinha de Cardoso Moreira já apresentava índices de umidade muito baixos que a posicionavam no clima subúmido seco da classificação de Thorntwaite.

A figura 5.3.3.20, construída a partir dos dados do balanço, mostra a presença de um déficit hídrico considerável ao longo de quase todo o ano e período de reposição, de meados de outubro ao início de janeiro.

Tabela 5.3.3.21

Balanço Hídrico Climatológico – Cardoso Moreira – RJ (1931-1975) – FIDERJ 1978

Cardoso Moreira
 Período de observação: 1931 – 1975 (44 anos)
 Latitude: 21° 29'
 Longitude: 41 °37'
 Altitude: 28 m.

Quadro 24 – Balanço Hídrico Mensal – Cardoso Moreira

Mês	ETP (mm)	P (mm)	P – ETP (mm)	Negativo Acumulado (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ER (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	144,9	157,1	12,2	-19,0	106,0	12,2	144,9	0,0	0,0
Fevereiro	128,7	87,1	-41,6	-60,6	76,0	-30,0	117,1	11,5	0,0
Março	126,8	87,7	-39,1	-99,7	55,0	-21,0	108,6	18,1	0,0
Abril	95,8	53,3	-42,5	-142,2	39,0	-16,0	69,3	26,5	0,0
Mai	74,0	35,1	-38,9	-181,1	29,0	-10,0	45,0	28,9	0,0
Junho	64,8	27,6	-37,2	-218,3	21,0	-8,0	35,5	29,2	0,0
Julho	58,3	24,9	-33,4	-251,7	16,0	-5,0	29,8	28,4	0,0
Agosto	68,4	16,8	-51,6	-303,3	11,0	-5,0	21,7	46,6	0,0
Setembro	77,6	35,5	-42,1	-345,4	7,0	-4,0	39,5	38,1	0,0
Outubro	94,8	81,0	-13,8	-359,2	7,0	0,0	81,0	13,8	0,0
Novembro	105,2	136,7	31,5	-144,5	38,5	31,5	105,2	0,0	0,0
Dezembro	127,2	182,5	55,3	-35,2	93,8	55,3	127,2	0,0	0,0
Total	1166,5	952,3	-214,2	---	---	0,0	925,3	241,2	0,0

Fonte: FIDERJ, 1978

Índice de Umidade (Thorntwaite): $I_u = -12,60 \rightarrow$ subúmido seco

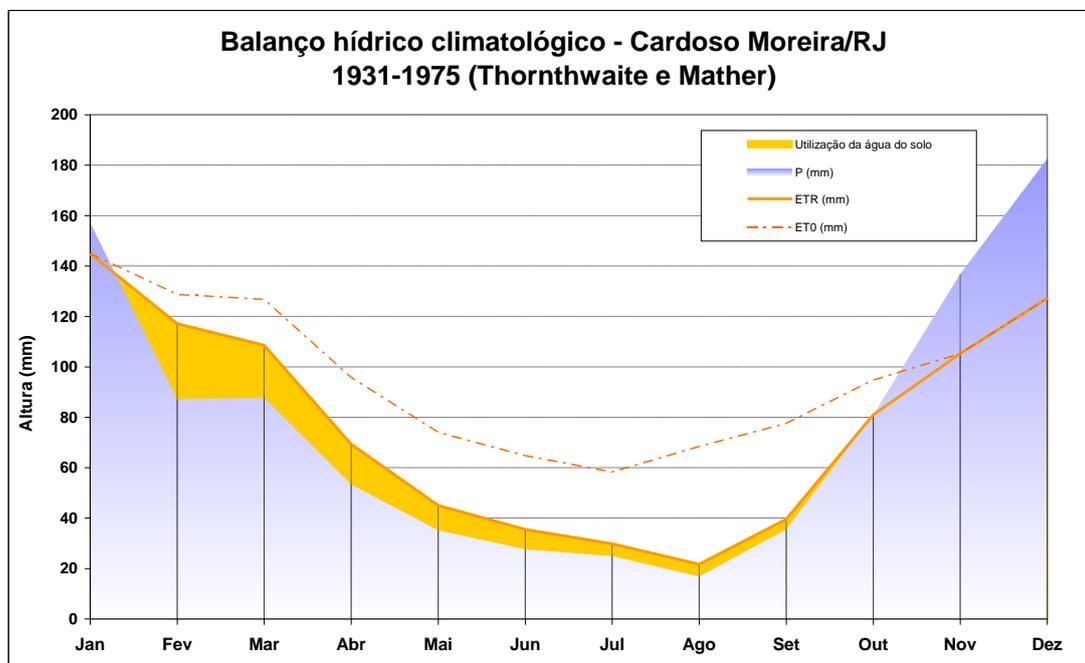


Figura 5.3.3.20

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

Na época do estudo, o município de São Francisco do Itabapoana era apenas um distrito de São João da Barra, com sede localizada entre a foz do rio Paraíba do Sul e a foz do rio Itabapoana. Grande parte de sua área situa-se, portanto, na grande baixada compreendida entre esses dois rios.

O balanço hídrico climatológico produzido pela FIDERJ e representativo do período 1931-75 mostra uma relação anual negativa entre a precipitação e a evapotranspiração. O déficit hídrico anual é de 200,4 mm e não ocorre excedente hídrico em nenhum dos meses do ano, como pode ser observado na tabela 5.3.3.22 e na figura 5.3.3.21.

O índice de umidade determinado pelo estudo da FIDERJ foi de - 11,80.

Tabela 5.3.3.22

Balanço Hídrico Climatológico – São Francisco do Itabapoana – RJ (1993-2011)
FIDERJ 1978

São Francisco do Itabapoana									
Período de observação: 1931 – 1975 (44 anos)									
Latitude: 21° 18'									
Longitude: 40° 59'									
Altitude: 4 m.									
Tabela 29 – Balanço Hídrico Mensal – São Francisco do Itabapoana									
Mês	ETP (mm)	P (mm)	P – ETP (mm)	Negativo Acumulado (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ER (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	130,4	91,8	-38,6	-81,9	64,0	-22,7	114,5	15,8	0,0
Fevereiro	117,1	59,2	-57,9	-139,8	40,0	-24,0	83,1	33,9	0,0
Março	120,4	87,8	-32,6	-172,4	30,6	-9,4	97,1	23,2	0,0
Abril	96,3	84,9	-11,4	-183,8	28,2	-2,4	87,3	9,0	0,0
Mai	77,5	59,0	-18,5	-202,3	24,0	-4,2	63,1	14,3	0,0
Junho	68,3	41,5	-26,8	-229,1	19,9	-4,1	45,6	22,7	0,0
Julho	61,6	27,5	-34,1	-263,2	15,0	-4,9	32,4	29,2	0,0
Agosto	68,3	22,6	-45,7	-308,9	10,0	-5,0	27,5	40,7	0,0
Setembro	77,4	55,9	-21,5	-330,4	8,0	-2,0	57,8	19,5	0,0
Outubro	94,4	82,4	-12,0	-342,4	8,0	0,0	82,4	12,0	0,0
Novembro	104,6	132,4	27,8	-153,8	35,8	27,8	104,6	0,0	0,0
Dezembro	120,8	171,7	50,9	-43,3	86,7	50,9	120,8	0,0	0,0
Total	1137,1	916,7	-220,4	---	---	0,0	916,7	220,4	0,0

Fonte: FIDERJ, 1978

Índice de Umidade (Thorntwaite): $Iu = -11,80 \rightarrow$ subúmido seco

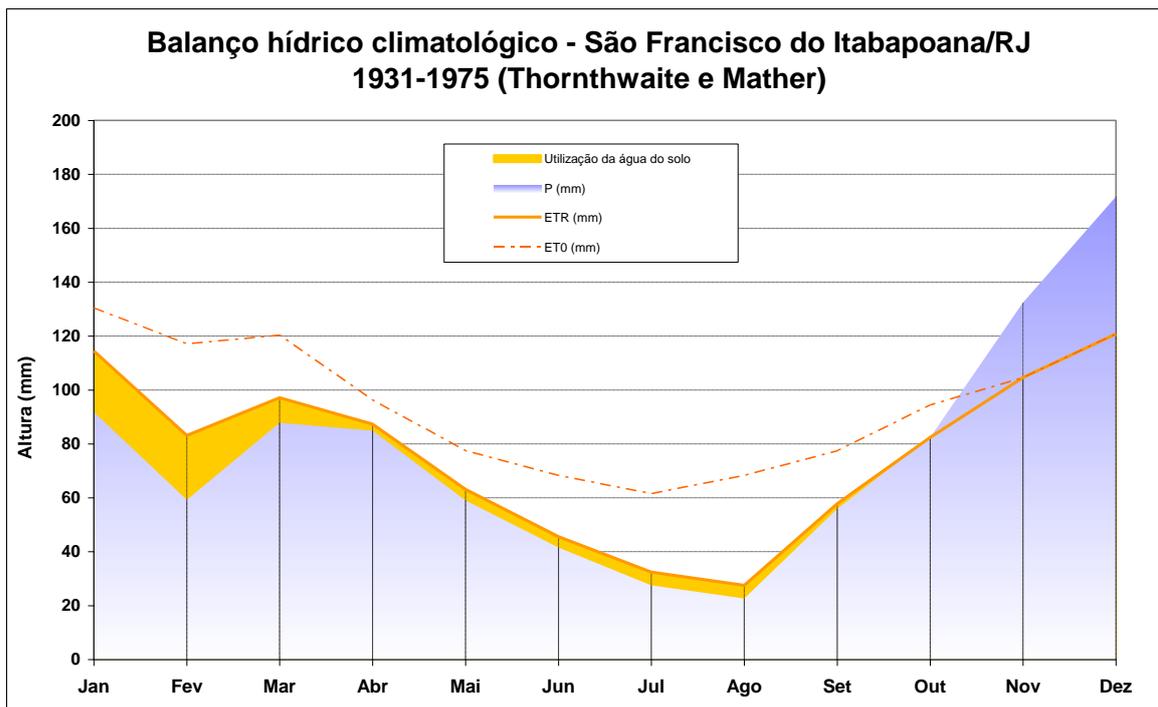


Figura 5.3.3.21

A tabela 5.3.3.23 apresenta índices de umidade e de aridez (índice utilizado pela UNESCO) calculados a partir dos balanços hídricos climatológicos apresentados em FIDERJ (1978), e correspondentes à estações localizadas na região norte-noroeste do estado.

Tabela 5.3.3.23

Resultados do Balanço Hídrico Climatológico (1931-1975) – FIDERJ 1978

Estação	P (mm)	ETP (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	Índice de Umidade	Tipo de Clima (lu)	Índice de Aridez
					(Thorntwaite)		(UNESCO)
Cambuci	1090,5	1154,3	139,4	75,6	-0,8	C1 – subúmido seco	0,9
Campos dos Goytacazes	1086,8	1181,9	104,7	9,6	-4,6	C1 – subúmido seco	0,9
Cardoso Moreira	952,3	1166,5	241,2	0,0	-12,6	C1 – subúmido seco	0,8
Conceição de Macabu	1418,2	1170,5	12,2	259,9	21,6	B1 -úmido	1,2
Itaperuna	1167,2	1165,4	119,2	121,0	4,1	C2 - subúmido	1,0
Macaé	1169,5	1104,0	11,4	76,9	6,3	C2 - subúmido	1,1
Porciúncula	1196,4	1082,7	94,2	207,9	13,9	C2 - subúmido	1,1
Santo Antônio de Pádua	1237,7	1168,1	115,4	185,0	9,8	C2 - subúmido	1,1
São Fidélis	984,2	1244,4	260,2	0,0	-12,8	C1 – subúmido seco	0,8
São Francisco do Itabapoana	916,7	1137,1	220,4	0,0	-11,8	C1 – subúmido seco	0,8
São João da Barra	916,3	1170,7	254,4	0,0	-13,3	C1 – subúmido seco	0,8

5.3.4. Integração dos resultados

Os índices de umidade determinados para as estações utilizadas e referenciadas no estudo foram representados no mapa da **figura 5.3.4.1**, juntamente com as isoietas dos totais anuais médios de chuva determinados pela CPRM no ano de 2001, para o período de 1968 a 1995. Essa representação conjunta teve por finalidade integrar esses indicadores do clima regional e permitir uma visualização das regiões hidrográficas do estado que se encontram em situação mais crítica no que diz respeito às estiagens.

5.4. Conclusões do estudo

Os resultados dos balanços hídricos climatológicos possibilitam algumas conclusões no que diz respeito à vulnerabilidade do estado do Rio de Janeiro aos processos de estiagens. As análises que se seguem visam, sobretudo, caracterizar 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 às baixadas litorâneas 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 e adjacências (**RH V**), 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.

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 por FIDERJ 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 do 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 5.3.3.24, 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, entre 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 utilizam as 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 estação de tratamento de água - ETA Coroa, principal ETA 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. Essa situação se deve à estiagem que vem ocorrendo na região e ao 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 e IX, que já apresentam hoje um quadro de vulnerabilidade a estiagens bem configurado.

6. TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

Esse capítulo se propõe a fornecer um mapeamento das áreas do estado do Rio de Janeiro mais sujeitas à ocorrência de acidentes associados ao transporte de produtos perigosos. Por essas áreas trafegam as cargas de produtos químicos e inflamáveis, se utilizando de diferentes tipologias de transporte, quais sejam: os transportes terrestre ferroviário e rodoviário.

A inclusão desse tópico no PERHI-RJ se deve ao fato de que os acidentes decorrentes do transporte de produtos perigosos podem ser altamente danosos aos recursos hídricos e ao meio ambiente em geral, comprometendo vidas, produzindo efeitos tóxicos sobre os seres vivos, explosões, incêndios e queimadas de grandes proporções, ocasionando a poluição de cursos d'água, comprometendo a saúde e o abastecimento de populações.

O mapeamento dos acidentes com produtos perigosos apresentado nesse capítulo diz respeito apenas àqueles produzidos por fontes móveis, não incluindo, portanto, os registros de instalações fixas, tais como indústrias, depósitos e estabelecimentos comerciais.

No Brasil, a regulamentação do transporte de produtos perigosos está sob a responsabilidade do Ministério dos Transportes. Essa atribuição é dividida com outras órgãos, em função da característica e da tipologia do produto, como, por exemplo, os Ministérios do Exército (para produtos explosivos), da Aeronáutica (para transporte aéreo), e de Minas e Energia (através da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN), para produtos radioativos.

Dados da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes - GEIPOT (1998, apud STRAUCH, 2004) comparam os valores entre os diversos modais de transporte no período compreendido entre os anos de 1992 a 1997, referente ao volume de carga transportada por modal de transporte. Os valores apresentados são expressos em milhões de toneladas por quilômetro, conforme demonstrado na tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Carga transportada, por modal de transporte (em milhões de t/km).

Modal de transporte	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Distrib. modal (%)	Cresc. Méd. Anual (%)
Aéreo	1.411	1.592	1.794	1.883	1.937	2.034	0,3	7,7
Dutoviário	18.445	23.233	22.877	24.179	23.605	25.423	3,9	7,2
Ferrovário	116.598	124.711	133.735	136.460	128.917	138.724	21,9	3,6
Aquaviário	71.103	61.507	59.301	70.610	71.310	77.402	11,5	2,3
Rodoviário	331.869	340.581	355.935	379.007	396.552	416.715	62,4	4,7
Total	539.426	551.624	573.642	612.139	622.321	660.298	100	4,1

Fonte: GEIPOT-1998.

Como evidencia a tabela 6.1, o transporte rodoviário de carga no Brasil supera em 200% o volume transportado pela segunda modalidade de transporte mais utilizada, qual seja, o transporte ferroviário.

Vale destacar que apesar do foco do estudo ser o Rio de Janeiro, acidentes com produtos perigosos em estados vizinhos podem levar à contaminação de rios importantes para o Rio de Janeiro, como o rio Paraíba do Sul, de forma direta, e o rio Guandu, de forma indireta por meio da transposição.

A metodologia para elaboração deste capítulo inclui a escolha das principais rotas de produtos perigosos do estado do Rio de Janeiro com base no histórico de acidentes e na sensibilidade ambiental da região onde estão inseridas. Após isso, foi realizado um levantamento do histórico de acidentes rodoviários dos anos de 1983 a 2003 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.

Além dos registros de acidentes, foram feitas 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.

Fazem ainda parte do trabalho considerações sobre os modais hidroviário e dutoviário, além da criação de um subitem específico sobre o transporte de produtos perigosos na área de influência da Estação de Tratamento de Água do Guandu.

Primeiramente, são relacionadas, no item 6.1, as classes de risco de produtos perigosos, de acordo com a classificação da ONU. Em seguida, é aplicada a metodologia para os modais rodoviário e ferroviário. E, por fim, segue uma análise dos outros modais e uma análise específica sobre a ETA Guandu.

6.1. Classes de Risco

Nesse item é apresentado um perfil individualizado da principal malha viária do estado, levantando parâmetros, tais como, perfil predominante de tráfego de produtos perigosos, pontos de maior incidência de acidentes, tipologias mais envolvidas, levantamento de pontos ambientalmente sensíveis e o histórico de cada uma dessas rodovias.

Em relação à qualidade dos dados, STRAUCH (2004, p. 21) menciona que, quando existem, são pobres em informações, além de não haver um padrão para seu cadastramento. Chama a atenção ainda, para o fato de que tais dados deveriam ser de fácil consulta pelo público, mas encontram-se dispersos ou indisponíveis em órgãos governamentais federais ou estaduais, como o extinto DNER, transformado em DNIT, a Superintendência da Polícia Rodoviária Federal e órgãos de Controle Ambiental.

Os dados analisados por STRAUCH (2004) para o estado do Rio de Janeiro referem-se ao período de 1983 a 2003 e são oriundos do cadastro de atendimentos a acidentes do SCPA, Serviço de Emergência da Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente (Feema), que, juntamente com a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (Serla) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF) eram vinculados à Secretaria de Estado do Ambiente (SEA). Tais instituições foram unificadas no ano de 2009 com a criação do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), que passou a ser o órgão ambiental do Estado. A análise foi complementada com as informações do antigo SCPA, hoje denominado SOPEA, em relação aos acidentes do período 2003-2009.

A classificação adotada para os produtos considerados perigosos, feita com base no tipo de risco que apresentam e conforme as Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas, sétima edição revista (1991) é a seguinte:

Classe 1 - EXPLOSIVOS

Classe 2 - GASES, com as seguintes subclasses:

- Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis;
- Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não-tóxicos;
- Subclasse 2.3 - Gases tóxicos.

Classe 3 - LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

Classe 4 - Esta classe se subdivide em:

- Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis;
- Subclasse 4.2 - Substâncias sujeitas a combustão espontânea;
- Subclasse 4.3 - Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis.

Classe 5 - Esta classe se subdivide em:

- Subclasse 5.1 - Substâncias oxidantes;
- Subclasse 5.2 - Peróxidos orgânicos.

Classe 6 - Esta classe se subdivide em:

- Subclasse 6.1 - Substâncias tóxicas (venenosas);
- Subclasse 6.2 - Substâncias infectantes.

Classe 7 - SUBSTÂNCIAS RADIOATIVAS

Classe 8 - SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS

Classe 9 - SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS DIVERSAS.

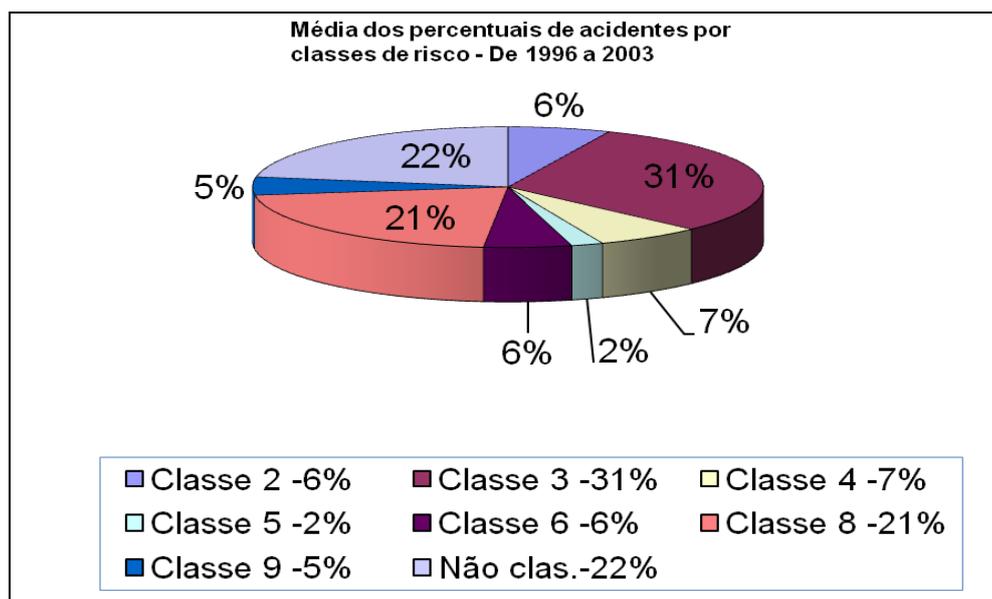
Apesar do foco da presente análise ser o estado do Rio de Janeiro, cabe aqui a apresentação de alguns dados que permitem avaliar sua posição no contexto dos estados da União. Conforme salienta STRAUCH (2004), as informações geradas por atendimentos emergenciais realizados pela SOS COTEC, especializada em atendimento a acidentes com produtos perigosos (químicos em geral) no território nacional, remetem a dados estatísticos do período 1996-2003.

Os percentuais anuais de acidentes no transporte referentes a cada classe de risco no período 1996-2003 são apresentados na tabela 6.1.1 e os percentuais médios totais do período, na figura 6.1.1.

Tabela 6.1.1 – Acidentes por Classe de risco por ano – De 1996 a 2003.

Classe de Risco	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Classe 2	12%	13%	3%	7%	6%	–	4%	3%
Classe 3	22%	24%	40%	40%	26%	–	34%	40%
Classe 4	4%	2%	3%	1%	1%	–	1%	1%
Classe 5	2%	2%	2%	3%	2%	–	2 %	2%
Classe 6	9%	9%	1%	6%	6%	–	7%	3%
Classe 8	36%	23%	18%	21%	18%	–	22%	18%
Classe 9	6%	1%	8%	3%	4%	–	6%	8%
Não classificado	9%	25%	25%	19%	37%	–	24%	25%

Fonte: SOS COTEC (apud STRAUCH, 2004).

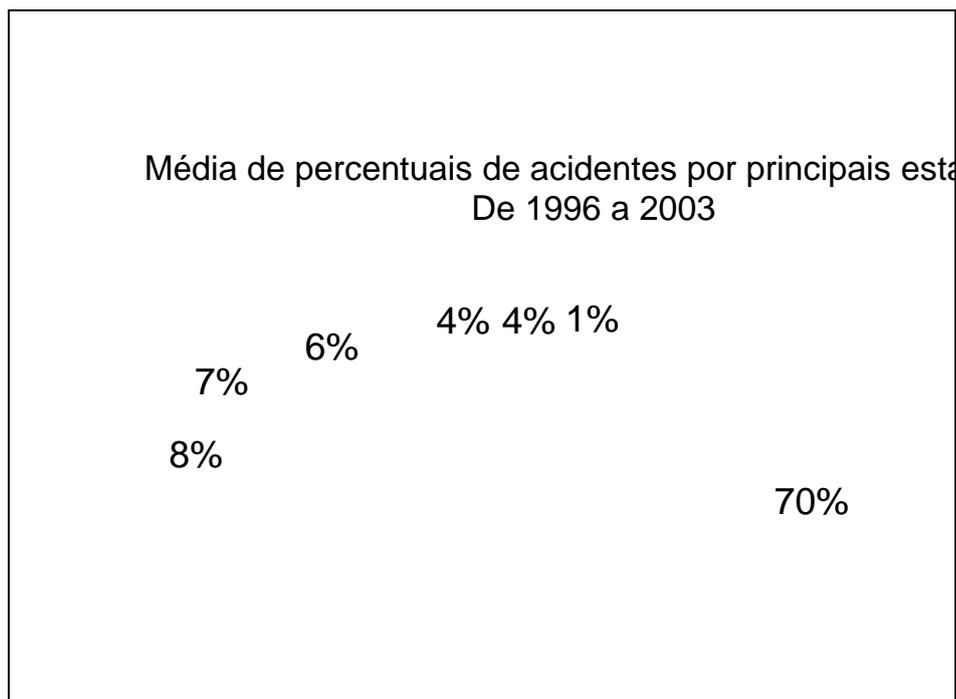


Fonte: SOS COTEC (apud STRAUCH, 2004).

Figura 6.1.1 – Média dos percentuais de acidentes por classes de risco - De 1996 a 2003.

Observa-se que, na maior parte do período 1996-2003, predominam os acidentes com líquidos inflamáveis (classe 3).

Como mostra a figura 6.1.2, o estado de São Paulo aparece como aquele que registra o maior índice de acidentes, com mais de 65% do total de ocorrências, seguido de Minas Gerais (7,7%), Rio de Janeiro (6,1%), Bahia (5,5%), Paraná (4,8%) e Rio Grande do Sul (3,5%). Os 7,4% restantes estão distribuídos pelos demais estados.



Fonte: SOS COTEC (apud STRAUCH, 2004).

Figura 6.1.2 – Média de percentuais de acidentes por principais estados - De 1996 a 2003.

6.2. Transporte Rodoviário

As informações que se seguem, relativas à ocorrência de acidentes, foram extraídas da dissertação de mestrado de STRAUCH (2004) e abrangem o período 1983-2003. Tais informações foram estendidas até o ano de 2009, a partir de dados coletados junto ao SOPEA/INEA. Outras informações complementares referentes a locais passíveis de serem afetados por acidentes com produtos perigosos, tais como unidades de conservação e pontos de captação d'água para abastecimento urbano, foram construídas a partir da base de dados vetoriais.

Tal como no estudo de STRAUCH, as análises dizem respeito apenas às principais rodovias da malha viária do estado do Rio de Janeiro, a saber:

- BR-116, trecho conhecido como Rio–São Paulo, ou rodovia Presidente Dutra;
- BR-116, trecho conhecido como Rio–Teresópolis (neste estudo, também foi considerado o trecho de Teresópolis até a fronteira com Minas Gerais em Sapucaia);
- BR-040, que faz a ligação entre os municípios do Rio de Janeiro e de Juiz de Fora, conhecida tanto como rodovia Washington Luís quanto como Rio–Juiz de Fora;
- BR-393, rodovia Lúcio Meira;
- BR-101 (Rio–Campos), no trecho que liga a cidade de Niterói (é proibido o tráfego de materiais perigosos na ponte Rio-Niterói) à cidade Campos dos Goytacazes (até a fronteira com o Espírito Santo);
- RJ-124, conhecida como Via Lagos.

Os trechos estudados são apresentados, sucintamente, na tabela 6.2.1 e na figura 6.2.1.

Tabela 6.2.1 – 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

Os principais aspectos considerados foram a importância dos corredores de escoamento de produtos/insumos e a sensibilidade ambiental (proximidade de cursos d'água, populações, reservas ambientais, indústrias, comércio, etc).

6.2.1. Análise Individual das Rodovias Consideradas

Nesse item, são relacionados os aspectos mais importantes envolvidos no transporte de produtos perigosos nas principais rodovias que atravessam o estado do Rio de Janeiro. Tais aspectos dizem respeito aos acidentes rodoviários com transporte de produtos perigosos e a sua influência sobre áreas de preservação ambiental, vegetação, cursos d'água e comunidades urbanas que se desenvolvem ao longo dessas rodovias. Também foram levantados seus pontos críticos e o perfil de tráfego de produtos perigosos que por elas transitam.

A análise deste trabalho sobre os acidentes envolvendo produtos perigosos durante o transporte rodoviário foi baseada no registro de ocorrências nas principais rodovias que compõem a malha rodoviária do estado do Rio de Janeiro e que o interligam às regiões Sul e Nordeste.

6.2.1.1. BR-116 (Rodovia Presidente Dutra)

A rodovia Presidente Dutra liga o Rio de Janeiro a São Paulo, os dois maiores centros produtores e consumidores do país, atravessando o vale do rio Paraíba do Sul, onde se situa o eixo mais industrializado do país, com o maior volume de transporte de produtos perigosos.

A área de influência da rodovia Presidente Dutra no trecho pertencente ao estado do Rio de Janeiro vai do quilômetro 163+000 (av. Brasil) ao quilômetro 333+600 (divisa com o estado de São Paulo).

6.2.1.1.1. Comunidades Urbanas

A rodovia Presidente Dutra percorre os seguintes municípios no estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, São João de Meriti, Belford Roxo, Mesquita, Nova Iguaçu, Queimados, Seropédica, Itaguaí, Paracambi, Piraí, Pinheiral, Volta Redonda, Barra Mansa, Porto Real, Resende e Itatiaia.

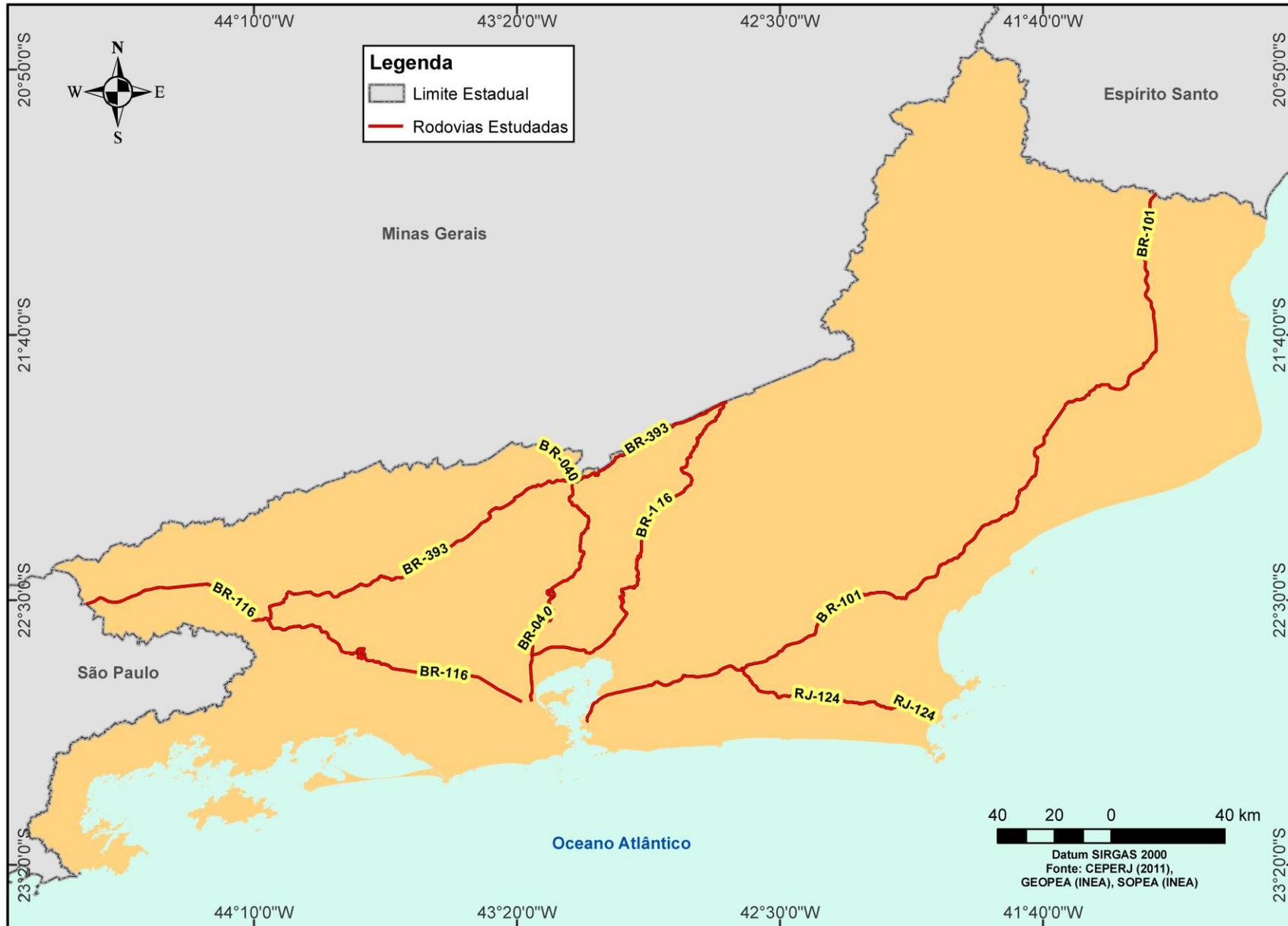


Figura 6.2.1 – Rodovias estudadas.

6.2.1.1.2. *Corpos hídricos atravessados*

Em relação aos cursos d'água existentes no percurso da rodovia, o rio Paraíba do Sul é notoriamente o mais importante, sobretudo, pela grande extensão em que é acompanhado pela rodovia BR-116, ao longo de diversos municípios fluminenses, fato que o torna muito vulnerável à poluição causada por acidentes rodoviários com produtos perigosos. O rio Paraíba do Sul é responsável pelo abastecimento d'água de diversos municípios ribeirinhos e por cerca de 8 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro que, através do rio Guandu, são abastecidos pelas águas transpostas da bacia do rio Paraíba do Sul.

STRAUCH (2004) relaciona os locais de travessias de cursos d'água, pertencentes à área de influência da rodovia (tabela 6.2.1.1.2.1). Esses locais são considerados ambientalmente vulneráveis, pela possibilidade de acidentes com transporte de produtos perigosos, associados à contaminação das águas dos rios.

Tabela 6.2.1.1.2.1 – Corpos hídricos cortados pela rodovia Presidente Dutra (BR-116).

Município	Corpo Hídrico
Rio de Janeiro	Rio Acari (km 164 + 600)
	Rio Pavuna (km 166 + 300)
São João de Meriti	Rio Sarapuí (km 172 + 200)
Nova Iguaçu	Rio da Prata (km 174 +000)
	Rio Maxambomba (km 177 + 500)
	Rio das Botas (km 178 + 800)
Queimados	Rio Camboatá (km 194 +500)
	Rio Queimados
	Córrego dos Poços (km 198 + 000)
Seropédica	Rio Guandu (km 199 +100)
	Córrego Águas Lindas (km 202 + 700)
	Rio Piranema (km 203 + 400)
Piraí	Adução de Lages (km 213 + 000)
	Ribeirão das Lages (km 215 + 400)
	Rio Floresta (km 219 + 600)
	Rio Piraí (km 237 + 250)
	Córrego Pau D'Alho (km 251 + 900)
	Rio Caximbau (km 253 + 400)
Barra Mansa	Rio Brandão (km 259 + 900)
	Rio Cachoeira II (km 263 + 000)
	Rio Godinho (km 267 + 800)
	Rio Barra Mansa (km 269 + 300)
	Rio Cotiara (km 272 + 900)
	Rio Bananal (km 275 + 000)
	Rio Goiabal (km 280 + 200)
	Córrego Primavera (km 287 + 200)
	Córrego dos Remédios (km 288 + 400)
	Ribeirão da Divisa, entre Porto Real e Barra Mansa (km 290 + 700)
Resende	Rio Paraíba (km 297 + 200)
	Rio Pirapetinga (km 300 + 700)
	Rio Portinho (km 309 + 700)
	Córrego Água Branca I (km327 + 500; km 328 + 200 e km 333 + 500)
Itatiaia	Córrego das Conchas (km 331 + 300)
	Córrego Santo Antônio (km 319 + 400)

Fonte: STRAUCH, 2004.

6.2.1.1.3. Unidades de Conservação

As seguintes Unidades de Conservação podem ser afetadas em caso de acidentes com materiais perigosos na BR-116 (Presidente Dutra): APA Guandu, FLONA Mário Xavier e ARIE Floresta da Cicuta.

A criação da Área de Proteção Ambiental do Guandu se deu pelo Decreto Estadual nº 40.670. Esta Unidade de Conservação tem área de 742,5 Km², e abrange áreas dos municípios de Miguel Pereira, Paracambi, Piraí, Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Seropédica, Nova Iguaçu, Japeri, Queimados, Vassouras e Rio Claro. Está localizada, no estado do Rio de Janeiro, no domínio no bioma Mata Atlântica (disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>, acesso em agosto de 2012).

A Floresta Nacional Mário Xavier foi criada em 1986 com 493 hectares e está localizada no município de Seropédica. Seu bioma é a mata atlântica (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html>, acesso em agosto de 2012).

A Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta da Cicuta foi criada em 1984 com 125,14 hectares de área e está localizada entre as cidades de Volta Redonda e Barra Mansa. Seu bioma é a mata atlântica e é cortada pelo ribeirão Brandão. Tal corpo hídrico é cortado pela Presidente Dutra (ibid.).

6.2.1.1.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.1.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior propensão à contaminação por acidentes rodoviários na BR-116:

Tabela 6.2.1.1.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia Presidente Dutra. Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Rio Guandu	Guandu	-22,809071	-43,627363
Reservatório de Lages	Piraí	-22,698607	-43,908226
Ribeirão das Lages	Represa Ribeirão das Lages	-22,68745	-43,84533
Reservatório de Lages	Piraí	-22,629301	-43,895781
Rio Paraíba do Sul	Areal	-22,494494	-44,2047
Rio Paraíba do Sul	Itatiaia	-22,506607	-44,564755
Rio Paraíba do Sul	Resende	-22,471104	-44,501342
Rio Paraíba do Sul	Resende	-22,46816	-44,484619
Rio Paraíba do Sul	Resende	-22,459326	-44,483925
Rio Paraíba do Sul	Resende	-22,461687	-44,464675
Rio Paraíba do Sul	Porto Real	-22,41716	-44,283756
Rio Paraíba do Sul	Quatis	-22,41491	-44,275312
Rio Paraíba do Sul	Porto Real	-22,433827	-44,283756
Rio Paraíba do Sul	Areal	-22,536327	-44,180145
Rio Paraíba do Sul	Volta Redonda	-22,517161	-44,129311
Rio Paraíba do Sul	Pinheiral	-22,500494	-44,000421
Rio Paraíba do Sul	Vassouras	-22,371578	-43,692279

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Rio Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	-22,167272	-43,29258
Rio Paraíba do Sul	Três Rios	-22,117328	-43,225135
Rio Paraíba do Sul	Sapucaia	-22,000495	-42,933743
Rio Paraíba do Sul	Cambuci	-21,583475	-41,929643
Rio Paraíba do Sul	São Fidélis	-21,645523	-41,75276
Rio Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	-21,739942	-41,334729
Rio Paraíba do Sul	São João da Barra	-21,653442	-41,086059

Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnarh.ana.gov.br/sistemacnarh.asp>).

6.2.1.1.5. Acidentes na rodovia

A partir dos dados coletados entre 1983 a 2009 (figura 6.2.1.1.5.1), foi possível identificar alguns trechos com maior e menor intensidade de acidentes. Os trechos foram classificados em números de acidentes por km:

- trecho 1: 163-201 km: 0,308 acidentes por km;
- trecho 2: 202-214 km: 0,692 acidentes por km;
- trecho 3: 215-227 km: 4,538 acidentes por km;
- trecho 4: 228-265 km: 0,658 acidentes por km;
- trecho 5: 266-294 km: 1,207 acidentes por km;
- trecho 6: 295-333 km: 1,026 acidentes por km.

O trecho mais crítico da Presidente Dutra é o de descida da Serra das Araras, sentido São Paulo-Rio de Janeiro (trecho 3).

Outro trecho com alta taxa de acidentes é o trecho que atravessa os municípios de Barra Mansa, Porto Real, Resende e Itatiaia (trecho 5 e trecho 6 seguidamente). Várias indústrias químicas localizam-se nesse trecho, dentre as quais destacam-se a Servatis (antiga Cyanamid), e a Xerox, além de indústrias siderúrgicas, como a Companhia Siderúrgica Nacional e a Siderúrgica Barra Mansa.

6.2.1.1.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Segundo levantamento feito por STRAUCH (2004), existe uma maior ocorrência de acidentes envolvendo produtos da classe 8 (substâncias corrosivas) seguida pelos produtos da classe 3 (líquidos inflamáveis). Ainda segundo este autor, esta rodovia não é só a que apresenta o maior número de ocorrências de acidentes, mais também a maior diversidade de tipologias transportadas, o que se justifica por ser a de maior intensidade de tráfego.

BR-116 (Rodovia Presidente Dutra) - km 163 ao 333

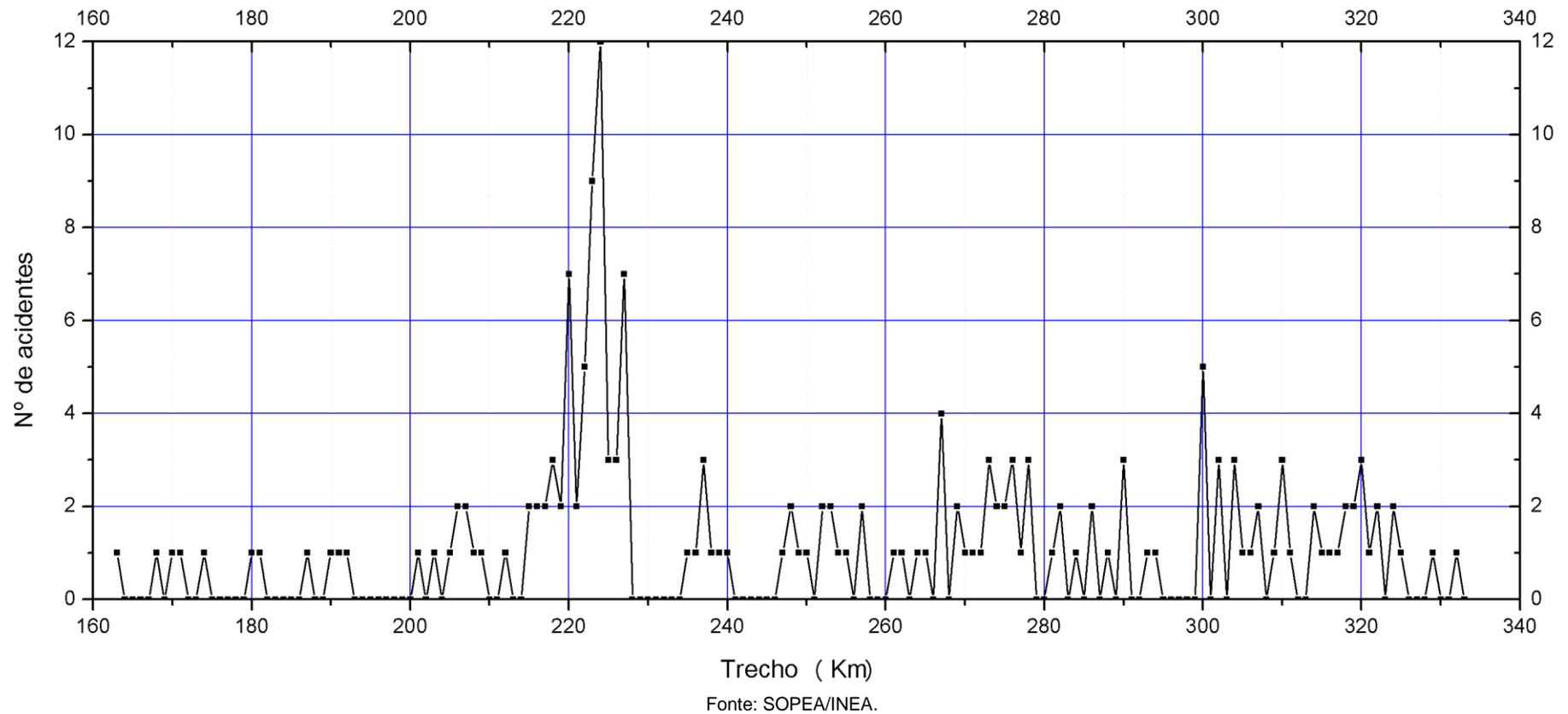


Figura 6.2.1.1.5.1 – Acidentes com materiais perigosos ocorridos na rodovia Presidente Dutra entre os km 163 e 333 nos anos 1983 ao 2009.

6.2.1.1.7. Conclusão

Com base no exposto, pode-se concluir que o transporte de produtos perigosos na rodovia Presidente Dutra constitui risco permanente para os recursos hídricos.

Primeiramente, devido ao elevado fluxo de cargas. Em segundo lugar pelo grande número de acidentes, principalmente na pista de descida da Serra das Araras. Ressalta-se também a presença de várias indústrias em seu trajeto, o que leva a um volume significativo de tráfego de materiais perigosos e uma diversidade de tipologias transportadas.

Destaca-se, além da 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), os dois corpos hídricos de maior importância para o abastecimento d'água da população fluminense. O trecho com maior número de acidentes da rodovia Presidente Dutra, a Serra das Araras, se encontra dentro da APA Guandu, o que leva a uma maior atenção em tal trecho. Ressalta-se ainda que o Ribeirão das Lages (formador do Rio Guandu) e um de seus afluentes, o Córrego da Floresta estão inseridos nessa região.

Existem alguns trechos que apresentam risco, não pela alta frequência de acidentes, mas sim pelo fato de atravessarem rios afluentes do rio Guandu. Dessa forma, uma possível contaminação poderia inviabilizar a operação da ETA Guandu causando um grande impacto no abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Tais trechos são:

- a travessia do rio Queimados no município de Queimados;
- a travessia do rio dos Poços no município de Queimados;
- o que margeia o Ribeirão das Lages em Paracambi;
- a travessia do rio Piraí em Piraí;
- o que margeia o Paraíba do Sul em Barra Mansa; e
- o que corta o Paraíba do Sul na divisa de Porto Real com Resende.

Entre os ambientes lênticos com possibilidade de contaminação, ressaltam-se: represa do Funil, em Resende; reservatório de Vigário, em Piraí e o reservatório de Santana, também em Piraí.

A compilação das informações referentes a tal rodovia é apresentada no desenho 6.2.1.1.7.1, Anexo VI.

6.2.1.2. BR-040 (Rio-Petrópolis)

O traçado atual da rodovia BR-040 resultou de longo desenvolvimento histórico, iniciado com a criação da Companhia União Indústria, empresa que objetivava a construção e exploração do trecho viário que ligaria a cidade de Petrópolis (RJ) à Vila Parnaíba (MG).

As seguintes informações constam no Plano de Emergência para Atendimento a Acidentes com Produtos Perigosos na BR-040 (apud STRAUCH, 2004), Juiz de Fora-Rio.

A obra teve início em 1856, e o primeiro trecho, de 30 quilômetros, foi concluído e entregue ao público em 1860. Os 144 quilômetros que ligam Petrópolis a Juiz de Fora, trecho inaugurado em 1861, ficaram conhecidos como União Indústria.

Em 1929, foi inaugurada a rodovia conhecida como Rio-Petrópolis, integrada à União Indústria e que tornou possível a ligação entre os estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais.

Em 1959, amplia-se essa conexão com a construção do novo contorno de Petrópolis, e a implantação de novo traçado na Baixada Fluminense.

Em 1980, ocorre a duplicação da antiga União Indústria, que torna possível um trânsito mais livre entre Petrópolis e Juiz de Fora.

Em função do crescimento do estado de Minas Gerais, criaram-se três corredores de exportação, sendo a BR-040 um deles. Esta rodovia é considerada a Grande Norte-Sul da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, com a função de distribuição de mercadorias para várias cidades do estado do Rio de Janeiro, como Teresópolis, Nova Friburgo, Macaé e Campos dos Goytacazes.

6.2.1.2.1. Comunidades Urbanas

A rodovia BR-040 atravessa seis municípios no estado do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Petrópolis, Areal, Três Rios, Comendador Levy Gasparian.

6.2.1.2.2. Corpos hídricos atravessados

A BR-040 margeia uma grande extensão do rio Piabanha, sendo assim, exerce grande influência sobre tal bacia. A BR-040 atravessa dois outros rios de grande importância: rio Paraíba do Sul e Paraibuna.

Tabela 6.2.1.2.2.1 – Corpos hídricos cortados pela rodovia BR-040.

Município	Corpos Hídricos
Duque de Caxias	Rio São João de Meriti Rio Sarapuí Rio Iguaçú Rio Santo Antônio Canal Mato Grosso Rio Saracuruna
Duque de Caxias/Petrópolis	Rio do Major Archer
Petrópolis	Rio Rolador Córrego do Sertão Rio Araras Rio da Cidade
Petrópolis/Areal/Três Rios	Rio Piabanha
Areal	Córrego do Cedro
Areal/Paraíba do Sul	Rio Fagundes
Três Rios	Rio Paraíba do Sul Córrego Mundo Novo
Comendador Levy Gasparian	Rio Paraibuna Rio Guararema ou Santa Maria

O rio Saracuruna e um de seus afluentes, o rio do Major Archer, apresentam grande relação com a BR-040.

A represa do Garrão, localizada na Reserva Biológica do Tinguá (Duque de Caxias) é um ponto de especial atenção devido à sua proximidade com a BR-040 e suas condições hidrológicas não favorecem a dispersão de possíveis poluentes.

Segundo a concessionária da BR-040, CON CER (Companhia de Concessão Rodoviária Juiz de Fora-Rio), as pontes presentes em tal rodovia localizam-se nos seguintes pontos (disponível em: <http://www.concer.com.br/Institucional/MapadaRodovia.aspx>, acesso em agosto de 2012):

Tabela 6.2.1.2.2.2 – Pontes da rodovia BR-040.

Corpo Hídrico	Km	Sentido	Município
Rio São João de Meriti I	124+450	Ambos	Duque de Caxias
Rio São João de Meriti II	123+800	Ambos	Duque de Caxias
Rio Sarapuí	117+300	Ambos	Duque de Caxias
Rio Iguaçú	114+800	Ambos	Duque de Caxias
Rio Saracuruna	105+500	Ambos	Duque de Caxias
Rio Santo Antônio	101+700	Ambos	Duque de Caxias
Canal Mato Grosso	98	Juiz de Fora – Rio de Janeiro	Duque de Caxias
Rio Rolador	90+100	Juiz de Fora – Rio de Janeiro	Petrópolis
Rio Major Archer	87+350	Juiz de Fora – Rio de Janeiro	Petrópolis
Córrego do Sertão	67	Ambos	Petrópolis
Rio da Cidade	64	Ambos	Petrópolis
Rio Piabanha I	35+600	Ambos	Areal
Rio Piabanha II	24+150	Ambos	Três Rios
Rio Paraíba do Sul	19+500	Ambos	Três Rios
Rio Paraíbuna I	0	Ambos	Comendador Levy Gasparian
Ribeirão Palmira*	827+700	Ambos	Simão Pereira
Ribeirão Três Pontes*	778+100	Ambos	Juiz de Fora
Ribeirão Espírito Santo*	777+600	Ambos	Juiz de Fora
Ribeirão Espírito Santo*	777+500	Ambos	Juiz de Fora
Rio Paraíbuna*	776+600	Ambos	Juiz de Fora

*Pontes da BR-040 já no estado de Minas Gerais.

Fonte: CON CER, 2012.

6.2.1.2.3. Unidades de Conservação

As principais Unidades de Conservação presentes nas proximidades da BR-040 são a Reserva Biológica do Tinguá e a Área de Proteção Ambiental de Petrópolis. Com distâncias superiores, tem-se a Área de Proteção Ambiental Guandu (anteriormente apresentada no item: 6.2.1.1.3) e o Parque Nacional Serra dos Órgãos.

A Reserva Biológica do Tinguá é considerada, desde 1991, Reserva da Biosfera, pela UNESCO. Criada em 1989, situa-se entre as cidades de Nova Iguaçu e Duque de Caxias, Região Metropolitana do Rio de Janeiro; e Petrópolis e Miguel Pereira, Região Serrana do Rio. A Reserva preserva a Mata Atlântica. Abriga, também, o maciço do Tinguá, com 1.600 metros de altura (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html>, acesso em agosto de 2012).

Criada em 1982, a APA-Petrópolis abrange parte dos municípios de Petrópolis, Magé, Duque de Caxias e Guapimirim, num total de 59.049 hectares. Na prática, funciona como

um tampão que impede a degradação dos recursos naturais, uma vez que, 50% de sua área está coberta por Mata Atlântica (ibid.).

O Parque Nacional Serra dos Órgãos foi criado em 1939 para proteger a excepcional paisagem e a biodiversidade deste trecho da Serra do Mar na Região Serrana do Rio de Janeiro. São 20.024 hectares protegidos nos municípios de Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim (ibid.).

6.2.1.2.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.2.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior propensão à contaminação por acidentes rodoviários na BR-040:

Tabela 6.2.1.2.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia BR-040. Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Mantiquira	Acari	-22,522124	-43,26514
Rio da Cidade	Petrópolis	-22,471052	-43,241248
Rio Santo Antônio	Petrópolis	-22,38494	-43,12958
Rio Taquarilzinho (dist. Posse)	Petrópolis	-22,286579	-43,085134
Rio Paraíba do Sul	Sapucaia	-22,000495	-42,933743
Rio Paraíba do Sul	Cambuci	-21,583475	-41,929643
Rio Paraíba do Sul	São Fidélis	-21,645523	-41,75276
Rio Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	-21,739942	-41,334729
Rio Paraíba do Sul	São João da Barra	-21,653442	-41,086059

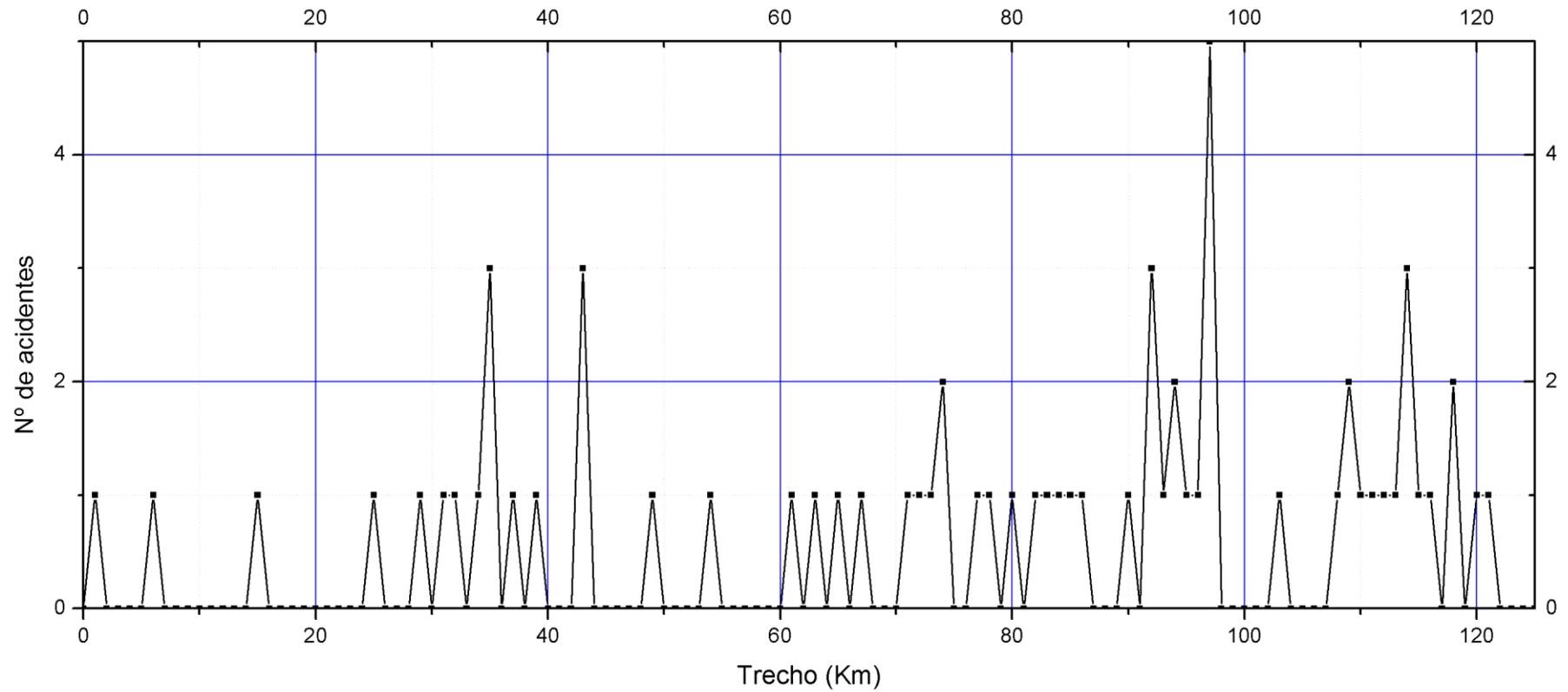
Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnaqh.ana.gov.br/sistemacnaqh.asp>).

6.2.1.2.5. Acidentes na rodovia

A partir dos dados coletados entre 1983 a 2009 (figura 6.2.1.2.5.1), podem-se identificar alguns trechos com maior e com menor intensidade de acidentes. Os trechos foram classificados em números de acidentes por km:

- trecho 1: 0-24 km: 0,120 acidentes por km;
- trecho 2: 25-43 km: 0,684 acidentes por km;
- trecho 3: 44-60 km: 0,118 acidentes por km;
- trecho 4: 61-89 km: 0,586 acidentes por km;
- trecho 5: 90-97 km: 1,750 acidentes por km;
- trecho 6: 98-107 km: 0,100 acidentes por km;
- trecho 7: 108-125 km: 0,889 acidentes por km.

BR-040 (Rio - Juiz de Fora) - Km 0 ao 125



Fonte: SOPEA/INEA.

Figura 6.2.1.2.5.1 – Acidentes com materiais perigosos ocorridos na rodovia BR-040 entre os km 0 e 125 nos anos 1983 ao 2009.

Segundo o Plano de Emergência para Atendimento a Acidentes com Produtos Químicos, da BR-040, são os seguintes os locais críticos identificados:

- pistas de subida e descida da Serra de Petrópolis (trecho 5);
- quilômetros 34, 38+500 e 44 (curvas perigosas);
- quilômetro 67+500 (curva perigosa);
- quilômetro 76+500 (longo trecho em declive);
- quilômetros 78 e 80 (curvas perigosas);
- quilômetro 85 (viaduto e túnel do Papagaio);
- quilômetro 97 (curva perigosa);
- e os pontos onde se localizam as pontes citadas anteriormente na tabela 6.2.1.2.2.2.

6.2.1.2.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Segundo o Plano de Emergência da CONCERT (apud STRAUCH), os seguintes produtos caracterizados por classe transitam pela rodovia BR-040:

- Classe 1 (explosivos) - dinamite.
- Classe 2 (gases) - cloro e GLP
- Classe 3 (líquidos inflamáveis) - gasolina, álcool, diesel e tintas
- Classe 5 (substâncias oxidantes) - peróxido de hidrogênio, dióxido de carbono
- Classe 6 (substâncias tóxicas) - pesticidas MDI, TDI, organofosforados
- Classe 7 (materiais radioativos) - não foi registrada nesta rodovia.
- Classe 8 (corrosivos) - ácidos sulfúrico, clorídrico e nítrico
- Classe 9 (substâncias diversas) - carbureto de cálcio e fertilizantes

6.2.1.2.7. Conclusão

Pode-se observar que o rio Piabanha e alguns dos seus afluentes apresentam considerável risco de contaminação (principalmente no município de Areal) devido ao grande número de acidentes na região e pelo fato de que tal rio corre paralelo à BR-040 em grande parte do seu curso. Sendo o Piabanha um afluente do Paraíba do Sul (rio de grande importância no estado do Rio de Janeiro), um possível acidente com contaminação nesta bacia poderia levar prejuízos às regiões bem distantes do acidente ocorrido.

Vale destacar ainda, que a represa do Garrão é um corpo hídrico com alto risco de contaminação por acidentes rodoviários, uma vez que se situa em região de alto índice de acidentes e não apresenta condições favoráveis à dispersão dos poluentes.

Quanto aos pontos de coleta de água para abastecimento, os mais vulneráveis compõem o sistema de abastecimento de Petrópolis.

A compilação das informações referentes à rodovia BR-040 é apresentada no desenho 6.2.1.2.7.1, Anexo VI.

6.2.1.3. BR-393 (Lúcio Meira)

A BR-393, antiga Rio-Bahia, é uma rodovia federal. Seu ponto inicial fica na cidade fluminense de Barra Mansa e o final em Cachoeiro do Itapemirim (ES). Sua extensão é de cerca de 400 quilômetros.

O trecho entre os municípios de Barra Mansa e Três Rios, no entroncamento com a BR-040, com cerca de 120 quilômetros, é denominado Rodovia Lúcio Meira. Tinha popularmente a denominação de Rio-Bahia por ser uma das mais antigas e importantes rotas entre o estado do Rio e o nordeste brasileiro. Teve sua construção iniciada e concluída na década de 1950. Posteriormente recebeu o nome do ex-governador fluminense Lúcio Meira. A atual BR-393 foi efetivada pelo Plano Nacional de Viação em 1973 (disponível em <http://www.rodoviadoaco.com.br/site/page/>, acesso em agosto de 2012).

É uma rodovia típica de fundo de vale, pois seu traçado desenvolve-se paralelamente ao leito do rio Paraíba do Sul, o que a torna uma rodovia ambientalmente sensível (STRAUCH, 2004).

6.2.1.3.1. Comunidades Urbanas

A BR-393 (trecho denominado Lúcio Meira) atravessa, no Rio de Janeiro, os seguintes municípios: Barra Mansa, Volta Redonda, Barra do Piraí, Vassouras, Rio das Flores, Paraíba do Sul, Três Rios e Sapucaia, onde faz fronteira com o estado de Minas Gerais.

6.2.1.3.2. Corpos hídricos atravessados

A BR-393 margeia durante um longo trecho o rio Paraíba do Sul (sendo que o corta 5 vezes). Logo, grande parte dos afluentes do Paraíba do Sul está na área de influência da rodovia. Tais corpos hídricos são apresentados na tabela 6.2.1.3.2.1.

Tabela 6.2.1.3.2.1– Corpos hídricos cortados pela rodovia BR-393.

Município	Corpo Hídrico
Barra Mansa	Córrego Cachoeirinha
Volta Redonda	Ribeirão Brandão Ribeirão das Flores Ribeirão Santa Teresa
Barra do Piraí	Córrego Colosso Córrego Boa Esperança Ribeirão das Minhocas Rio Ipiabas
Vassouras	Ribeirão de São Pedro Córrego das Mortes Rio Alegre Rio Boa Sorte Rio Ubá
Paraíba do Sul	Ribeirão da Boa Vista Córrego do Maurício Rio da Barra do Rio Novo
Três Rios	Córrego Cantagalo Córrego dos Pilões Rio Piabanha Córrego Floresta Córrego Bemposta Rio Calçado Córrego Manuel Parente
Sapucaia	Ribeirão Duas Vendas Córrego Fundão.

6.2.1.3.3. Unidades de Conservação

A BR-393, no trecho em estudo, não atravessa nem exerce influência sob nenhuma Unidade de Conservação.

6.2.1.3.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.3.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior propensão à contaminação por acidentes rodoviários na BR-393.

Tabela 6.2.1.3.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia BR-393. Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Rio Paraíba do Sul	Pinheiral	-22,500494	-44,000421
Rio Paraíba do Sul	Vassouras	-22,371578	-43,692279
Rio Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	-22,167272	-43,29258
Rio Paraíba do Sul	Três Rios	-22,117328	-43,225135
Rio Paraíba do Sul	Sapucaia	-22,000495	-42,933743
Rio Paraíba do Sul	Cambuci	-21,583475	-41,929643
Rio Paraíba do Sul	São Fidélis	-21,645523	-41,75276
Rio Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	-21,739942	-41,334729
Rio Paraíba do Sul	São João da Barra	-21,653442	-41,086059
Rio Guandu	Guandu	-22,809071	-43,627363

Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnaqh.ana.gov.br/sistemacnaqh.asp>).

6.2.1.3.5. Acidentes na rodovia

A partir dos dados coletados entre 1983 a 2009 (figura 6.2.1.3.5.1), podem-se identificar alguns trechos com maior e com menor intensidade de acidentes. Os trechos foram classificados em números de acidentes por km.

- trecho 1: 101-151 km: 0,157 acidentes por km;
- trecho 2: 152-171 km: 0,750 acidentes por km;
- trecho 3: 171-204 km: 0,152 acidentes por km;
- trecho 4: 205-233 km: 0,034 acidentes por km;
- trecho 5: 234-246 km: 0,538 acidentes por km;
- trecho 6: 247-272 km: 0,038 acidentes por km;
- trecho 7: 273-297 km: 1,429 acidentes por km;
- trecho 8: 280-297 km: 0,000 acidentes por km.

A BR-393 apresenta determinadas áreas em que é maior a ocorrência de acidentes, entre elas: entre os quilômetros 152 e 171 (trecho 2), trecho entre os quilômetros 234 e 246 (trecho 5), como também o trecho entre os quilômetros 273 e 279 (trecho 7), sendo este último o mais crítico e situado entre as cidades de Volta Redonda e Barra do Pirai.

BR-393 (Rodovia Lúcio Meira) - Km 101 ao 297

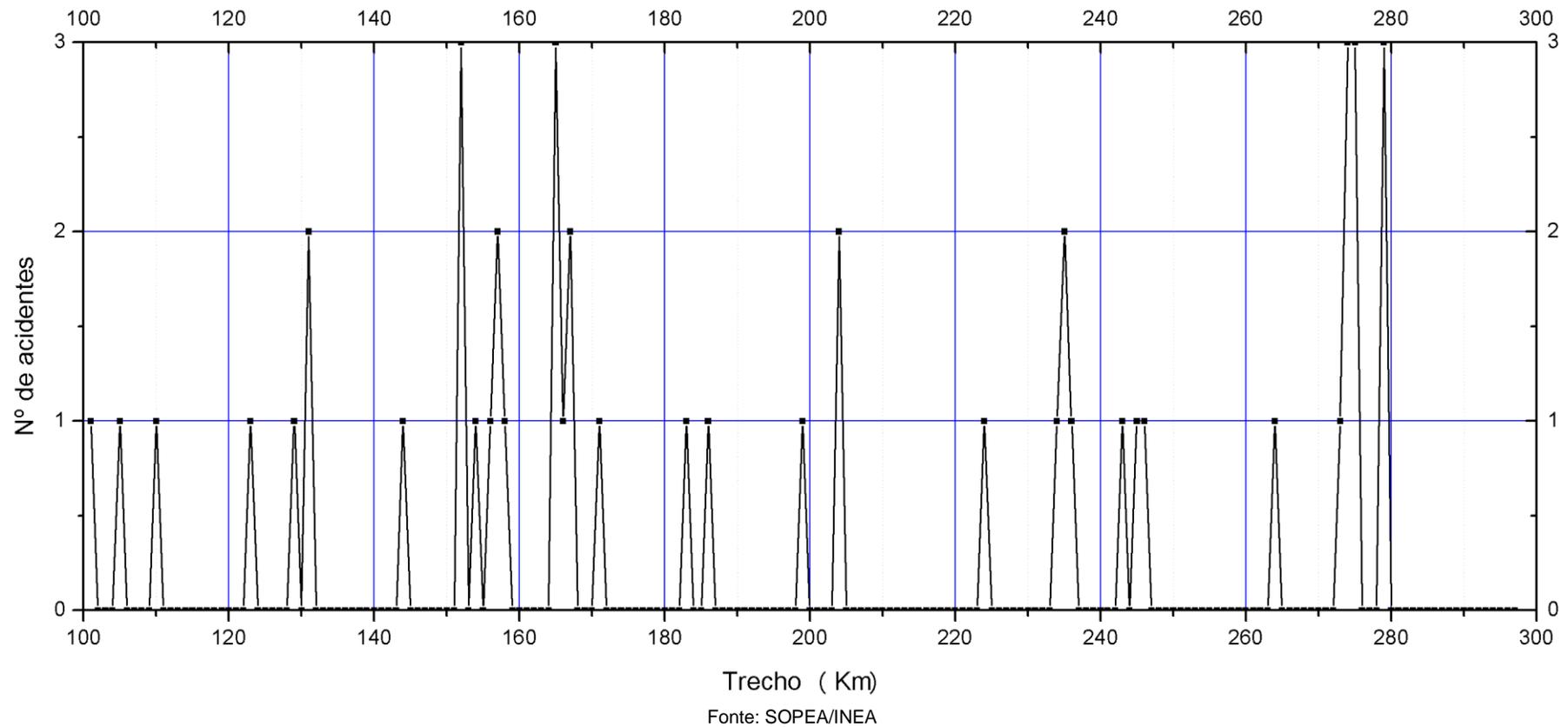


Figura 6.2.1.3.5.1 – Acidentes com materiais perigosos ocorridos na rodovia BR-393 entre os km 101 e 297 nos anos 1983 a 2009.

6.2.1.3.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Tendo-se como base o registro de acidentes da extinta FEEMA, a predominância de acidentes de produtos da classe 3 (líquidos inflamáveis) e classe 8 (corrosivos).

6.2.1.3.7. Conclusão

Com seu curso paralelo à BR-393, o rio Paraíba do Sul apresenta grande vulnerabilidade ambiental. Além de vários afluentes, o próprio Paraíba do Sul é cortado pela rodovia em questão. Dessa forma, vários sistemas de captação de água para abastecimento humano podem entrar em risco em caso de um acidente com produtos perigosos na BR-393.

O trecho com maior taxa de acidentes se encontra entre Volta Redonda e Barra do Piraí, o que 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 do estado do Rio de Janeiro, pela contaminação das águas transpostas para o rio Guandu.

Nenhuma unidade de conservação tende a ser afetada por um possível acidente na BR-393.

A compilação das informações referentes à BR-393 é apresentada no desenho 6.2.1.3.7.1, Anexo VI.

6.2.1.4. RJ-124 (Via Lagos)

Com o objetivo de escoar a produção agropecuária, principalmente de cítricos e gado, foi construída, na década de 60, pelo governo do estado do Rio de Janeiro, a rodovia conhecida como RJ-124 (apud STRAUCH, 2004).

A RJ-124 Rodovia dos Lagos, atualmente com 56 quilômetros de extensão, liga os municípios de Rio Bonito, Araruama, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, e serve de acesso também a Saquarema, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios, além dos municípios mais ao norte do litoral, como Barra de São João e Rio das Ostras. Representa o elo fundamental entre a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a Região dos Lagos, atendendo também aos fluxos turísticos e ao transporte de cargas proveniente da rodovia federal BR-101.

Esta rodovia está sob a responsabilidade da concessionária Via Lagos S.A, desde 23 de dezembro de 1996.

6.2.1.4.1. Comunidades Urbanas

A RJ-124 atravessa os seguintes municípios no Rio de Janeiro: Rio Bonito, Araruama, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia.

6.2.1.4.2. Corpos hídricos atravessados

Os principais corpos hídricos atravessados pela RJ-124 são apresentados na tabela 6.2.1.4.2.1.

Tabela 6.2.1.4.2.1 – Corpos hídricos cortados pela rodovia RJ-124.

Município	Corpo Hídrico
São Gonçalo	Rio Imboassu Rio Alcântara Rio Guaxindiba Rio Monjolo Rio Goianã
Itaboraí	Rio da Aldeia Rio Tingidor Rio Vargem Rio Iguá (ou Calundu)
Tanguá	Rio dos Duques (ou do Gado) Rio Ipitangas Rio Tanguá
Rio Bonito	Rio dos Andios Rio Bacaxá
Silva Jardim	Rio Capivari Rio Imbaú Córrego Cambucas Rio São João Rio Maratua Rio Iguapé Rio Aldeia Velha
Casimiro de Abreu	Ribeirão Ipiabas Rio Indaiaçu Rio Lontra Córrego dos Muzis
Macaé	Canal das Pedrinhas Rio Macaé Córrego das Aduelas Rio São Pedro Vala dos Quarenta Córrego Ubá
Carapebus	Rio do Meio
Quissamã	Rio Piabas
Campos dos Goytacazes	Rio Macabu, Rio da Prata Vala do Pau-Funcho Rio Ururaí Canal da Cachoeira Rio Paraíba do Sul Córrego Sacupira Córrego Azurara Brejo do Vinhoto Ribeirão Grande Córrego Pedra Lisa (ou Conceição) Córrego do Juvêncio Rio Itabapoana

Os rios que podem sofrer uma contaminação proveniente de um afluente que tenha recebido alguma carga de contaminantes indevida são: Bacaxá, da Domingas, Jacundá, Piri-Piri (ou Valão do Sampaio), Mataruna (ou Buraco do Pau), São João e canal São João.

Apesar de não serem atravessados pela RJ-124, o rio Mataruna (ou Buraco do Pau) e o córrego Dourado apresentam chances de contaminação pela proximidade.

Na região atravessada pela RJ-124, existe um sistema lântico muito grande. Tal sistema não favorece a dispersão de poluentes, assim, o poluente tende a permanecer por mais tempo. Os sistemas lânticos com possibilidade de contaminação são: lagoa de Araruama e lagoa de Juturnaíba.

6.2.1.4.3. Unidades de Conservação

A RJ-124 apresenta potencial risco às seguintes Unidades de Conservação:

- APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado;
- APA de Massambaba;
- RESEX Marinha do Arraial do Cabo;
- APA do Pau-Brasil; e
- APA Serra de Sapatiba (cortada pela RJ-124, inclusive).

A APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado foi criada em 2002 e possui 150.700 hectares. O bioma da APA é a Mata Atlântica. Abrange cerca de 2/3 da bacia do rio São João (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html>, acesso em agosto de 2012).

A RESEX Marinha do Arraial do Cabo fica localizada no município de Arraial do Cabo, na chamada Região dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro, caracterizada por um cinturão pesqueiro entre a praia de Massambaba, na localidade da Pernambuco e a praia do Pontal, na divisa com Cabo Frio, incluindo a faixa de 3 milhas da costa de Arraial do Cabo, definindo uma área de 56.769 ha de lâmina d'água (ibid.).

A APA de Massambaba, com 76.306 km², sendo 26 km de praia, localiza-se no litoral do estado do Rio de Janeiro, numa longa faixa de restinga, entre o mar e a lagoa de Araruama, abrangendo parte dos municípios de Saquarema, Arraial do Cabo e Araruama (disponível em: massambaba.org.br, acesso em agosto de 2012).

A APA do Pau-Brasil, criada em 2002, está localizada nos municípios de Armação de Búzios e Cabo Frio, tem área de 99,4 Km² e apresenta como principal ecossistema a Floresta estacional semidecidual, com algumas ocorrências de Pau-Brasil, que apresentam exemplares de grande longevidade. Seu principal corpo d'água é representado pelo rio Itajuru (disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>, acesso em agosto de 2012).

A APA da Serra de Sapatiba, criada em 1990, está localizada nos municípios de São Pedro d'Aldeia e Iguaba Grande, tem área de 600 Km² e apresenta como principais ecossistemas a Mata Atlântica e campos inundáveis. Seus principais corpos d'água são representados pelos rios Papicu, Frecheiras e Ubá (ibid).

6.2.1.4.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.4.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior propensão à contaminação por acidentes rodoviários na RJ-124.

Tabela 6.2.1.4.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia RJ-124. Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Lagoa de Juturnaíba	Prolagos	-22,639984	-42,300255
Lagoa de Juturnaíba	Águas de Juturnaíba	-22,618972	-42,271489

Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnarh.ana.gov.br/sistemacnarh.asp>).

6.2.1.4.5. Acidentes na rodovia

Pelo fato do órgão ambiental do Estado não estar sendo comunicado sobre a ocorrência de acidentes nessa rodovia, o número de registros é praticamente nulo. Nos arquivos do SOPEA/INEA, existem registros da ocorrência de 1 acidente em 2003 no km 30, 1 acidente em 2007, no km 1. Dessa forma, não é possível fazer uma distribuição espacial de acidentes por km para cada trecho. Entretanto, o Plano de Emergência da rodovia, permite a localização de alguns pontos críticos (apud STRAUCH, 2004). São eles:

- Comunidade do Boqueirão, ocupação residencial/comercial.
- Rio Duas Barras, localização: estaca 305+300, km 6+100m
- Rio Sete Voltas, localização: estaca 579, km 11+570m
- Rio Boa Esperança, localização: estaca 623+500, km 12+470m
- Rio Castelo, localização: estaca 846, km 16+915m
- Rio Domingas, localização: estaca 947, km 18+927m
- APA de Sapatiba.

6.2.1.4.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Segundo o estudo de STRAUCH (2004) ficou caracterizado que o tráfego predominante envolvendo produto perigoso é liderado por combustíveis (gasolina e óleo diesel), seguido de GLP.

Transitam, ainda, pela rodovia RJ-124 os seguintes produtos:

- Classe 1 - Explosivos. Dinamite
- Classe 2 - Gases. Cloro e GLP
- Classe 3 - Líquidos inflamáveis, como tintas, álcool etc
- Classe 5 - Substâncias oxidantes, como peróxidos de hidrogênio e dióxido de carbono líquido
- Classe 6 - Substâncias tóxicas, como pesticidas organofosforados, MDI, TDI e DMI
- Classe 7 - Materiais radioativos, não registrados na rodovia.
- Classe 8 – Corrosivos, como os ácidos sulfúrico, clorídrico, nítrico, hidróxido de potássio, enxofre.
- Classe 9 - Substâncias perigosas diversas, como formaldeído, carbureto de cálcio etc.

6.2.1.4.7. Conclusão

Devido à ausência de registros, não foi possível identificar os trechos com maiores riscos de acidentes. Entretanto, considerando apenas o percurso, pode-se concluir que a rodovia RJ-124 apresenta um grande risco ambiental, já que atravessa uma área ambientalmente sensível e vários corpos hídricos que alimentam ambientes lênticos.

Acidentes nessa rodovia podem levar à interrupção na captação de água da lagoa de Juturnaíba.

A compilação das informações referentes à rodovia RJ-124 é apresentada no desenho 6.2.1.4.7.1, Anexo VI.

6.2.1.5. BR-101 (Rio-Campos)

O trecho em estudo da BR-101 se estende de Niterói até o município de Campos dos Goytacazes na divisa com o Espírito Santo sem abordar a ponte Presidente Costa e Silva (Ponte Rio-Niterói).

O trecho é conhecido como BR-101 Norte, ou simplesmente Rio-Campos. O trecho total dessa rodovia resultou da junção de vários outros trechos, que foram sendo construídos e agregados ao traçado atual.

6.2.1.5.1. Comunidades Urbanas

A BR-101 Norte atravessa os seguintes municípios no Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Niterói; São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito, Silva Jardim, Casimiro de Breu, Rio das Ostras, Macaé, Carapebus, Conceição de Macabu, Quissamã, Campos dos Goytacazes.

6.2.1.5.2. Corpos hídricos atravessados

Devido a sua grande extensão, a BR-101 Norte atravessa uma grande quantidade de corpos hídricos. Considerando-se que a maioria desses corpos hídricos são afluentes de outros rios, há um número muito grande de rios que podem ser afetados por acidentes com materiais perigosos na rodovia (tabela 6.2.1.5.2.1).

Os principais corpos hídricos nessa condição são: rios Alcântara e Guaxindiba, que deságuam no manguezal da APA de Guapimirim, em estuário na Baía de Guanabara; rios Capivari, Bacaxá e São João, que deságuam na lagoa de Juturnaíba, principal manancial de abastecimento público da Região dos Lagos, e diversos afluentes que têm a lagoa Feia como corpo receptor.

Tabela 6.2.1.5.2.1 – Corpos hídricos cortados pela rodovia BR-101 Norte.

Município	Corpo Hídrico
São Gonçalo	Rio Imboassu Rio Alcântara Rio Guaxindiba Rio Monjolo Rio Goianã
Itaboraí	Rio da Aldeia Rio Tingidor Rio Vargem Rio Iguá (ou Calundu)

Município	Corpo Hídrico
Tanguá	Rio dos Duques (ou do Gado) Rio Ipitangas Rio Tanguá
Rio Bonito	Rio dos Andios Rio Bacaxá
Silva Jardim	Rio Capivari Rio Imbaú Córrego Cambucas Rio São João Rio Maratua Rio Iguapé Rio Aldeia Velha
Casimiro de Abreu	Ribeirão Ipiabas Rio Indaiaçu Rio Lontra Córrego dos Muzis
Macaé	Canal das Pedrinhas Rio Macaé Rio São Pedro Córrego das Aduelas Vala dos Quarenta Córrego Ubá
Carapebus	Rio do Meio
Quissamã	Rio Piabas
Campos dos Goytacazes	Rio Macabu Rio da Prata Vala do Pau-Funcho Rio Ururá Canal da Cachoeira Rio Paraíba do Sul Córrego Sacupira Córrego Azurara Brejo do Vinhoto Ribeirão Grande Córrego Pedra Lisa (ou Conceição) Córrego do Juvêncio Rio Itabapoana

6.2.1.5.3. Unidades de Conservação

A BR-101 Norte apresenta potencial risco às seguintes Unidades de Conservação:

- APA de Guapimirim;
- ESEC Guanabara;
- APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado (anteriormente apresentada no item 6.2.1.4.3);
- Reservas Biológicas de Poço das Antas e União.

A APA Guapimirim foi criada em 1984 com 13.926,62 hectares. Engloba os manguezais da porção oriental da baía de Guanabara nos municípios de Magé, Guapimirim, Itaboraí e São Gonçalo (disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros.html>, acesso em agosto de 2012).

A ESEC Guanabara se encontra dentro da APA Guapimirim. Foi criada em 2006 com 1.935 hectares (ibid.).

A Rebio de Poço das Antas foi criada em 1974, com 5.052,48 hectares. E a Rebio União, que é cortada pela rodovia BR-101, foi criada em 1998 com 2.922,92 ha. O bioma característico de ambas é a Mata Atlântica (ibid.).

6.2.1.5.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.5.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior possibilidade de contaminação por acidentes rodoviários na BR-101 Norte.

Tabela 6.2.1.5.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia BR-101. Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Rio Bacaxá	Rio Bonito	-22,69211	-42,560576
Lagoa de Juturnaíba	Águas de Juturnaíba	-22,618972	-42,271489
Lagoa de Juturnaíba	Prolagos	-22,639984	-42,300255
Rio Macaé	Macaé	-22,299491	-41,89176
Lagoa Feia	Quissamã	-22,093221	-41,368924
Rio Paraíba do Sul	Campo dos Goytacazes	-21,739942	-41,334729
Rio Paraíba do Sul	São João da Barra	-21,653442	-41,086059

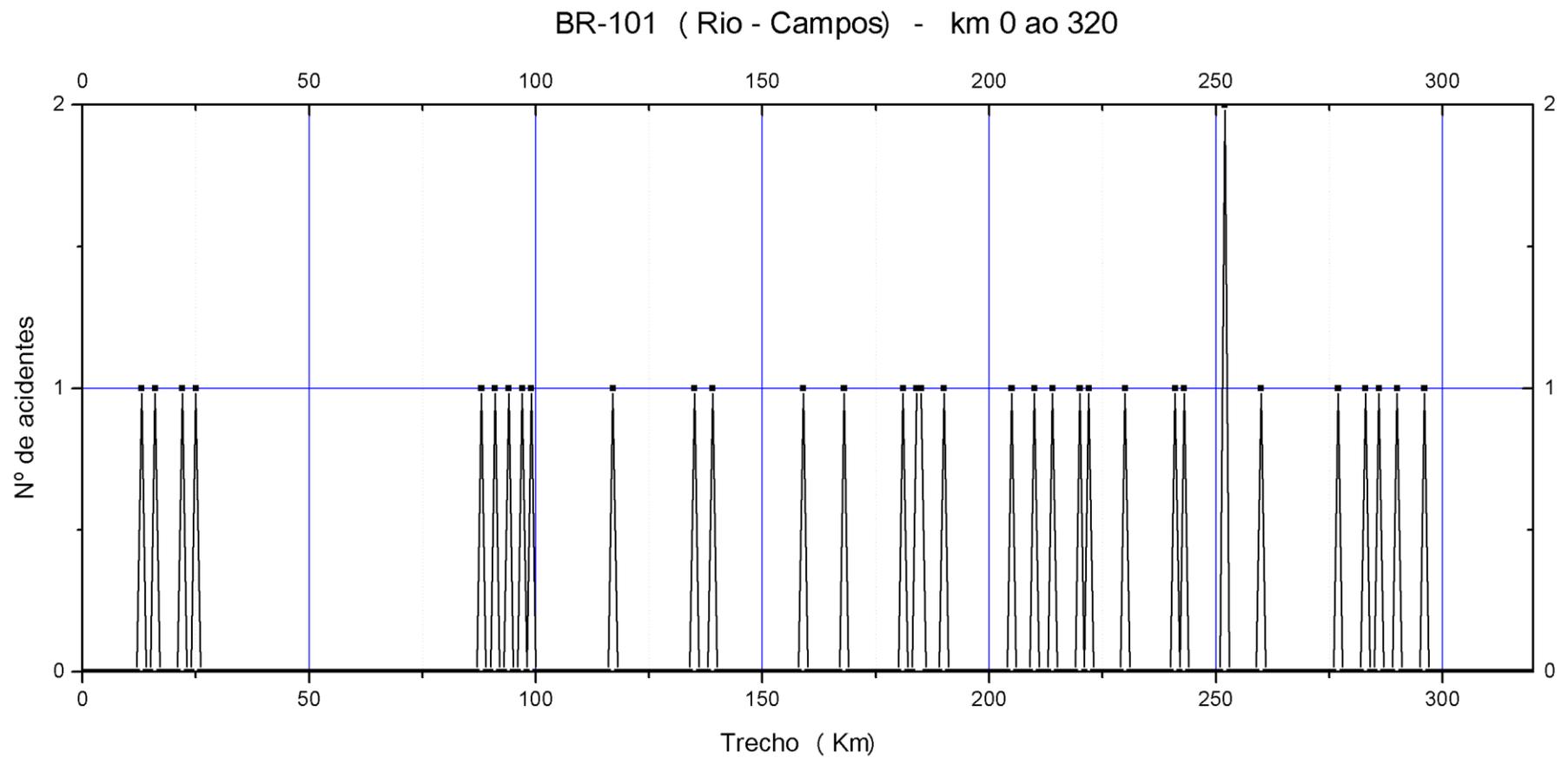
Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnarh.ana.gov.br/sistemacnarh.asp>).

6.2.1.5.5. Acidentes na rodovia

A partir dos dados coletados entre 1983 a 2009 (figura 6.2.1.5.5.1), é possível identificar alguns trechos com maior e com menor intensidade de acidentes. Os trechos foram classificados em números de acidentes por km.

- trecho 1: 0-12 km: 0,000 acidentes por km;
- trecho 2: 13-25 km: 0,308 acidentes por km;
- trecho 3: 26-87 km: 0,000 acidentes por km;
- trecho 4: 88-99 km: 0,417 acidentes por km;
- trecho 5: 100-204 km: 0,086 acidentes por km;
- trecho 6: 205-261 km: 0,164 acidentes por km;
- trecho 7: 262-296 km: 0,143 acidentes por km;
- trecho 8: 297-320 km: 0,000 acidentes por km.

A BR-101 apresenta certa uniformidade na taxa de acidentes conforme é mostrado na figura 6.2.1.5.5.1.



Fonte: SOPEA/INEA

Figura 6.2.1.5.5.1 – Acidentes com produtos perigosos ocorridos na rodovia BR-101 entre os km 0 e 320 nos anos 1983 ao 2009.

6.2.1.5.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Segundo STRAUCH (2004), devido à existência de atividades de exploração de petróleo (Bacia de Campos) e da indústria de cana-de-açúcar e álcool, na região de Campos, somado ao fato de a rodovia fazer a ligação com os estados do Nordeste, Sul e Sudeste, do país, o perfil de tráfego predominante nesta via é de produtos das Classes de Risco 2 (gases), 3 (líquidos inflamáveis) e 8 (corrosivos).

6.2.1.5.7. Conclusão

Devido à sua grande extensão, a BR-101 Norte 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.

O trecho entre Itaboraí e Casimiro de Abreu (trecho 6 e 7) apresenta uma taxa de acidentes levemente superior ao restante da rodovia, com alta sensibilidade ambiental, uma vez que atravessa a APA do Rio São João/Mico Leão Dourado e a REBIO Nacional de Poço das Antas.

Entre os ambientes lênticos com possibilidades de contaminação indireta por acidentes com materiais perigosos na BR-101 Norte, destacam-se as lagoas Feia e de Juturnaíba.

A compilação das informações referentes à rodovia BR-101 é apresentada no desenho 6.2.1.5.7.1, Anexo VI.

6.2.1.6. BR-116 (Rio-Teresópolis)

O trecho da rodovia BR-116 compreendido entre as cidades do Rio de Janeiro (RJ) e Além Paraíba (MG) foi iniciado na década de 50, ligando primeiramente os municípios do Rio de Janeiro e de Teresópolis. Posteriormente, estendeu-se até a cidade de Além Paraíba, no estado de Minas Gerais, completando 144,6 km de extensão.

6.2.1.6.1. Comunidades Urbanas

A Rio-Teresópolis atravessa os seguintes municípios no Rio de Janeiro: Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto e Sapucaia.

6.2.1.6.2. Corpos hídricos atravessados

Os principais corpos hídricos atravessados pela Rio-Teresópolis são apresentados na tabela 6.2.1.6.2.1.

Os principais corpos hídricos que podem sofrer contaminação secundária em caso de contaminação de um de seus afluentes por um acidente com produtos perigosos na rodovia Rio-Teresópolis são: rio Paraíba do Sul, represa Morro Grande, rio Guapi-Açu, rio Macacu e rio Estrela.

Tabela 6.2.1.6.2.1 – Corpos hídricos cortados pela rodovia Rio-Teresópolis (BR-116).

Município	Corpo Hídrico
Duque de Caxias	Rio Saracuruna Rio Taquara
Magé	Ribeirão do Imbariê Rio Inhomirim Rio Suruí Rio Iriri Rio Roncador (ou Santo Aleixo)
Guapimirim	Rio Guapimirim Rio Bananal Rio Soberbo Rio Iconha
Teresópolis	Rio Paquequer Rio do Albuquerque Ribeirão Santa Rita Rio dos Andradas Rio Preto Rio do Capim (ou do Pião) Córrego da Água Quente
Sapucaia	Rio São Francisco Rio Monte Café Córrego Fundão

6.2.1.6.3. Unidades de Conservação

A Rio-Teresópolis apresenta potencial risco às seguintes Unidades de Conservação:

- APA de Guapimirim;
- ESEC Guanabara;
- APA da Bacia do Rio Macacu;
- Parque Nacional Serra dos Órgãos;
- APA de Petrópolis;
- APA da Floresta do Jacarandá;
- Parque Estadual dos Três Picos.

As informações referentes às unidades de conservação foram extraídas de INEA (disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>, acesso em agosto de 2012).

A APA da Bacia do Rio Macacu foi criada em 2002 e ainda não possui área definida. A relevância desta APA está no fato de ela pertencer a três principais municípios da região Leste da Baía de Guanabara - Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, que possuem, em conjunto, uma população aproximada de quase 2 milhões de pessoas. Outro fator de relevância está no grande potencial hídrico da região da APA, que também ocupa posição de destaque quanto à biodiversidade de fauna e flora.

A APA da Floresta do Jacarandá foi criada em 1985 com 2.700 hectares de Mata Atlântica. Fica localizada no município de Teresópolis.

O Parque Estadual dos Três Picos foi criado em 2002 e ocupa 58.790 hectares. Ele é formado por um conjunto de montanhas conhecido por Três Picos, cujo ponto mais alto é o Pico Maior, com 2.316 metros de altitude, considerado o ponto culminante de toda a Serra do Mar no estado do Rio de Janeiro.

6.2.1.6.4. Pontos de captação de água nas proximidades

A tabela 6.2.1.6.4.1 apresenta os pontos de captação de água para abastecimento com maior propensão à contaminação por acidentes rodoviários na Rio-Teresópolis:

Tabela 6.2.1.6.4.1 – Pontos de captação de água para abastecimento humano passíveis de serem afetados em caso de acidente com produtos perigosos na rodovia BR-116 (Rio-Teresópolis). Datum WGS84.

Manancial	Sistema	Latitude	Longitude
Rio Roncador	Magé	-22,614179	-43,038511
Rio Soberbo	Guapimirim	-22,506691	-42,987406
Rio Macacu	Magé	-22,674491	-42,973396
Rio Macacu	Laranjal	-22,657636	-42,938458
Córrego Taboinhas	Teresópolis	-22,462413	-42,96844
Rio Preto	Teresópolis	-22,249	-42,917203
Rio Paraíba do Sul	Sapucaia	-22,000495	-42,933743
Rio Paraíba do Sul	Cambuci	-21,583475	-41,929643
Rio Paraíba do Sul	São Fidélis	-21,645523	-41,75276
Rio Paraíba do Sul	Campos dos Goytacazes	-21,739942	-41,334729
Rio Paraíba do Sul	São João da Barra	-21,653442	-41,086059

Fonte: ANA (2010) e Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos da ANA (<http://cnaqh.ana.gov.br/sistemacnaqh.asp>).

6.2.1.6.5. Acidentes na rodovia

A partir dos dados coletados entre 1983 a 2009 (figura 6.2.1.6.5.1), podem-se identificar alguns trechos com maior e com menor intensidade de acidentes. Os trechos foram classificados em números de acidentes por km.

- trecho 1: 0-25 km: 0,077 acidentes por km;
- trecho 2: 26-32 km: 1,143 acidentes por km;
- trecho 3: 33-90 km: 0,086 acidentes por km;
- trecho 4: 91-102 km: 0,667 acidentes por km;
- trecho 5: 103-124 km: 0,045 acidentes por km;
- trecho 6: 125-133 km: 0,667 acidentes por km;
- trecho 7: 134-144 km: 0,091 acidentes por km.

O trecho com maior número de acidentes se encontra no município de Sapucaia (trecho 2). Outro trecho com taxa de acidentes relativamente alta se encontra na chegada ao município de Guapimirim no sentido Teresópolis-Rio (trecho 4). Um trecho da Rio-Teresópolis em Magé também apresenta uma taxa de acidentes relativamente alta. (trecho 6).

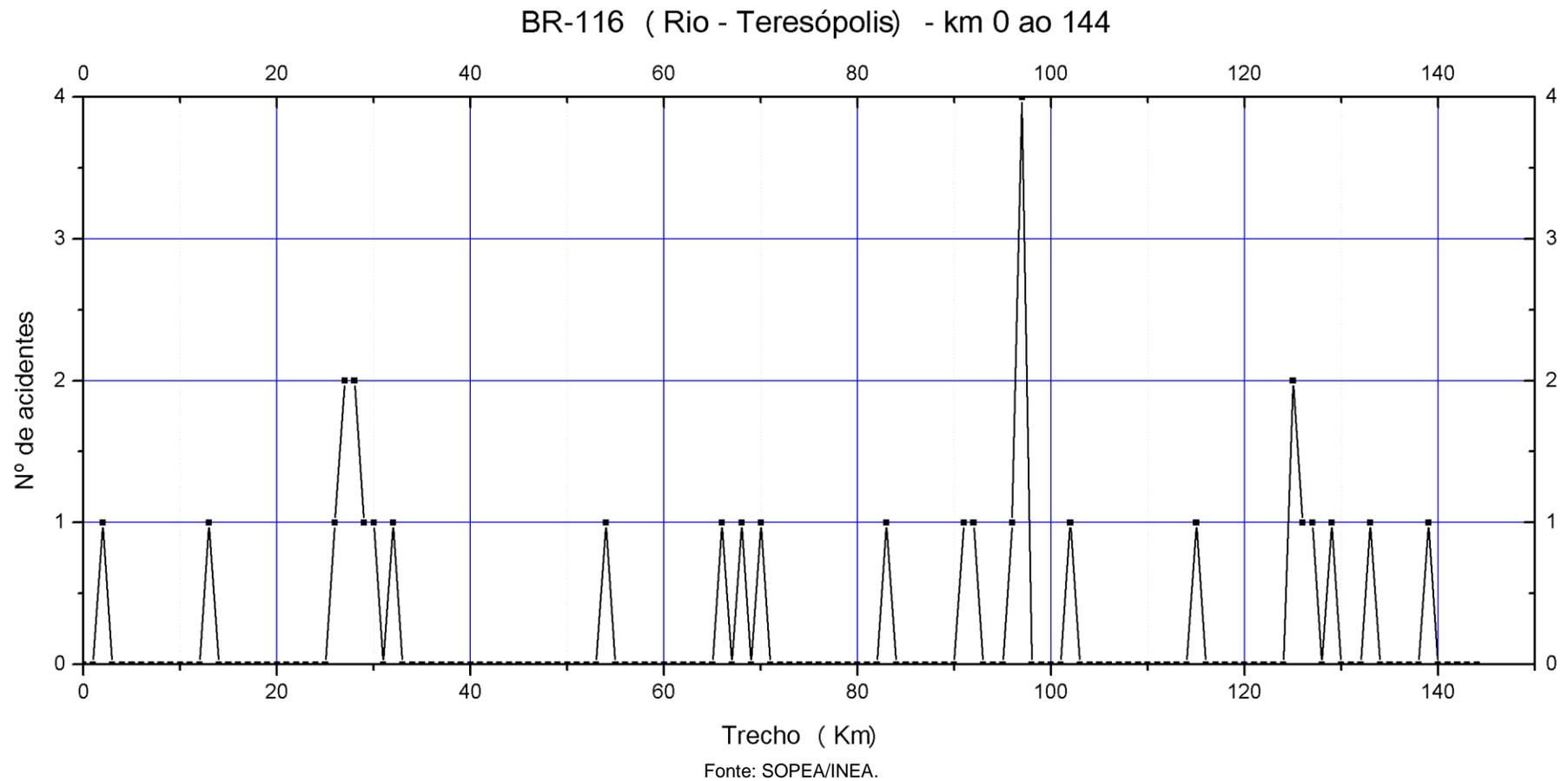


Figura 6.2.1.6.5.1 – Acidentes com materiais perigosos ocorridos na rodovia BR-116 (Rio-Teresópolis) entre os km 0 e 144 nos anos 1983 ao 2009.

6.2.1.6.6. Perfil do tráfego de produtos perigosos

Segundo levantamento presente no plano de emergência da CRT (1999), a identificação dos produtos perigosos por classe de risco (apud STRAUCH, 2004) foi caracterizada da seguinte forma:

- Classe 1 (explosivos) - 10 veículos (0,6%).
- Classe 2 (gases – GLP) - 437 veículos (25,8%).
- Classe 3 (líquidos inflamáveis) - 896 veículos (52,9%).
- Classe 4 (sólidos inflamáveis) - 2 veículos (0,1%).
- Classe 5 (substâncias oxidantes) - 13 veículos (0,8%).
- Classe 6 (substâncias tóxicas) - 12 veículos (0,7%).
- Classe 7 (substâncias radioativas) - 0,0 (0%).
- Classe 8 (substâncias corrosivas) - 210 veículos (12,4%).
- Classe 9 (substâncias perigosas diversas) - 114 veículos (6,7%).

Tal levantamento foi realizado com base em 101 horas de pesquisa e foi realizado no km 122,5 no ano de 1999. Tal levantamento também revelou que o transporte de produtos perigosos acontece predominantemente no sentido Rio-Teresópolis.

6.2.1.6.7. Conclusão

Um trecho de seu percurso atravessa uma área ambientalmente sensível, intimamente ligada à bacia do rio Macacu, trecho este que apresenta uma taxa de acidentes elevada.

É importante destacar que a rodovia BR-116 (Rio-Teresópolis) 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.

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 no município de Sapucaia.

A compilação das informações referentes a BR-116 (Rio-Teresópolis) é apresentada no desenho 6.2.1.6.7.1, Anexo VI.

6.3. Transporte Ferroviário

Neste capítulo são discutidos os possíveis riscos aos recursos hídricos estaduais em relação a acidentes ferroviários com produtos perigosos, com enfoque nas duas principais ferrovias de carga do Rio de Janeiro: a MRS e a FCA (figura 6.3.1).

A tabela 6.3.1. apresenta o histórico de acidentes com produtos perigosos no estado do Rio de Janeiro no período 1985-2005. No período 2006-2012 não foram registrados acidentes ferroviários pelo SOPEA/INEA.

Tabela 6.3.1– Acidentes ferroviários com produtos perigosos no estado do Rio de Janeiro.

Data	Local	Causa	Produto
17/09/1985	Rodovia Amaral Peixoto, Rios das Ostras	Tombamento	Óleo Diesel
09/06/1989	Duque de Caxias	Tombamento	-
08/04/1991	Barão de Juparanã, Valença	Vazamento	Ácido cresílico
28/10/1991	Barra do Pirai	Colisão	Óleo Diesel
25/12/1991	Rocha Sobrinho, Nova Iguaçu	Tombamento	Óleo Diesel
05/05/1994	Imboassica, Macaé	Tombamento	-
11/03/1995	Mangueira, Rio Bonito	Tombamento	-
08/02/1996	São Mateus, Pavuna	Tombamento	Produto Químico
18/04/1996	Estação Falcão, Quatis	Tombamento	Óleo Lubrificante
06/08/1996	Macaé	Acidente	Óleo Diesel
19/09/1996	Japeri	Abalroamento	Óleo Diesel
18/02/1997	Itaboraí	Tombamento	-
06/06/1997	FCA entre Rocha Leão (Rio das Ostras) e Macaé	Tombamento	Óleo Marítimo
06/11/1997	Rio D'Ouro, Rio Bonito	Descarrilamento	Gasolina
26/11/1997	BR-101, Rocha Leão, Rio das Ostras	Tombamento	-
11/12/1997	Quatis	Tombamento	Óleo Diesel
05/02/1998	Campos	Tombamento	Gasolina
03/06/1998	Palmeira da Serra, Engenheiro Paulo de Frontin	Desprendimento de Engate	-
14/01/1999	Km 181,6 da estrada Rio-Campos, entre Casimiro de Abreu e Macaé	Tombamento	Sem Perda
05/05/1999	Perto da manobra da estação Macaé	Tombamento	-
01/05/2002	Estação de Jardim Primavera, Duque de Caxias	Tombamento	Óleo
16/01/2004	Carapebus	Descarrilamento	-
04/02/2004	Rua Francisco Bicalho, próximo à estação Leopoldina	Colisão	-
19/05/2004	Ferrovias FCA em Carapebus, km 245	Tombamento	-
26/04/2005	Ferrovias FCA, Porto das Caixas, Itaboraí	Descarrilamento	Óleo Diesel
24/12/2005	Km 45, em Engenheiro Gurgel, Paracambi	Colisão	Óleo Diesel

Fonte: SOPEA/INEA.

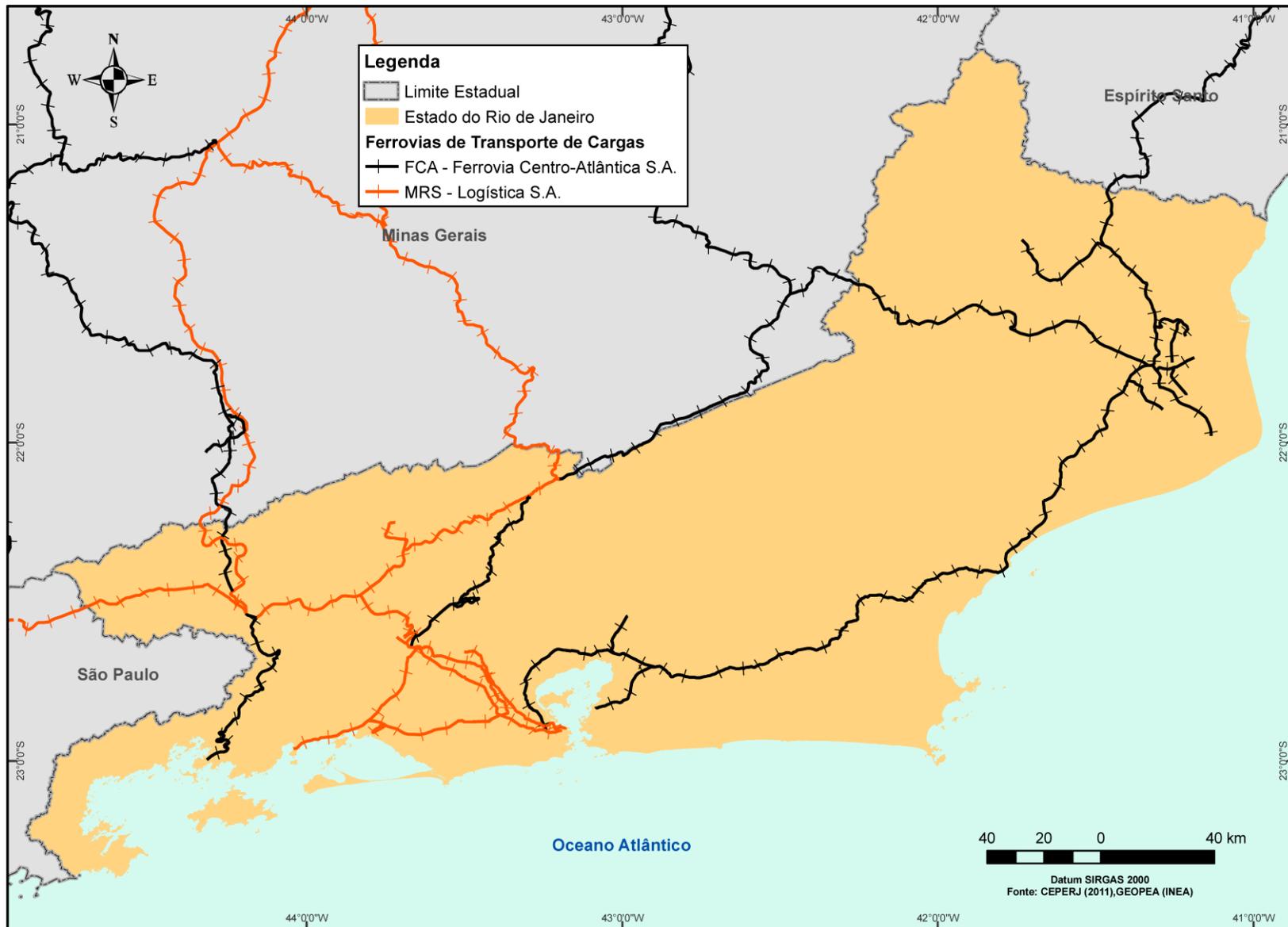


Figura 6.3.1 – Ferrovias estudadas

6.3.1. Análise Individual das Ferrovias Consideradas

Neste item, são relacionados os aspectos mais importantes envolvidos no transporte de produtos perigosos nas duas principais ferrovias que atravessam o estado do Rio de Janeiro. Tais aspectos dizem respeito aos acidentes ferroviários com transporte de produtos perigosos e sua influência sobre áreas de preservação ambiental, vegetação, cursos d'água e comunidades urbanas que se desenvolvem nas proximidades dessas ferrovias. Também foi levantado o perfil de tráfego de produtos perigosos que por elas transitam.

No desenho 6.3.1.1, Anexo VI, estão representadas as ferrovias que atravessam o estado do Rio de Janeiro, juntamente com as Regiões Hidrográficas.

Os acidentes levantados junto ao SOPEA/INEA não foram suficientes para determinar trechos críticos em número de acidentes.

6.3.1.1. Ferrovia MRS

A MRS Logística S.A. obteve a concessão da Malha Regional Sudeste, que pertencia à RFFSA, em setembro de 1996, e sua operação foi iniciada em dezembro do mesmo ano. (CNT, 2011). Esta ferrovia com extensão de 1.674 km interliga os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (VIANA, 2009), tendo ponto de conexão com a FCA S.A., EFVM, ALL Malha Paulista e com a Supervia. Tais conexões interligam alguns dos principais eixos econômicos do país.

Possui conexão com importantes portos da região Sudeste, como o Porto de Santos (margens direita e esquerda), Itaguaí, Guaíba e Rio de Janeiro, participando do escoamento da produção das principais siderúrgicas nacionais e do minério de ferro da região mineira do quadrilátero ferrífero. Além desses produtos, a MRS também transporta cimento, bauxita, produtos agrícolas, coque verde e contêineres (CNT, 2011).

6.3.1.1.1. Comunidades Urbanas

No estado do Rio de Janeiro, ela atravessa os seguintes municípios: Rio de Janeiro, São João de Meriti, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, Seropédica, Itaguaí, Mangaratiba, Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Barra do Piraí, Pinheiral, Volta Redonda, Barra Mansa, Quatis, Porto Real, Resende, Itatiaia, Vassouras, Valença, Paraíba do Sul, Três Rios e Comendador Levy Gasparian.

6.3.1.1.2. Corpos hídricos sob influência da ferrovia

Em sua grande extensão, a ferrovia RMS atravessa os seguintes corpos hídricos listados no quadro 6.3.1.1.2.1. Tais corpos hídricos foram selecionados a partir da base vetorial disponível. Ressalta-se que seria necessária a disponibilização de bases vetoriais de ferrovias em uma escala maior para melhor detalhamento deste item.

Quadro 6.3.1.1.2.1 – Corpos hídricos atravessados pela ferrovia MRS.

Município	Corpo Hídrico
Barra do Piraí	Córrego Botafogo
	Rio Piraí
	Ribeirão do João Congo
	Córrego dos Pocinhos

Município	Corpo Hídrico
Barra do Piraí, Pinheiral, Volta Redonda, Barra Mansa, Porto Real, Resende	Paraíba do Sul
Barra Mansa	Rio Barra Mansa
	Córrego Cotiara
	Rio Bananal
	Rio do Salto
	Ribeirão da Divisa ou da Cachoeira
	Rio Turvo
	Córrego Pirapitinga
Barra Mansa, Quatis	Rio das Pedras
Belford Roxo	Rio da Bota
Comendador Levy Gasparian	Rio Paraibuna
Itaguaí	Rio Caçõ
	Rio Mazomba
	Canal de Santo Inácio
	Valão do Dendê
	Rio Meio Dia
Itatiaia	Rio Campo Belo
Japeri	Rio São Pedro
Japeri	Rio dos Poços
	Rio Santo Antônio
	Rio Douro
Mangaratiba	Rio Saí
Mendes, Barra do Piraí	Rio Sacra Família
Nova Iguaçu	Canal Paiol
	Rio das Velhas
Paracambi	Rio Santana
Paraíba do Sul	Ribeirão da Boa Vista
	Córrego do Maurício
	Rio da Barra do Rio Novo
Quatis	Córrego Terra Amarela
	Córrego Lambari
Queimados	Canal Quebra Coco
Resende	Rio Pirapetinga
	Rio Alambari
	Ribeirão das Pedras
	Ribeirão da Água Branca
	Rio do Salto
	Ribeirão do Cafundó
	Ribeirão da Pedra Branca
	Rio Preto
Rio Pavuna	
Rio de Janeiro	Rio das Pedras
	Rio Timbó
São João de Meriti	Rio Sarapuí
Seropédica	Rio Piranema
	Valão dos Bois
Três Rios	Ribeirão das Lages
	Córrego Cantagalo
Vassouras	Ribeirão de São Pedro
	Córrego das Mortes
	Rio Alegre
Volta Redonda	Rio Ubá
	Ribeirão Brandão

Além dos corpos hídricos listados na tabela, acidentes na ferrovia MRS com materiais perigosos podem levar à contaminação dos seguintes corpos hídricos lênticos:

- represa do Funil;
- reservatório de Vigário;
- reservatório de Santana;
- represa do Ribeirão das Lajes;
- Lagoa da Cedae (tomada d'água do Guandu);

6.3.1.1.3. Unidades de Conservação

As principais unidades de conservação atravessadas pela MRS são:

- APARU Serra da Misericórdia;
- APA Estadual Guandu (anteriormente apresentada);
- APA Estadual de Mangaratiba;

A Área de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana da Serra da Misericórdia foi criada em novembro de 2000 pela prefeitura do Rio de Janeiro e tem uma área aproximada de 3695 ha. Um dos seus objetivos, segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (SMAC), é a recuperação da mata atlântica ali existente (disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibeconteudo?article-id=148058>, acesso em agosto de 2012).

A Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba, criada em março de 1987, é uma unidade de uso sustentável com 230,00 Km². Apresenta, como objetivos de sua criação, a preservação do patrimônio inestimável representado pela Floresta Pluvial Tropical Litorânea e manguezais em bom estado de conservação, considerados de preservação permanente e responsáveis pelo abrigo de inúmeras espécies da fauna, algumas ameaçadas de extinção, protegidas por legislação própria. A APA de Mangaratiba também tem como objetivo a necessidade da manutenção desta vegetação como protetora dos mananciais existentes (disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>, acesso em agosto de 2012).

6.3.1.1.4. Cargas comumente transportadas

Os principais produtos perigosos que são movimentados na MRS são os granéis minerais de enxofre, a amônia e o óleo diesel. A tabela 6.3.1.1.4.1 apresenta os volumes destes produtos perigosos transportados na MRS nos anos de 2006 e 2007 na MRS.

Tabela 6.3.1.1.4.1 – Produtos perigosos transportados pela MRS (2006-2007), em ton útil (tu).

Grupo	Produto	2006	2007	Varição (%)
Indústria Siderúrgica, Cimento e Construção Civil	Granéis minerais de enxofre	175,0	57,2	-67,32
Setor agrícola, extração vegetal e celulose	Amônia	21,6	2,2	-90,06
Combustíveis, derivados do petróleo e álcool	Óleo Diesel	99,0	92,4	-6,67
	Outros combustíveis e derivados	0	17,1	-

Fonte: GEIPOT, 2007 (apud Viana, 2009).

De acordo com dados disponibilizados pela MRS Logística, a distribuição dos tipos de carga por trecho ocorre da seguinte maneira (quadro 6.3.1.1.4.2):

Quadro 6.3.1.1.4.2 – Tipo de carga transportada pela MRS por região.

Região	Município	UF	Tipo de Carga
Grande Rio	Rio de Janeiro	RJ	Gusa/Siderúrgicos/Contêineres/Cimento
Sul Fluminense	Volta Redonda	RJ	Siderúrgicos
Sul Fluminense	Resende	RJ	Siderúrgicos

Fonte: MRS, 2008 (apud Viana, 2009).

Dessa forma, conclui-se que o principal produto transportado na região em estudo é do tipo siderúrgico e os principais produtos perigosos são os granéis minerais de enxofre.

6.3.1.1.5. Conclusão

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. Além disso, em grande parte do seu trajeto, ela 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 Pirai estão na área de influência da MRS por longos trechos.

6.3.1.2. Ferrovia Centro-Atlântica S.A. - FCA

A FCA iniciou sua operação em 1986, após a obtenção da concessão da Malha Centro-Leste da extinta RFFSA. Tal ferrovia possui 8.066 km de extensão e atende aos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Sergipe, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, além do Distrito Federal. Ela possui pontos de conexão com a EFVM (Estrada de Ferro Vitória a Minas), MRS Logística S.A., ALL - Malha Paulista S.A. e a Transnordestina Logística S.A.. A FCA tem ligação com os portos de Angra dos Reis – RJ, Aracaju – SE, Aratu – BA e Salvador – BA. Por meio da malha ferroviária da EFVM, a FCA possui acesso aos portos de Tubarão e Vitória, localizados no Espírito Santo, e pela ALL - Malha Paulista ao Porto de Santos (SP).

6.3.1.2.1. Comunidades Urbanas

No Rio de Janeiro, a FCA atravessa os seguintes municípios: Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito, Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Macaé, Carapebus, Quissamã, Campos dos Goytacazes, São Fidelis, Cambuci, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Japeri, Miguel Pereira, Paty do Alfarez, Paraíba do Sul, Três Rios, Sapucaia, Angra dos Reis, Rio Claro, Barra Mansa, Volta Redonda, e Quatis.

6.3.1.2.2. Corpos hídricos sob influência da ferrovia

A FCA apresenta influência sobre as bacias dos corpos hídricos apresentados no quadro 6.3.1.2.2.1.

Os corpos hídricos presentes neste item foram selecionados e disponibilizados gentilmente pela Diretoria de Departamento de Operações Ferroviárias da VLI (concessionária da FCA).

Quadro 6.3.1.2.2.1. – Corpos hídricos atravessados pela ferrovia FCA.

Município	Corpo Hídrico
Angra dos Reis	Rio Japuíba
	Rio Cabo Severino
	Rio da Figueira
	Rio da Areia do Pontal
Barra Mansa	Rio Barra Mansa
	Córrego da Marreca
	Córrego do Jordão
	Córrego da Laranjeira
	Córrego Lambari
Cambuci	Córrego da Represa
	Córrego da Anta ou do Sapateiro
	Ribeirão São João
	Córrego São Martinho
Campos dos Goytacazes	Valão do Padre Antônio
	Córrego da Angola
	Córrego Pedra d'Água
	Córrego da Cachoeira
	Valão da Penha
	Valão da Concha
	Valão da Pedra Lisa
	Córrego da Onça
	Valão Panorama
	Córrego Santo Antônio
	Córrego Palmital
	Canal da Cachoeira
	Rio Ururai
	Valão do Guriri
	Canal do Louro
	Vala Euclides Campos
	Rio da Prata
Rio do Gino	
Carapebus	Córrego do Baú
	Córrego do Chalé
	Córrego da Maricota
	Córrego do Lameiro
Casimiro de Abreu	Córrego Jacutinga
	Rio Branco
	Rio Lontra
Duque de Caxias	Córrego Ipiabas
	Rio Iguaçu
	Rio Saracuruna
	Vala do Farias
Guapimirim	Canal de Sarapuí
	Rio Guapi
Guapimirim	Vala do Rodo
	Rio Macacu
	Vala Trinta e Seis
	Vala de Sernambetiba
Itaboraí	Rio Porto das Caixas
	Rio Iguá
	Vala da Água Fria
Macaé	Canal Macaé-Campos
	Canal de Macaé

Município	Corpo Hídrico
	Rio Macaé Rio Imboacica Rio Purgatório
Magé	Rio Inhomirim Canal do Imbariê Rio Suruí Canal Magé-Mirim Rio Roncador ou Santo Aleixo Canal de Magé Canal Suruí-Mirim
Quatis	Córrego Santa Afra Córrego Boa Vista ou São Domingos Córrego do Matadouro Córrego Lava-Pé Rio Turvo Córrego dos Quatis ou Campo Alegre
Quissamã	Rio das Pedras Rio Macabu Rio do Meio
Resende	Rio da Pedra Branca
Rio Bonito	Rio Bonito Rio dos Índios Rio Bacaxá
Rio Claro	Rio Claro Córrego dos Bois Córrego Fortaleza Ribeirão da Glória Rio Piraí
Rio das Ostras	Rio Iriú
Rio de Janeiro	Canal do Mangue Rio Faria Rio Maracanã Rio Jacaré
Santo Antônio de Pádua	Córrego do Caiapó Córrego Ferra Onça Córrego da Calçadinha Córrego do Suíço
Santo Antônio de Pádua	Córrego da Cabiúna
São Fidélis	Córrego Esperança Valão do Macaco Valão do Engenho d'Água Valão do Timbó Valão Valão do Grumarim Córrego Vargem Grande Rio do Colégio Córrego Bom Jesus Valão Pedra d'Água
Silva Jardim	Rio Preto Rio da Aldeia Velha Rio São João Rio Capivari Córrego do Valão Córrego da Vaca Caída Rio Teresinha

Município	Corpo Hídrico
Tanguá	Córrego Capim Melado
	Rio do Gado
	Rio Tanguá
	Rio Ipitangas
Três Rios	Córrego Cantagalo
	Paraibuna
Três Rios/Sapucaia/São Fidélis/Campos dos Goytacazes	Paraíba do Sul

Uma séria de lagos, lagoas e reservatórios podem ser afetados, de forma direta ou através de contaminação de seus afluentes, por um acidente com produtos perigosos na ferrovia FCA. Tais corpos hídricos são: lagoa de Juturnaíba, lagoa Imboacica, lagoa Cabiúnas, lagoa das Pedras, lagoa de Carapebus, lagoa Feia, reservatório de Vigário, reservatório de Santana, e represa do Ribeirão das Lajes.

6.3.1.2.3. Unidades de Conservação

As principais unidades de conservação sob possível influência pela FCA são:

- Parque Estadual Cunhambebe;
- APA da Serra da Mantiqueira.
- APA Guandu (apresentada no item: 6.2.1.1.3);
- APA Guapimirim (apresentada no item: 6.2.1.5.3);
- ESEC Guanabara (apresentada no item 6.2.1.5.3);
- APA do Rio São João/Mico Leão Dourado (apresentada no item 6.2.1.4.3);
- Rebios Poço das Antas e União (apresentadas no item 6.2.1.5.3);
- PN da Restinga de Jurubatiba;

O Parque Estadual Cunhambebe foi criado em junho de 2008 e possui área de 38 mil hectares e abrange parte dos municípios de Mangaratiba, Angra dos Reis, Rio Claro e Itaguaí. Ta unidade foi criada com o objetivo de proteger uma região de vegetação nativa, formando um contínuo florestal com o Parque Nacional da Serra da Bocaina e a Terra Indígena de Bracuhy, o que assegura a preservação de espécies animais e vegetais ameaçadas com a fragmentação dos remanescentes da Mata Atlântica (disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/unidades/conteudo.asp>, acesso em agosto de 2012).

Localizada nos municípios de Itatiaia e Resende, a Área de Preservação Ambiental da Serra da Mantiqueira possui 421.804,46 hectares. Foi criada em 1995 e o seu bioma é a mata atlântica (ibid).

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba foi criado em 1998. Fica situado no norte do estado do Rio de Janeiro, englobando área de Macaé, Carapebus e Quissamã. Possui 44 km de praias, sendo que neste trecho existem 18 lagoas costeiras de rara beleza e de grande interesse ecológico.

6.3.1.2.4. Cargas comumente transportadas

As principais mercadorias transportadas pela FCA são: soja e farelo, calcário, produtos siderúrgicos e industrializados, açúcar, adubos e fertilizantes, derivados de petróleo, álcool e contêineres (CNT, 2011).

Os principais produtos perigosos movimentados na FCA são: o óleo diesel, a gasolina, o álcool e outros derivados de petróleo, a amônia e granéis minerais de enxofre (tabela 6.3.1.2.4.1)

Tabela 6.3.1.2.4.1 – Mercadorias transportadas, em tonelada útil (tu), em 2006 e 2007 na FCA.

Grupo	Produto	2006	2007	Variação (%)
Indústria Siderúrgica, Cimento e Construção Civil	Granéis minerais de enxofre	669,7	673,6	0,59
	Setor agrícola, extração vegetal e celulose	Amônia	0,4	0,0
Combustíveis, derivados do petróleo e álcool	Óleo Diesel	805,7	544,7	-32,40
	Gasolina	236,1	144,6	-38,77
	Álcool	67,7	87,1	28,73
	Outros combustíveis e derivados	516,3	461,5	-10,62

Fonte: GEIPOT, 2007 (apud Viana, 2009).

6.3.1.2.5. Conclusão

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.

6.4. Outros Modais de Transporte

Apesar do rio Paraíba do Sul estar incluído no Plano Nacional de Viação, aprovado pela Lei nº 5917, de 10 de setembro de 1973, modificada pela Lei nº 6630 de 16 de abril de 1979, não apresenta condições adequadas para a navegação em escala comercial.

Conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, (Fundação COPPETEC, 2006) na segunda metade do século passado foi criada uma linha de vapores que percorria o trecho entre Caçapava e Cachoeira Paulista. No entanto, diante da construção da ferrovia (Malha Regional Sudeste) e, posteriormente, da Rodovia Presidente Dutra, que corre paralela ao rio, a navegação tornou-se desnecessária e praticamente desapareceu.

A utilização do rio 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 inexpressível.

Devido a sua grande produção de óleo, o estado do Rio de Janeiro possui uma extensa malha dutoviária 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** e **VIII** (Baía de Guanabara e Macaé e das Ostras, respectivamente) possuem a maior rede de dutos pelo fato de serem os principais polos petrolíferos.

Existe uma grande carência de informações relativas ao mapeamento da rede dutoviária, o que impossibilitou a obtenção de uma base em escala adequada à identificação dos rios com maior potencial de serem atingidos no caso de acidentes. Dessa forma, a tabela 6.4.1 limita-se apenas a apresentar as Regiões Hidrográficas atravessadas pelos principais dutos do Rio de Janeiro. Ressalta-se ainda, a existência de incoerências entre os bancos de dados.

Para um melhor levantamento dos possíveis impactos da malha dutoviária sobre os recursos hídricos, faz-se necessário a disponibilização de melhores dados e bases vetoriais.

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

A figura 6.4.1 apresenta a rede de principais dutos do estado do Rio de Janeiro, e a tabela 6.4.1 apresenta alguns dados básicos relacionados à rede.

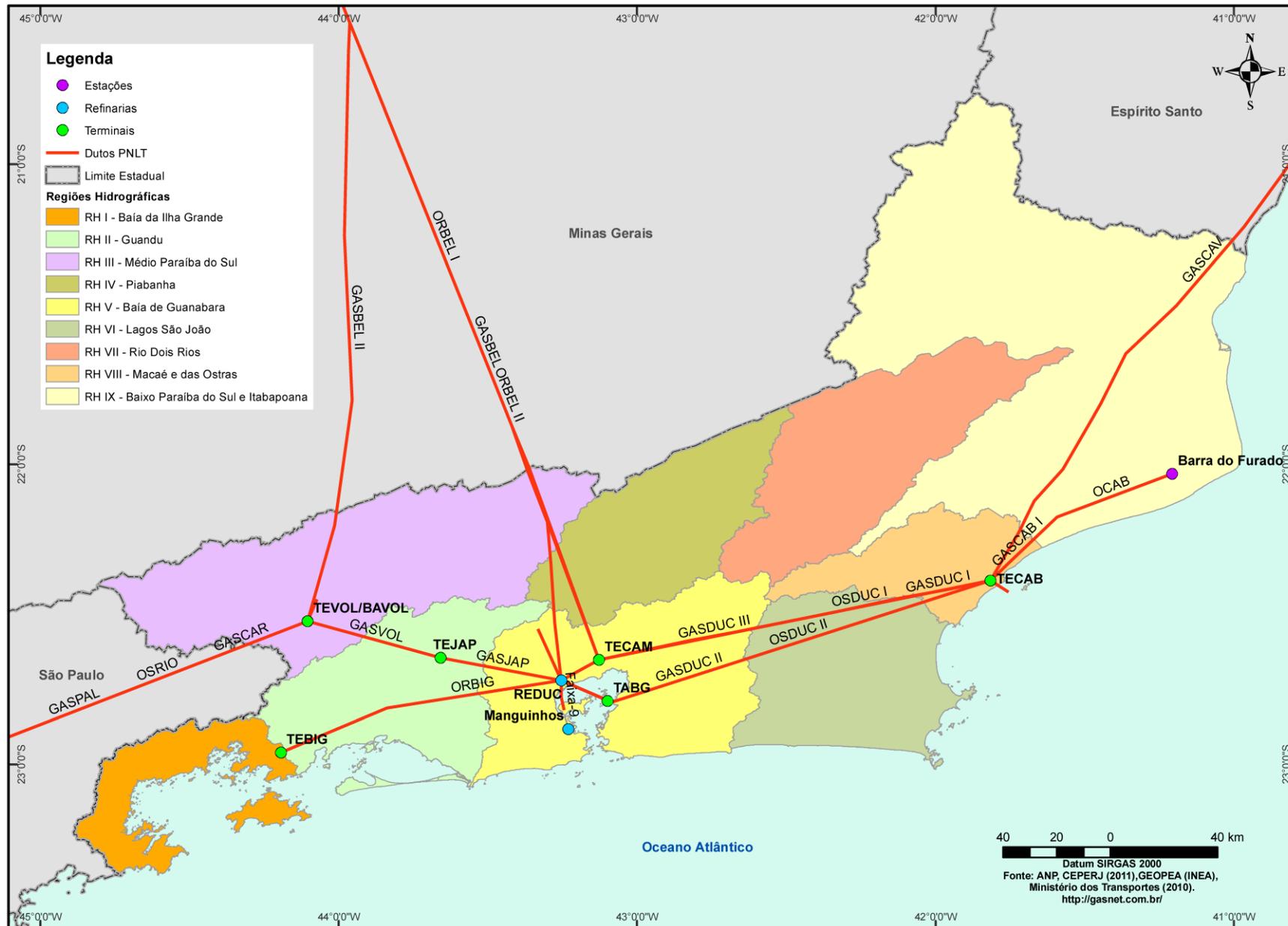


Figura 6.4.1 – Principais redes de dutos do estado do Rio de Janeiro

Tabela 6.4.1 – Dados dos principais dutos do Rio de Janeiro

Sigla	Operador	Origem			Destino			Produto	Diâmetro (pol)	Extensão (Km)	RHs Atravessadas
		Instalação	Município	UF	Instalação	Município	UF				
Faixa 9	Transpetro	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Aeroporto Galeão	Rio de Janeiro	RJ	QAV	10	10,9	V
GASBEL	Transpetro	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	REGAP - Refinaria Gabriel Passos	Betim	MG	Gás	16	357	III, IV, V
GASBEL II	Transpetro	TEVOL/BAVOL - Terminal Volta Redonda/Base Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	Terminal de Distribuição do ORBEL-II	Queluzito	MG	Gás	18	267	III
GASCAB I	Transpetro	Estação Barra do Furado	Quissamã	RJ	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	Gás	18	67	VIII,IX
GASCAB II	Transpetro	Estação Barra do Furado	Quissamã	RJ	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	Gás	20	67	VIII,IX
GASCAB III	Transpetro	Estação Barra do Furado	Quissamã	RJ	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	Gás	22	67	VIII,IX
GASCAR	Transpetro	REPLAN - Refinaria de Paulínia	Paulínia/ Campinas	SP	TEJAP - Terminal de Japeri	Japeri	RJ	Gás	28	453	II, III
GASCAV	Transpetro	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	TEVIT - Terminal Aquaviário de Vitória	Vitória	ES	Gás	28	302	VIII, IX
GASDUC I	Transpetro	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Gás	16	184	V, VI, VIII
GASDUC II	Transpetro	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Gás	20	182	V, VI, VIII
GASDUC III	Transpetro	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Gás	38	183	V, VI, VIII
GASJAP	Transpetro	TEJAP - Terminal de Japeri	Japeri	RJ	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Gás	28	45	II, V
GASPAL	Transpetro	TEVOL/BAVOL - Terminal Volta Redonda/Base Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	RECAP - Refinaria de Capuava	Capuava	SP	Gás	22	325	III
GASVOL	Transpetro	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	TEVOL/BAVOL - Terminal Volta Redonda/Base Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	Gás	18	95	II, III, V
GLP Ilha Redonda	Transpetro	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	TABG - Terminal Aquaviário da Baía de Guanabara	Rio de Janeiro	RJ	GLP	8	17,9	V
OCAB	Transpetro	Estação Barra do Furado	Quissamã	RJ	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	Petróleo	38	67	VIII,IX
ORBEL I	Transpetro	REGAP - Refinaria Gabriel Passos	Betim	MG	TECAM - Terminal de Campos Elíseos	Duque de Caxias	RJ	Claros	18	365	III, IV, V
ORBEL II	Transpetro	TECAM - Terminal de Campos Elíseos	Duque de Caxias	RJ	REGAP - Refinaria Gabriel Passos	Betim	MG	Petróleo	24	358,4	III, IV, V
ORBIG-40	Transpetro	TEBIG - Terminal da Baía da Ilha Grande	Ilha Grande	RJ	TECAM - Terminal de Campos Elíseos	Duque de Caxias	RJ	Petróleo	40	122,9	I, II, V
OSDUC II	Petrobras	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	LGN	10	183,5	V, VI, VIII
OSDUC-I	Transpetro	TECAB - Terminal de Cabiúnas	Macaé	RJ	TECAM - Terminal de Campos Elíseos	Duque de Caxias	RJ	Petróleo	32	181,6	V, VI, VIII
OSRIO	Transpetro	TEGUA - Terminal de Guararema	Guararema	SP	REDUC - Refinaria de Duque de Caxias	Duque de Caxias	RJ	Claros	16	372	II, III, V
OSVOL	Transpetro	TEJAP - Terminal de Japeri	Japeri	RJ	TEVOL/BAVOL - Terminal Volta Redonda/Base Volta Redonda	Volta Redonda	RJ	Claros	10	58	II, III

Fonte: www.gasnet.com.br, 2012; ANP,2012; TRANSPETRO 2012; Ministério dos Transportes, 2010.

6.5. Outras Rodovias na Área de Influência da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu)

Considerando-se a importância da ETA Guandu para o abastecimento d'água na região metropolitana do Rio de Janeiro (cerca de 9 milhões de pessoas) viu-se a necessidade de realizar uma análise mais aprofundada do transporte de produtos perigosos nas rodovias que estão na área de influência dos corpos hídricos que contribuem para o local da captação do Guandu.

O presente item teve como base a já referenciada dissertação de mestrado intitulada "Riscos ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na área de influência da ETA Guandu-RJ" (VIANA, 2009). Tal estudo buscou a identificação de pontos críticos relativos a acidentes envolvendo o transporte de produtos perigosos na área de influência da ETA Guandu e sua classificação com base na gravidade e frequência de acidentes em baixo, médio ou alto risco.

Para tais rodovias consideradas, VIANA (ibid) definiu apenas a gravidade do trecho devido à inexistência ou à indisponibilidade de informações consolidadas sobre os acidentes ambientais relativos a essas rodovias de menor porte na área de influência da ETA Guandu.

Em seu estudo, esse autor apresenta uma metodologia para classificação da gravidade de possíveis acidentes no transporte de produtos perigosos, referindo-se à severidade dos acidentes ocorridos nos trechos das rodovias inseridas na área de estudo. As categorias de gravidade foram estabelecidas considerando-se os cursos d'água que podem ser atingidos no caso de acidentes no trecho ou ponto analisado. Quanto maior a possibilidade de que sejam carregados produtos perigosos para o rio Guandu, maior a gravidade do trecho ou ponto. Dessa forma, apresenta-se a classificação utilizada:

- **Baixa:** trechos de rodovia ou ferrovia onde não há cruzamento com o Rio Guandu nem com seus afluentes primários ou rios contribuintes (Paraíba do Sul e Pirai);
- **Média:** trechos de rodovia ou ferrovia onde há cruzamento com afluentes primários do rio Guandu ou com os rios Paraíba do Sul e Pirai;
- **Alta:** trechos onde rodovias ou ferrovias cruzam o rio Guandu ou um de seus formadores (rio Santana e Ribeirão das Lajes).

A tabela 6.5.1 apresenta a gravidade das 10 rodovias na área de influência da ETA Guandu. As rodovias BR-116 e BR-393 não estão incluídas em tal tabela pois já foram detalhadas anteriormente.

Tabela 6.5.1 – Gravidade nas rodovias

Rodovia	Situação	Gravidade
RJ-125	Cruza os rios Guandu e Santana	Alta
RJ-093	Cruza o rio São Pedro	Média
RJ-127	Cruza o rio dos Macacos	Média
	Cruza o rio dos Ribeirão das Lajes	Alta
RJ-145	Cruza o rio Pirai e Rio Paraíba do Sul	Média
RJ-157	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
RJ-141	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
RJ-159	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
RJ-161	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
RJ-153/BR-494	Cruza o rio Paraíba do Sul	Média
RJ-105	Cruza o rio Ipiranga	Média

Fonte: VIANA, 2009.

A figura 6.5.1 apresenta a localização das rodovias inseridas na área de influência da ETA Guandu (incluindo BR-116 e BR-393).

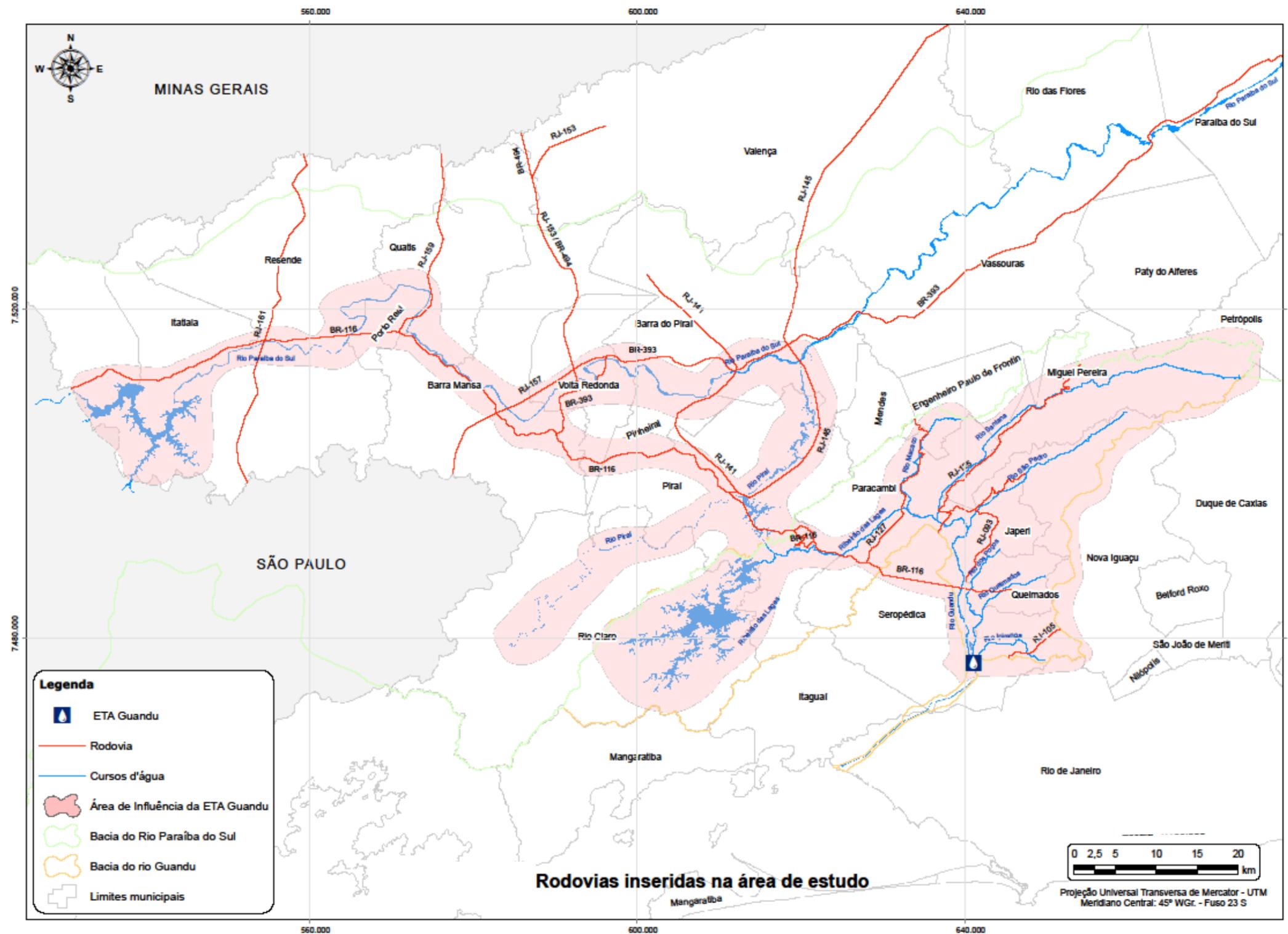


Figura 6.5.1 – Rodovias Inseridas na área de estudo. (Fonte: VIANA, 2009).

6.5.1. Análise das Rodovias

As rodovias, tanto de gravidade média quanto de gravidade alta, são abordadas aqui ainda segundo o estudo de VIANA (2009).

A RJ-125 (Rodovia Ary Schiavo) tem início na BR-101 na altura de Itaguaí e atravessa os municípios de Itaguaí, Japeri, Miguel Pereira e Paty do Alferes até encontrar a BR-393 em Ubá, município de Vassouras. Essa rodovia estadual cruza o rio Guandu no limite entre os municípios Japeri e Seropédica e o rio Santana na altura de Japeri.

A RJ-093 é uma rodovia estadual e tem aproximadamente 30 quilômetros de extensão. Com início em Paracambi, na altura de Engenheiro Pedreira, distrito de Japeri, a RJ-093 cruza o Rio São Pedro e passa pelos municípios de Queimados e Nova Iguaçu até encontrar a RJ-071 no município do Rio de Janeiro. A RJ-093 cruza o Rio São Pedro no município de Japeri. Esse ponto de cruzamento tem gravidade média de acordo com a metodologia concebida no estudo de VIANA (ibid.).

A rodovia estadual RJ-127, com 44 quilômetros de extensão, tem início na rodovia Presidente Dutra no município de Paracambi, passa por Engenheiro Paulo de Frontin e Mendes e segue até encontrar a BR-393 em Vassouras. A RJ-127 cruza dois corpos d'água inseridos na área de estudo: Ribeirão das Lajes (gravidade alta) e o rio Macaco (gravidade média).

A RJ-145 tem início na RJ-139 (antiga Rio - São Paulo) no distrito de Passa Três, município de Rio Claro. Essa rodovia estadual, com 90 km de extensão segue até encontrar a RJ-151 no município de Rio das Flores. A RJ-145 margeia o rio Piraí, aplicando-se a metodologia apresentada por VIANA (ibid.), esse ponto de cruzamento tem a gravidade classificada como média.

A RJ-157 também conhecida como rodovia Engenheiro Alexandre Drable tem 9 quilômetros de extensão e liga o município de Barra Mansa (RJ) até o de Bananal (SP). Essa rodovia cruza o rio Paraíba do sul na área urbana do município de Barra Mansa, assim, esse ponto de cruzamento tem a gravidade classificada como média.

A RJ-141 liga os municípios de Piraí e Barra do Piraí. Inicia-se no centro do município de Piraí, passa pelo município de Pinheiral, atravessa o distrito de Vargem Alegre e cruza o rio Paraíba do Sul nas suas proximidades, passando pela localidade de Dorândia até atingir a RJ-143 no município de Barra do Piraí perto do distrito de São José do Turvo. O ponto de cruzamento com o rio Paraíba tem classificação de gravidade média.

A rodovia RJ-159 tem 30 quilômetros de extensão desde o distrito de Floriano, município de Barra Mansa, até a divisa com o estado de Minas Gerais. A rodovia atravessa ainda o município de Quatis, além de seu distrito de Falcão, sendo a principal via de acesso e escoamento da produção agropecuária dessa cidade. Esta rodovia cruza o rio Paraíba do Sul na altura do município de Porto Real e, aplicando-se a metodologia de VIANA (ibid.), esse ponto de cruzamento tem a gravidade classificada como média.

A rodovia RJ-161 possui 60 quilômetros de extensão e liga a divisa com o estado de Minas Gerais à divisa com o estado de São Paulo passando pelas localidades de Agulhas Negras e Pedra Selada, município de Resende. Essa rodovia cruza o rio Paraíba do Sul na altura do município de Resende, assim, esse ponto de cruzamento tem a gravidade classificada como média.

A rodovia RJ-153/BR-494 liga o município de Volta Redonda à divisa com o estado de Minas Gerais, passando pelas localidades de Santa Rita e Nossa Senhora do Amparo e cruzando o rio Paraíba do sul. Tal rodovia cruza o rio Paraíba do Sul na área urbana do município de Volta Redonda e, aplicando-se a metodologia de VIANA (ibid.), esse ponto de cruzamento tem a gravidade classificada como média.

A RJ-105 liga a BR-465 à BR-116, passando nos municípios de Nova Iguaçu e Belford Roxo. Essa rodovia cruza o rio Ipiranga, que flui para a lagoa do Guandu nas proximidades do local da captação. A gravidade nesse ponto de cruzamento é média.

6.5.2. Conclusão

É possível observar que existem apenas dois pontos considerados de gravidade alta por VIANA (ibid.), trechos esses pertencentes à RJ-125 e RJ-127. Entretanto, vale destacar a grande quantidade de vezes em que o rio Paraíba do Sul é atravessado por oito rodovias na região sob a área de influência da ETA Guandu. Tais rodovias são: RJ-145, RJ-141, BR-393, RJ-157, RJ-153/BR-494, RJ-159, RJ-161, BR-116.

Pode-se concluir que a ETA Guandu apresenta um alto risco potencial de contaminação. Vários fatores levam a essa conclusão, como a presença de diversas rodovias na região, incluindo a BR-116 (que atravessa o rio Paraíba do Sul, rio Queimados, rio dos Poços, além do próprio Rio Guandu) de grande movimentação de produtos perigosos, a existência de diversos corpos hídricos lânticos, a presença de duas das principais ferrovias do Brasil (MRS e FCA), entre outros.

Dessa forma, VIANA (ibid.) recomenda “que seja elaborado um plano de emergência e contingência que considere não somente os riscos do transporte de produtos perigosos na área de influência, mas também o risco oferecido pelas plantas industriais e quaisquer atividades que ofereçam risco de poluição acidental às águas da bacia”.

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.

7.1. 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 Meio 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.

Nessas regiões, têm origem os Arranjos Produtivos Legais (APLs), que são empresas localizadas em um mesmo território, apresentando especialização produtiva e mantendo vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais. Essa sinergia gerada facilita o crescimento e aumenta a competitividade das empresas.

As principais regiões de desenvolvimento e grandes empreendimentos são apresentadas a seguir e estão destacadas na Figura 7.1.1, Anexo VII.

7.1.1. Indústria extrativista no Norte Fluminense (RH VIII e IX)

Na região litorânea de Campos dos Goytacazes (RH IX) e Macaé - das Ostras (Região 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. Além da aptidão natural, a região contou com estratégias de incentivos fiscais para a instalação de indústrias, desde a doação de terrenos e fornecimento de crédito até reduções ou isenções de impostos municipais e estaduais (SEA/INEA, 2011).

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.

7.1.2. Polo siderúrgico, metalomecânico e automobilístico na RH III

A RH III (**Médio Paraíba do Sul**) destaca-se por ser altamente industrializada (mais de 50% do PIB composto pela produção industrial) tendo como maior indústria a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, às margens do rio Paraíba do Sul. A região se destaca 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:

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.

Entre os grandes empreendimentos presentes na região, destacam-se:

- Barra Mansa: Metalúrgica Barra Mansa, Siderúrgica Barra Mansa, a indústria química Du Pont do Brasil S.A e a indústria de alimentos Nestlé Ltda;
- Resende: Volkswagen do Brasil, Indústria Nucleares do Brasil (INB), Votorantim Siderurgia, Novartis Biociências S.A., Aliança Renault-Nissan;
- Volta Redonda: CSN, Votorantim Cimentos, Cimento Tupi, White Martins;
- Itatiaia: Xerox do Brasil, Michelin, Instituto Bioquímico;
- Porto Real: Peugeot, Citroën.

7.1.3. Polo da Indústria de Confecções, na RH IV

O município de Petrópolis 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 o destaque de Nova Friburgo no setor têxtil pela produção de roupas íntimas.

7.1.4. 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 sendo preparada a instalação da terceira - Angra III.

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

7.1.6. 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.” O desenvolvimento desse polo baseia-se numa grande dependência de obras públicas.

7.2. Áreas de Extração Mineral

A extração mineral é, na sua essência, uma atividade degradadora capaz de produzir grandes alterações de ambientes naturais. Por esse motivo, exige cuidados e procedimentos adequados para que os impactos dela decorrentes sejam reduzidos ao mínimo e não representem uma ameaça aos recursos hídricos, ao meio ambiente em geral e à qualidade de vida das populações situadas em seu raio de ação.

O Rio de Janeiro não é um estado que se destaque em relação à produção mineral. Nele existem os chamados Pólos Minerais, onde se concentram as produções de água mineral, rochas carbonáticas e ornamentais. Existe uma grande predominância da extração de areia sobre as demais tipologias minerais, pela necessidade de atendimento à crescente demanda da construção civil, principalmente na Região Metropolitana.

Um mapa produzido pelo DRM-RJ, com a localização das extrações minerais da parte continental do estado do Rio de Janeiro, é apresentado na figura 7.2.1, Anexo VII. Neste mapa foram assinalados pelo DRM os limites dos principais polos de extração do estado. No âmbito do PERHI-RJ, foram inseridas, no desenho, as Regiões Hidrográficas do estado.

Uma descrição sucinta das principais tipologias minerais exploradas no estado do Rio de Janeiro é feita a seguir, juntamente com considerações sobre as possibilidades de acidentes que cada uma delas representa para os recursos hídricos.

7.2.1. Extração de Areia

A atividade minerária é praticada em todas as Regiões Hidrográficas do estado, nas modalidades de extração em leito de rio e em cava.

As extrações de areia em leito de rio atendem ao mercado consumidor das diversas regiões hidrográficas.

Na **RH II (Guandu)**, a partir do ano 2003, ficou proibida a extração no leito do rio Guandu, 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. A extração em leito ainda é praticada no rio Santana, município de Miguel Pereira;

Porém, é ainda na RH II, em bacia adjacente a do rio Guandu, bacia do rio da Guarda, que se encontra o grande polo de extração de areia em cava do estado, nos municípios de Seropédica e Itaguaí, mais precisamente no denominado “Polígono de Piranema”, visto na imagem a seguir (figura 7.2.1.1).



Figura 7.2.1.1 – Polígono de Piranema - extração de areia na bacia do valão dos Bois, afluente do rio da Guarda, Seropédica - RJ

No ano 2002, foi firmado um Termo de Ajuste de Conduta Ambiental (TAC) assinado entre os órgãos competentes do estado do Rio de Janeiro e o Sindicato dos Mineradores de Areia de Itaguaí e Seropédica, quando se impôs obrigações a serem assumidas pelos empreendedores no desenvolvimento da atividade, que incluíam, além de recuperação de áreas já degradadas, um plano de monitoramento da qualidade das águas das lagoas de extração. O processo, seja na modalidade em leito de rio ou em cavas de extração, se utiliza de bombas de sucção acopladas a motores movidos à diesel montados sobre estruturas flutuantes.

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 pólo siderúrgico do eixo Barra Mansa-Volta Redonda, 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. Conforme citado no trabalho "Diretrizes Públicas para uma Mineração Sustentável no Estado do Rio de Janeiro" (DRM, 2006), nos rios de porte intermediário, como os rios Barra Mansa, Bananal, Turvo, Preto e Pirapetinga, 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 Três Rios e Sapucaia; e no rio Piabanha, entre os municípios de Areal e Três Rios.

Na **RH V (Baía de Guanabara)**, no município de Duque de Caxias, a exploração de areia se intensificou na última década.

Na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, mais precisamente em uma 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 do INEA e do DRM, 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. A figura 7.2.1.2 dá uma ideia da dimensão da atividade de extração na área mencionada.

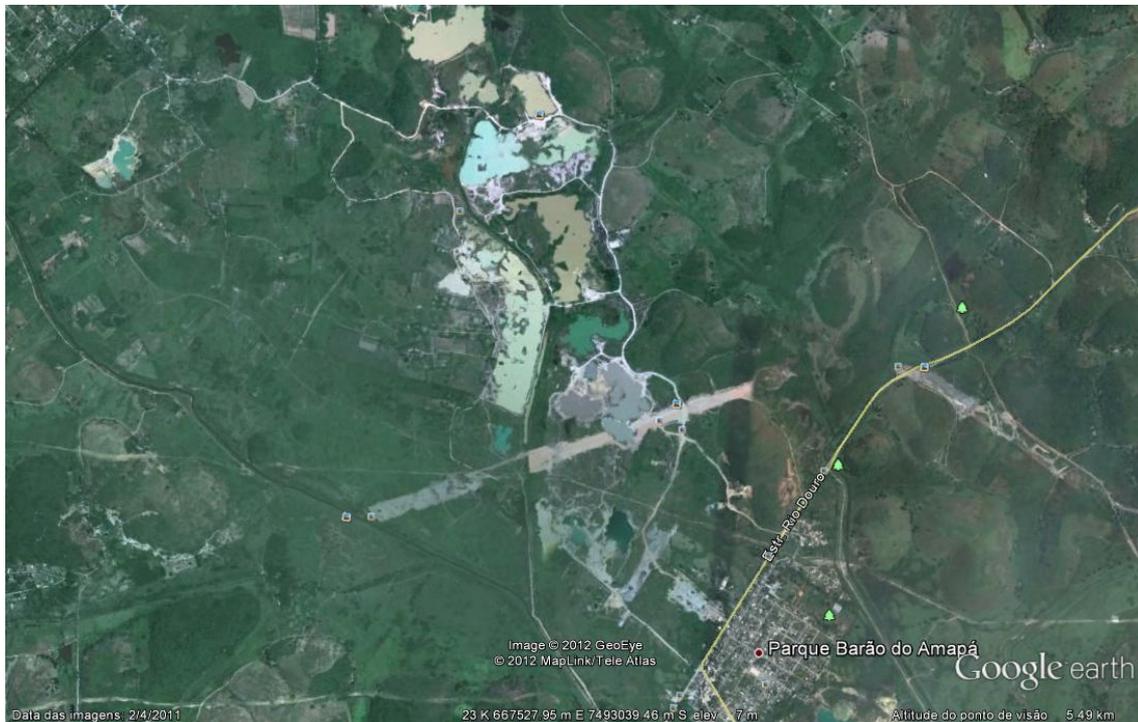


Figura 7.2.1.2 - Extração de areia na bacia do rio Água Preta em Duque de Caxias

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. Isso se dá ao longo do rio Preto, da localidade de Bonsucesso no município de Teresópolis até Areal, e ao longo do rio Grande, das cidades de Bom Jardim até o distrito de Renascença, no município de São Fidélis.

Na **RH VI** (Lagos São João), as extrações de areia ocorrem nas seguintes áreas: 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 do Macacu, nos rios Guapiaçu e Macacu.

Outras grandes áreas de produção, atualmente inativas, são: os areais do rio São João, paralisados pelo IBAMA em 2002; e em Unamar, 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 e legislações 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.

Um exemplo que fortalece esse argumento é o caso da bacia do rio São João, onde o IBAMA e o Conselho Gestor da Bacia Hidrográfica do rio São João paralisaram a extração mineral. Segundo DRM (2006), tal medida promoveu o assoreamento do leito do rio e trouxe graves consequências para a região, agravando o quadro de inundações, promovendo a queda de obras de arte e a interrupção de tráfego na BR-101, bem como favorecendo o assoreamento da represa de Juturnaíba, que abastece grande parte da **RH VI**.

Por outro lado, é importante ressaltar que essa função, vista como positiva, da extração de areia no rio São João e afluentes, exercia um controle das taxas de assoreamento que eram intensificadas por outras atividades impactantes na bacia - desmatamentos, uso agropecuário e principalmente a retificação dos cursos principais dos rios, realizada extensamente nesta bacia - e que aceleraram os processos de erosão/sedimentação. Em seus leitos originais, meandrados e protegidos pela mata ciliar, as taxas de assoreamento seriam menores.

Conforme as conclusões de um estudo realizado na bacia do rio São João, com seções transversais e monitoramento da atividade areeira, "a mineração de areia pode até ser conduzida, desde que amparada por critérios reguladores, principalmente a taxa de sedimentação e os índices pluviométricos, aliados permanentemente ao monitoramento e à recuperação da mata ciliar e considerando a fragilidade do sistema hídrico e as outras formas de uso dos recursos naturais e ocupação do solo" (Oliveira e Mello, 2007).

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 Médio 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, mostradas na figura 7.2.1 (Anexo VII), 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**.

Conforme citado no referido documento, 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 5 § 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**, conforme pode ser visto no mapa da figura 7.2.1, Anexo VII.

Com a urbanização crescente de Itaboraí, ocorre 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 (figura 7.2.1, Anexo VII) 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 Proteção Ambiental (APPs).

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.

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 de Itabapoana, municípios pertencentes à **RH IX**. Esta região representa expressivo potencial de rochas.

Segundo 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.

A cadeia produtiva tem início na extração das rochas realizada pelas pedreiras, passa pelo beneficiamento feito nas serrarias e se encerra na comercialização de produtos e subprodutos acabados. As pedreiras geralmente localizam-se na zona rural do município

de Santo Antônio de Pádua e a extração das rochas é feita em afloramentos rochosos (morros), podendo ser explorados por décadas.

Por sua vez, 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 (figura 7.2.3.1) 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.

Silvestre *et al.* (2012) destacam ainda que duas medidas foram fundamentais para reduzir os problemas ambientais nas áreas extração: o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), através do qual diversas empresas se comprometeram a melhorar suas práticas para garantir 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.



Figura 7.2.3.1 - Tanques de decantação que viabilizam o recolhimento dos rejeitos e o reaproveitamento da água na Serraria Comércio de Pedras Paraíso (Fonte: Silvestre *et al* 2012).

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 de chuva, face à inexistência de barramentos para contenção de rejeitos da extração, o que é feito abaixo do nível do solo, como mostra a figura 7.2.3.1. 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** representado na Figura 7.2.1.

7.3. Principais Acidentes Ambientais no Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro possui em seu histórico um grande número de acidentes ambientais gerados dentro de seus limites. Alguns desses acidentes merecem destaque por seus efeitos desastrosos.

- **O Rompimento do Dique de Proteção da Companhia Mercantil e Industrial Ingá no ano de 1996**

Devido à intensidade das chuvas de 1996, os diques de proteção da indústria instalada no município de Itaguaí se romperam provocando um dos maiores desastres ambientais da história do estado do Rio de Janeiro.

Depois de funcionar por 30 anos produzindo zinco de alta pureza, a indústria faliu no ano de 1996, deixando todo o rejeito gerado pela produção e contaminando a área com metais pesados.

Localizada no município de Itaguaí, Ilha da Madeira, ZUPI de Coroa Grande, a Cia. Mercantil Ingá encontra-se em situação de falência, representando grande risco para o ecossistema da região. Seus estoques de resíduos, acumulados há mais de 30 anos, contaminaram e continuam ameaçando o equilíbrio ecológico da Baía de Sepetiba.

Bimestralmente, o INEA realiza o monitoramento da Baía de Sepetiba em 14 estações de amostragem. Segundo o INEA, o principal objetivo do monitoramento é a avaliação da qualidade dos sedimentos e da biota, bem como a previsão do fluxo de contaminantes, cujos indicadores possibilitam estimar os níveis de contaminação e a evolução da poluição de origem industrial ao longo do tempo, proveniente não apenas da bacia hidrográfica, como também da Cia. Mercantil e Industrial Ingá.



Figura 7.3.1 - Cia. Mercantil e Industrial Ingá – Estoque de Resíduos. Ameaça constante de poluição da Baía de Sepetiba (Fonte: imagem de 2011, disponível no Google Earth).

- **Acidente com Produto Químico da Empresa SERVATIS S.A.**

O documento intitulado “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 – FIPERJ, relata o acidente ocorrido na madrugada do dia 18 de novembro de 2008, que atingiu diretamente os rios Pirapetinga e Paraíba do Sul, do qual o primeiro é afluente.

Também em dez/2008, a FEEMA (atualmente, INEA), emitiu o "Laudo técnico sobre os impactos na ictiofauna e no abastecimento público provocado pelo acidente ambiental ocorrido na indústria SERVATIS S.A."

A empresa responsável pelo acidente - a SERVATIS S.A. - está localizada no município de Resende e foi fundada em 1957 sob a razão social Cyanamid Química do Brasil Ltda. Em 2001 foi adquirida pela BASF S.A. e fechou em 2005. No mesmo ano os funcionários a compraram através de empréstimo do BNDES.

O acidente foi originado por falha em uma válvula ligada ao dique de contenção, permitindo o vazamento de 8.000 litros de uma substância chamada Endosulfan, um organoclorado usado na produção de pesticidas e inseticidas. Os organoclorados são proibidos no Brasil pela Portaria Nº 329 de setembro de 1985 (Brasil, 1985), devido a sua alta persistência e toxicidade, mas continuam sendo utilizados por alguns segmentos industriais.

Diz o relatório da FIPERJ, conforme divulgado pela imprensa regional no dia 20 de novembro, que as comportas da Represa de Funil foram abertas para ajudar na diluição do Endosulfan. Com o aumento da vazão da água o produto foi levado pela correnteza atingindo as regiões Norte e Noroeste do estado, após uma semana.

De acordo com o laudo da FEEMA, entre os dias 18 e 28 de novembro de 2008, a onda de contaminação migrou por mais de 400 km ao longo do Rio Paraíba do Sul, de Resende até sua foz, em São João da Barra, provocando, em toda a sua extensão, mortandade de espécies variadas de peixes, atingindo tanto as de interesse econômico como aquelas de interesse ecológico, associadas à cadeia trófica do ecossistema fluvial. A gravidade do acidente para a ictiofauna foi ainda maior por ter ocorrido em época da piracema, quando os peixes sobem o rio para a desova.

A despeito de não haver números exatos sobre a quantidade de peixes mortos no desastre ambiental, segundo o relatório da FIPERJ, os indícios levavam a concluir que este acidente foi pior do que o causado pela empresa Cataguases de Papel, em 2003 (citado adiante, neste item). Consta, no laudo da FEEMA, que 75 toneladas de peixes mortos foram incineradas nos fornos da CSN, no entanto, outras 50 toneladas de peixes mortos que ficaram retidas no gradeamento da barragem de Ilha dos Pombos, no município de Carmo, foram recolhidas e dispostas no próprio município.

Técnicos da FIPERJ visitaram o presidente da Colônia de Pescadores Z-02, que relatou ter sofrido queimações na pele ao retirar os peixes mortos das áreas afetadas no município de Campos dos Goytacazes. Mesmo com a retirada dos peixes mortos, a montante, ainda restavam cerca de 20 toneladas na Ilha da Convivência, situada próximo à foz do rio Paraíba do Sul, pertencente ao município de São Francisco do Itabapoana (figura 7.3.2).



Figura 7.3.2 - Mortandade de peixes na Ilha da Convivência, em São Francisco do Itabapoana, em foto de 27 de novembro de 2008.

De acordo com o laudo da FEEMA, o acidente foi classificado como de **grande e extensa proporção**. Além de causar a **morte de dezenas de toneladas de peixes**, afetando sensivelmente a ictiofauna do rio Paraíba do Sul, em toda a sua extensão, o acidente implicou na interrupção da captação e conseqüente desabastecimento de água potável, afetando **mais de 1,37 milhões de habitantes**, sem contar o risco de comprometimento da qualidade da água do rio Guandu, principal manancial da Região Metropolitana. Ressalta-se que, em relação ao rio Guandu, como medida preventiva, foi determinado o fechamento da comporta onde ocorre a transposição de águas do rio Paraíba do Sul, reaberta após a comprovação de que as concentrações do endosulfan encontravam-se abaixo dos limites estabelecidos pela Portaria 518, do Ministério da Saúde.

- **Acidentes Ambientais Recentes na Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ:**

As águas do rio Paraíba do Sul são de vital importância para o abastecimento das cidades que o rio atravessa ao longo do seu percurso no estado do Rio de Janeiro, bem como de cerca de 11 milhões de habitantes da região metropolitana, que recebem suas águas transpostas para a bacia do rio Guandu. Empresas de médio e grande portes estão instaladas no trecho fluminense do Médio Paraíba, que se estende desde o município de Itatiaia ao de Barra do Piraí, algumas delas, com elevado potencial poluidor. Na sequência do texto são relatados alguns acidentes mais recentes noticiados pela mídia, responsáveis pela poluição das águas do rio Paraíba do Sul e ocorridos no trecho supracitado.

Em matéria do dia 16/02/2012, o Jornal do Brasil, divulgou:

“As empresas BRMetals (Barra do Pirai), Votorantim (Volta Redonda) e CSN (Volta Redonda) despejavam juntas cerca de 550 mil toneladas de rejeitos industriais a céu aberto, o que configura crime previsto na Lei de Crime Ambientais (9.605/98). A Companhia Fluminense de Refrigerantes, com sede no município de Porto Real, também foi notificada e será multada por armazenar ilegalmente lixo industrial da CSN em seu terreno.”

As empresas foram multadas durante a Operação Águas Limpas deflagrada na quarta-feira, dia 15, pelo Gabinete de Gestão Integrada do Estado do Rio de Janeiro (GGIE/RJ).

Segundo o coronel José Maurício Padrone, da Coordenadoria de Combate aos Crimes Ambientais (Cicca), da Secretaria do Ambiente, o terreno onde a BRMetals despejava seus rejeitos de forma irregular ficava a 200 metros do Rio Paraíba do Sul.

“Além de contaminar o solo e o lençol freático se o local não é coberto, a enxurrada pode carregar o resíduo cheio de metais pesados para o rio mais próximo, nesse caso, o Rio Paraíba do Sul - disse Padrone, lembrando que este tipo de resíduo deve ser descartado em aterros sanitários, como o de Nova Iguaçu.”

Tais ocorrências dão a exata dimensão da vulnerabilidade do rio Paraíba do Sul à poluição ocasionada pela siderúrgica, que poderá ter consequências imprevisíveis, comprometendo o abastecimento e a saúde de milhões de pessoas que se utilizam de suas águas.

- **Acidentes Ambientais nos Arredores do Estado do Rio de Janeiro:**

Nos arredores do estado existem potenciais fontes poluidoras, que, em caso de ocorrência de acidentes ambientais atingiriam as populações estabelecidas em diversos municípios fluminenses, seja pela contaminação de suas águas, do solo ou da vegetação, produzindo sérios danos à vida humana, animal e vegetal, além de grandes prejuízos materiais.

Há menos de uma década, três graves acidentes ambientais, que foram manchetes em todo o mundo, ocorreram no estado de Minas Gerais, atingindo uma extensa área do estado do Rio de Janeiro, mais precisamente, diversas localidades situadas ao longo dos rios Muriaé, Pomba e Paraíba do Sul. Foram eles:

- ✓ **Em 29 de março de 2003, acidente no rio Pomba**

Na data, ocorreu o rompimento da barragem de lixívia da Fábrica Cataguazes Papéis (figura 7.3.3), despejando cerca de 1,2 bilhões de litros de dejetos químicos no rio Pomba, um dos maiores afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, causando interrupção do fornecimento de água a 600 mil pessoas em Minas e no Rio de Janeiro, matando peixes, espécies vegetais e destruindo matas ciliares.

De acordo com o relatório de avaliação de danos (Avadan) da Defesa Civil do município de Aperibé-RJ, o acidente tornou a água do rio Pomba inutilizada para "todo e qualquer tipo de uso", afetando grande parte da atividade agropecuária (incluindo a piscicultura), da extração mineral e da construção civil, além de prejudicar o abastecimento de água da população com a interrupção da captação para a ETA da CEDAE, que só voltou a distribuir água no dia 12 de abril de 2003.



Figura 7.3.3 – Rompimento da barragem de lixívia, em Cataguases, em 29 de março de 2003
(Fonte: Jornal Estado de Minas, 30/03/2011, Ernesto Braga).

✓ **Em 01 de março de 2006, acidente no rio Muriaé**

Conforme descrito no relatório Avadan da Defesa Civil do município de Laje do Muriaé, RJ, houve o rompimento de uma placa de concreto da barragem de armazenamento de rejeitos de argila, óxido de ferro e sulfato de alumínio utilizados na extração da bauxita, pertencentes à empresa Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda., com capacidade de armazenamento de 3,8 milhões de metros cúbicos de rejeitos.

Vazaram cerca de 400 mil metros cúbicos do composto no córrego Bom Jardim, no rio Fubá e no rio Muriaé mas não houve comprometimento no abastecimento de água potável das cidades mineiras situadas a jusante do local, pois os municípios mineiros de Mirai, Muriaé e Patrocínio do Muriaé e Eugenópolis captam em outros mananciais.

A grande quantidade de produto vazado provocou uma turbidez máxima de 5.326 pprn na água do rio Muriaé, na circunscrição de Laje do Muriaé, primeiro município fluminense banhado pelo rio Muriaé. Como a estação de tratamento local só tem capacidade de remover até 200 ppm de turbidez, o abastecimento foi interrompido do dia 03/03/2006 até o dia 06/03/2006, ficando a população do perímetro urbano do município sem fornecimento de água por rede.

✓ **Em 10 de janeiro de 2007, outro acidente no rio Pomba**

Mais uma vez a barragem São Francisco, da Mineradora Rio Pomba Cataguases, rompeu em decorrência das fortes chuvas, liberando 2 milhões m³ de lama, proveniente de rejeitos de bauxita, no rio Fubá, chegando aos rios Muriaé e Paraíba do Sul, atingindo as cidades de Muriaé e Patrocínio do Muriaé em Minas Gerais e Laje do Muriaé, Itaperuna, São José de Ubá, Italva e Cardoso Moreira no Rio de Janeiro.

Vários afluentes do rio Muriaé transbordaram, verificando-se a maior cheia registrada desde 1979, cobrindo de lama a vizinha cidade de Mirai. A Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda. foi multada em R\$ 75 milhões pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam-MG). O processo ainda está na fase de recurso administrativo.

7.4. Uma Ameaça Constante aos Recursos Hídricos

Este item aborda a questão dos impactos potenciais, para o estado do Rio de Janeiro, da mineração de bauxita e alumínio na região da bacia do rio Paraíba do Sul abrangida pelo estado de Minas Gerais, cujos rios principais deságuam no território fluminense.

Minas Gerais é um dos estados com maior atividade mineral no país. De acordo com os dados mais recentes disponíveis no Sistema de Informações Geográficas da Mineração, do Departamento Nacional de Produção Mineral - SIGMINE/DNPM, existem atualmente mais de 35 mil processos minerários em todo o estado mineiro, em diferentes fases. Na região de Minas Gerais abrangida pela bacia do rio Paraíba do Sul, o SIGMINE registra o total de 1.790 processos minerários. Como mostra a tabela 7.4.1, a seguir, mais da metade desses processos se refere às fases ainda iniciais de exploração mineral - requerimento e autorização de pesquisa.

Tabela 7.4.1 - Processos minerários no trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul, por fase.

FASE	Nº DE PROCESSOS	PERCENTUAL
Concessão de lavra	160	9%
Requerimento de lavra	129	7%
Disponibilidade	125	7%
Autorização de pesquisa	830	46%
Requerimento de pesquisa	264	15%
Registro de extração	2	0%
Requerimento de lavra garimpeira	3	0%
Licenciamento	165	9%
Requerimento de licenciamento	105	6%
Requerimento de registro de extração	7	0%
TOTAL	1.790	100%

Fonte: SIGMINE/DNPM, consulta em 03 de julho de 2013. Obs.: Ver lista por substância na tabela 7.4.2.

Na tabela 7.4.2, a seguir, consta o número de processos por substância mineral em cada fase. 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 160 processos com concessão de lavra, 68 são para bauxita e 39 para alumínio.

Na figura 7.4.1, 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, tais como os acidentes relatados no item 7.3.

A figura 7.4.1 mostra também a localização das poucas barragens de rejeito de mineração situadas na bacia do rio Paraíba do Sul (MG), que constam do relatório mais recente do **Inventário Estadual de Barragens do Estado de Minas Gerais**, realizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, em 2012. Essas barragens de rejeito mineral e também as de resíduo industrial e de captação de água para mineração, estão listadas na tabela 7.4.3 e destacadas na figura 7.4.2; todas têm "estabilidade garantida pelo auditor". A maior dessas barragens é vista na imagem da figura 7.4.3.

Tabela 7.4.2 - Processos minerários no trecho mineiro da bacia do rio Paraíba do Sul - totais por fase, por substância mineral.

SUBSTÂNCIA	CON-CESSÃO DE LAVRA	REQUERI-MENTO DE LAVRA	DISPONI-BILIDADE	AUTO-RIZAÇÃO DE PESQUISA	REQUERI-MENTO DE PESQUISA	REGISTRO DE EXTRAÇÃO	LICENCIA-MENTO	REQUERI-MENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	REQUERI-MENTO DE LICENC.	REQUERI-MENTO DE REGISTRO DE EXTRAÇÃO	TOTAL
AREIA	1	15	12	133	50	0	112	0	63	0	386
BAUXITA	68	24	28	159	16	0	0	0	0	0	295
GRANITO	1	22	15	164	41	0	4	0	1	0	248
MINÉRIO DE OURO	0	6	3	76	73	0	0	0	0	0	158
QUARTZO	3	10	5	57	10	0	0	2	0	0	87
CAULIM	19	11	3	39	6	0	0	0	0	0	78
GNAISSE	8	7	0	39	6	0	11	0	3	1	75
MIN. DE ALUMÍNIO	23	1	12	23	9	0	0	0	0	0	68
ARGILA	2	0	2	17	2	0	18	0	25	0	66
ÁGUA MINERAL	9	1	1	18	20	0	0	0	0	0	49
ALUMÍNIO	16	17	1	3	0	0	0	0	0	0	37
CASCALHO	0	0	1	6	4	1	7	0	7	3	29
SAIBRO	0	1	0	6	0	1	10	0	5	3	26
NÃO INFORMADO	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
ILMENITA	0	0	6	12	1	0	0	0	0	0	19
MÁRMORE	3	1	0	13	1	0	0	0	0	0	18
MIN. DE MANGANÊS	0	0	4	8	2	0	0	0	0	0	14
MINÉRIO DE FERRO	0	0	8	1	2	0	0	0	0	0	11
ESTEATITO	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
MINÉRIO DE COBRE	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9
FELDSPATO	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	7
CHARNOQUITO	0	1	1	4	0	0	1	0	0	0	7
CALCÁRIO	0	1	1	4	0	0	0	0	0	0	6
QUARTZITO	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
LÍTIO	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
MICA	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
MINÉRIO DE BERÍLIO	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	5
ARGILA ALUMINOSA	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4
GRANITO ORNAMENTAL	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
ÁGUA MARINHA	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3
ARGILA REFRAATÁRIA	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
GABRO	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3

SUBSTÂNCIA	CON-CESSÃO DE LAVRA	REQUERI-MENTO DE LAVRA	DISPONI-BILIDADE	AUTO-RIZAÇÃO DE PESQUISA	REQUERI-MENTO DE PESQUISA	REGISTRO DE EXTRAÇÃO	LICENCIA-MENTO	REQUERI-MENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	REQUERI-MENTO DE LICENC.	REQUERI-MENTO DE REGISTRO DE EXTRAÇÃO	TOTAL
DIABÁSIO	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
DOLOMITO	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
GRANULITO	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
MAGNETITA	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
OURO	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
AREIA DE FUNDIÇÃO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MIGMATITO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PEDRA CORADA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AMETISTA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
AREIA FLUVIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
AREIA INDUSTRIAL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AREIA P/ VIDRO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
AREIA QUARTZOSA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
BARITA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
BERÍLIO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CASSITERITA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
DIORITO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FOSFATO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
LEPIDOLITA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
MINÉRIO DE ZIRCÔNIO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
SAPONITO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SERPENTINITO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TALCO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TÂNTALO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TONALITO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TURFA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	160	129	125	830	264	2	165	3	105	7	1.790

Fonte: SIGMINE/DNPM, consulta em 03 de julho de 2013.

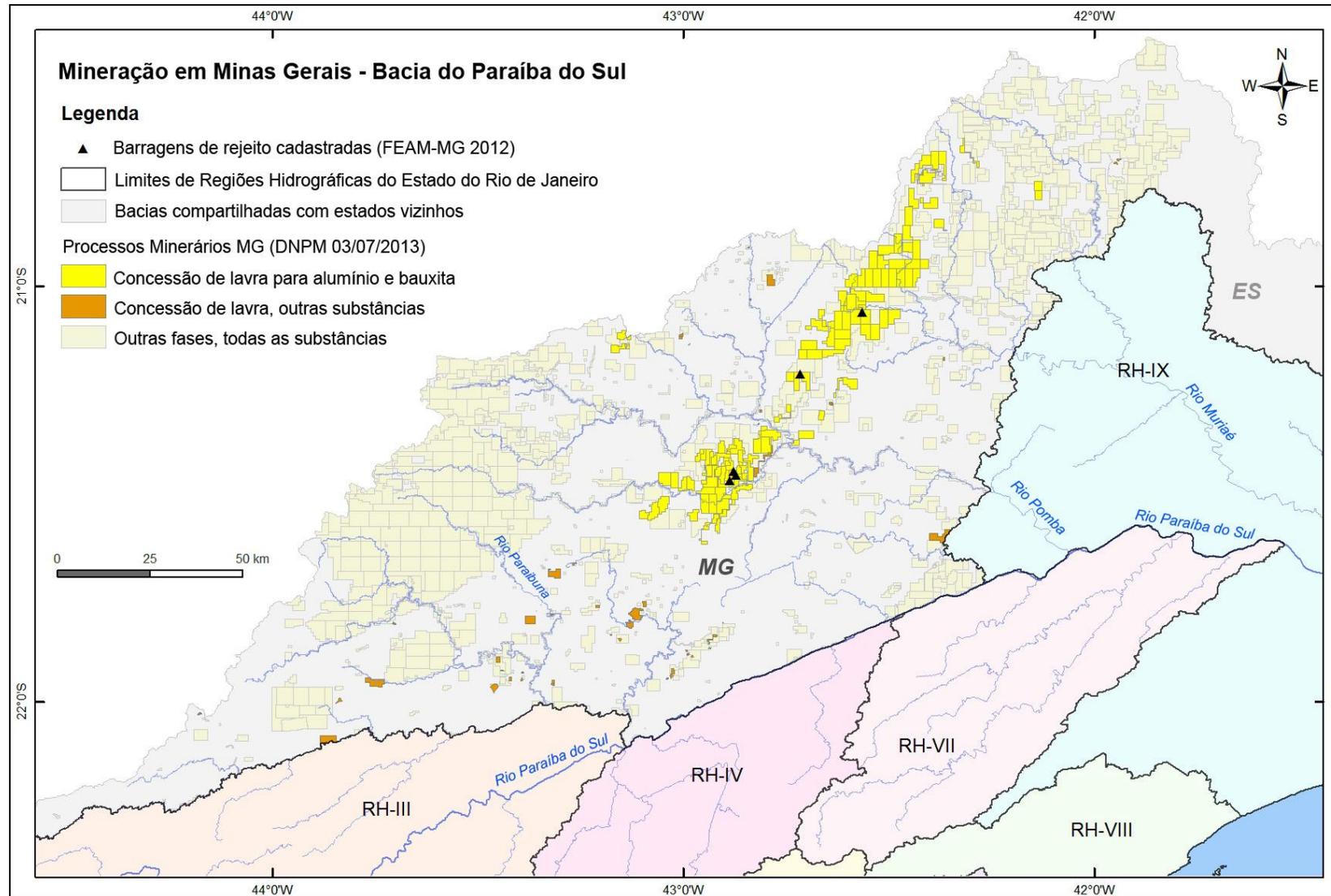


Figura 7.4.1 – Processos minerários e barragens de rejeito cadastradas na bacia do rio Paraíba do Sul - MG (Fonte: DNPM e FEAM).

Tabela 7.4.3 - Empreendimentos com barragens na bacia do Paraíba do Sul cadastradas na FEAM-MG até 2012.

EMPREENHIMENTO	NOME	MUNICÍPIO	TIPOLOGIA	ALTURA ATUAL (m)	VOLUME DO RESERVATÓRIO (m³)	CLASSE *	Nº na Figura 7.4.2 **
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 1 - TANQUE 1	Mar de Espanha	Indústria	2,8	520	Classe II	4
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 2 - TANQUE 2	Mar de Espanha	Indústria	2,8	630	Classe II	4
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 3 - TANQUE 3	Mar de Espanha	Indústria	0	0	Classe III	4
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 4 - TANQUE 4	Mar de Espanha	Indústria	3,2	680	Classe II	4
Caolim Azzi Ltda	Bacia de Decantação 5 - TANQUE 5	Mar de Espanha	Indústria	3,2	800	Classe II	4
Florestal Cataguases Ltda	Barragem A	Cataguases	Indústria	24	350.000	Classe II	5
Florestal Cataguases Ltda	Barragem B	Cataguases	Indústria	17	150.000	Classe II	6
Votorantim Metais Zinco S.A.	Barragem da Pedra	Juiz de Fora	Indústria	27.0	1.600.000	Classe III	7
Votorantim Metais Zinco S.A.	Barragem dos Peixes	Juiz de Fora	Indústria	23.0	800.000	Classe III	8
Votorantim Metais Zinco S.A.	Dique divisor - Barragem da Pedra	Juiz de Fora	Indústria	12.0	240.000	Classe III	7
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Rejeitos	Itamarati de Minas	Mineração	38.0	1.268 E7	Classe III	10
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Rejeitos **	Miraí	Mineração	52.0	4.955.423	Classe III	11
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Captação de Água Limpa	Itamarati de Minas	Mineração	11.0	1.000.000	Classe III	13
Companhia Brasileira de Alumínio - CBA	Barragem de Captação	Itaramati de Minas	Mineração	11	212.250	Classe III	13
Mineração Rio Pomba Cataguases Ltda.	Barragem Bom Jardim (rejeito)	Miraí	Mineração	7.0	285.288	Classe II	14
Novelis do Brasil Ltda.	Barragem Santa Tereza (rejeito)	Cataguases	Mineração	15.0	800.000	Classe III	15

Fonte: Inventário Estadual de Barragens do Estado de Minas Gerais, FEAM-MG 2012. Todas as barragens da tabela têm "estabilidade garantida pelo auditor".

* Classe de potencial de dano ambiental: I - baixo; II - médio; III - alto.

** Barragens com o mesmo número estão situadas em locais muito próximos para representação no mapa da figura 7.4.2.

Ver imagem desta barragem na figura 7.4.3.

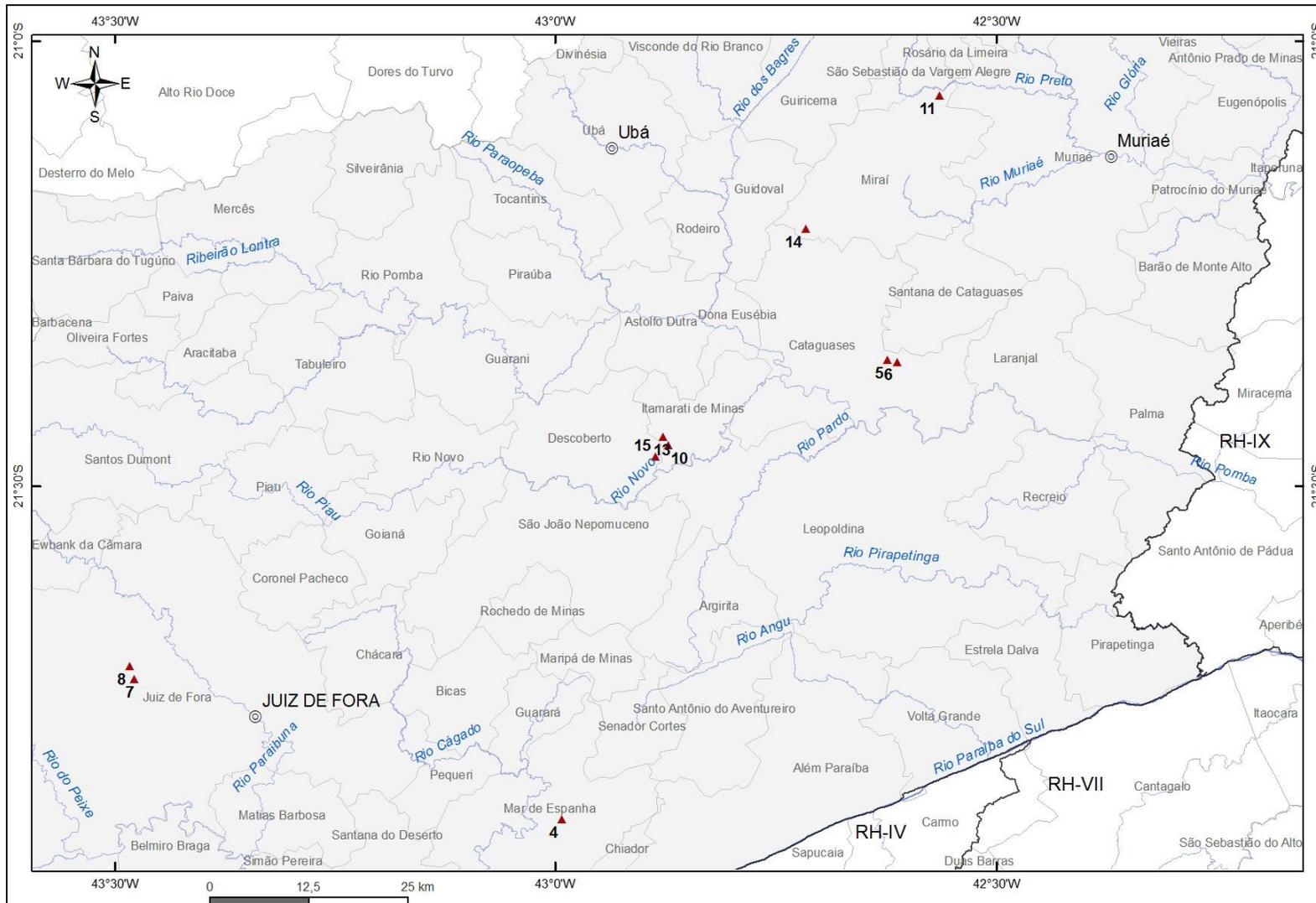


Figura 7.4.2 – Localização das barragem situadas na bacia do rio Paraíba do Sul, em Minas Gerais (Fonte: FEAM-MG 2012).



Figura 7.4.3 – Barragem de rejeito em área de extração de alumínio e bauxita pela CBA, Miraf - MG (Imagem no Google Earth, de 26/08/2010).

O Inventário Estadual de Barragens do Estado de Minas Gerais (FEAM-MG, 2012) reporta o total de 746 barragens cadastradas no estado, das quais somente 16 estão na bacia do rio Paraíba do Sul e apenas 4 dessas são barragens de rejeito de mineração.

Conforme visto na tabela 7.4.3, a Companhia Brasileira de Alumínio - CBA é responsável pela maioria das poucas barragens de rejeito do cadastro apresentado no relatório da FEAM-MG (2012). Embora sejam poucas, as dimensões 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 e grandes barragens sejam construídas a curto ou médio prazo, tendo em vista os dados dos processos minerários no DNPM, especialmente quanto ao monopólio da CBA na região, com um total de 100 processos no DNPM, dos quais 86 são de concessão de lavra (53 para bauxita, 32 para alumínio e 1 para argila). A imagem vista na figura 7.4.3 mostra a maior barragem de rejeito da CBA, segundo o cadastro da FEAM, com 52 m de altura e volume de quase 5,0 milhões m³.

Em decorrência dos grandes desastres ambientais ocorridos na década passada (relatados no item 7.3), que atingiram violentamente as bacias dos rios Muriaé, Pomba e Pirapetinga, afetando diretamente a vida dos habitantes dos municípios mineiros e fluminenses situados a jusante dos locais dos acidentes, é importante ressaltar as seguintes informações:

- O processo de produção do alumínio passa pelas seguintes etapas:
 - extração do minério (bauxita ou alumínio);
 - refinamento em óxido de alumínio ou alumina;
 - fundição em lingotes de alumínio.
- O minério é extraído do solo e depois enfrenta uma limpeza e processamento intensivos: é triturado até atingir um tamanho pequeno através do processo denominado britagem e depois é submetido à lavagem. Uma grande quantidade de resíduos de rocha resulta do processo de mineração e precisa ser descartada.
- O descarte dos resíduos da lama vermelha, que são altamente cáusticos, quase sempre com um pH acima de 13, é um problema ambiental significativo. Normalmente, a lama vermelha é despejada em áreas já mineradas. Além de penetrar no lençol freático e nos córregos, a lama vermelha eleva o teor de sódio dos poços artesianos vizinhos.
- Os maiores problemas na atividade de extração da bauxita, e da mineração de uma forma geral, são relacionados seguir:
 - a degradação dos solos e das águas nas áreas de extração do minério;
 - a dificuldade na disposição dos materiais do estéril não aproveitável proveniente do decapeamento da lavra, que deve ser transferido para um lugar projetado adequadamente para acumular em caráter definitivo ou temporário esses materiais;
 - a disposição dos rejeitos do processo de beneficiamento, que, por sua vez, exige a construção de uma estrutura projetada para a contenção e deposição dos resíduos oriundos do processo de beneficiamento, associada à captação d'água e ao tratamento dos efluentes.

A engenharia da construção de barragens de rejeito tem amplo domínio das técnicas modernas de execução dessa modalidade de estrutura, haja vista que somente em Minas Gerais, até o ano de 2012, foram cadastradas 746 barragens, das quais 447 são do setor

de mineração e, entre essas, 147 estão em classe III - alto potencial de dano ambiental, segundo o relatório do Inventário Estadual das Barragens (FEAM 2012).

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 12.334 - 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.

Nesse contexto normativo, 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, cujo rompimento causa grandes danos.

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, com 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)⁷.

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.

⁷ Ver também descrição e referências no portal do Mapa dos Conflitos Ambientais de Minas Gerais, da UFMG, em <http://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/info.php?id=437>; e o vídeo no portal <http://racismoambiental.net.br/2012/07/video-sobre-os-impactos-da-mineracao-na-zona-da-mata-mineira/>

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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**. 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 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.

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.

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.

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.

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.

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/>.

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.

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.

COELHO NETTO, A. L. *et alli.* 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 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.

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.**

CPRM. **Mapa Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.** Projeto Rio de Janeiro. Serviço Geológico do Brasil. 2000.

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-RJ - **Diretrizes Públicas para uma Mineração Sustentável no Estado do Rio de Janeiro”**, março de 2008

DRM-RJ. **Megadesastre da Serra.** Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro, PUC-Rio, UFRJ e Uerj. Niterói, jan/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. **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.

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.

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.

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.

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.

GasNet. **Gasodutos em Operação**. Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/>

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.

INMET - **Normais Climatológicas (1931-1960)**. Ministério da Agricultura, 78p. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Rio de Janeiro, 1979.

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>.

JONES, Fred. **Landslides of Rio de Janeiro and Serra das Araras Escarpment, Brazil**. Geological Survey Professional Paper 697. Washington, USA. 1973.

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.

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.

MARENGO, 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.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Banco de Dados Georreferenciado 2010 – PNLT**. Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/conteudo/3322>.

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.

MRS LOGÍSTICA S.A. Acesso em agosto de 2012. Disponível em: <http://www.mrs.com.br/>

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.

PIMENTEL, David & KOUNANG, Nadia. **Ecology of Soil Erosion in Ecosystems**. *Ecosystems* 1: 416–426, 1998.

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.

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.

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.

RODOVIA DO AÇO. ACCIONA CONCESSÕES. **Acesso em agosto de 2012**. Disponível em: <http://www.rodoviadoaco.com.br/site/page/>.

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.

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.

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

SECRETARIA DE URBANISMO E OBRAS - PREFEITURA DE RIO DAS OSTRAS - **Estudos Sobre os Alagamentos de Rio das Ostras**, Maio de 2009.

SILVA, Fábio Luiz de Moraes, PIMENTEL, Jorge e FREITAS, Antônio Carlos do N. **Inventário de Escorregamentos do Estado do Rio de Janeiro**. CPRM, 2000.

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.

SONDOTÉCNICA ENGENHARIA DE SOLOS S.A - **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu Mirim**, Outubro de 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.

TRANSPETRO. **Mapas de Terminais e Dutos**. Acesso em outubro de 2012. Disponível em: <http://www.transpetro.com.br>.

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.